

# Bericht zum Projektfortschritt

## COVID-SCHULEN

August 2021

Universität Köln und Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

### Inhalt

Zusammenfassung aktueller Ergebnisse sowie daraus folgenden Empfehlungen aus den neueren Arbeiten in WP 2 und WP 3 (August 2021) .....	4
Projektplan mit Meilensteinen (Stand Dezember 2020).....	7
WP 1: Evidenzsynthese zum Infektions-, Erkrankungs- und Transmissionsrisiko und möglichen Interventionen zur Senkung dieser Risiken bei Kindern und Personal in Schulen .....	7
WP 2: Beurteilung vorhandener Daten zu Infektions- und Verdachtsfällen bei Schülern und Lehrern und Beratung zur Verbesserung der Erhebungen .....	8
WP 3: Retrospektive Beobachtungsstudie mit Meldedaten der Gesundheitsämter zu Infektionsrisiken von SchülerInnen und Personal in Schulen .....	9
WP 1 – Evidenzsynthese zum Infektions-, Erkrankungs- und Transmissionsrisiko sowie Interventionen zur Senkung dieser Risiken bei Kindern und Personal an Schulen .....	11
Erfüllte Meilensteine: .....	11
M 1.1 Umbrella Review bisheriger Übersichtsarbeiten (Stand Februar 2021) .....	11
Was haben wir gemacht? .....	11
Einschränkung in Bezug auf neue Varianten von SARS-CoV-2 .....	11
Was haben wir gefunden?.....	12
Was sind Hauptkenntnisse aus den gefundenen Arbeiten? .....	12
Zusammenfassung und Lücken .....	16
M 1.2 Systematisches Review zu Transmission und Infektionsrisiko durch SARS-CoV-2 bei Schulpersonal (Stand März 2021) .....	20
Was haben wir gemacht? .....	20
Einschränkung in Bezug auf neue Varianten von SARS-CoV-2 .....	21
Was haben wir gefunden?.....	21
Was sind Hauptkenntnisse aus den gefundenen Arbeiten? .....	21
Zusammenfassung.....	25
M 1.3 Systematisches Review zu Kosten und Kosteneffektivität von Interventionen, die in Schulen das Infektionsrisiko durch SARS-CoV-2 senken (Stand März 2021).....	27
Was haben wir gemacht? .....	27
Was haben wir gefunden?.....	27
Was sind die Hauptkenntnisse aus den gefundenen Arbeiten.....	27
Zusammenfassung und Ausblick .....	28

Referenzen .....	29
WP 2 - Beurteilung vorhandener Daten zu Infektions- und Verdachtsfällen sowie Beratung zur Verbesserung der Erhebungen.....	30
Erfüllte Meilensteine: .....	30
Durchgeführte Arbeiten .....	30
M 2.1 Bericht Monat 1 (Dezember/Januar) .....	30
Verbesserung der Datenerhebung .....	30
Darstellung des Infektionsrisikos von Schulpersonal KW46 bis KW50, 2020.....	31
Referenzen .....	32
M 2.2 Bericht Monat 2 (Januar/Februar) .....	34
Durchgeführte Arbeiten .....	34
Verbesserung der Datenerhebung .....	34
Vollständigkeit der erhobenen Daten .....	36
Weitere Auswertungsansätze in Umsetzung: .....	37
Darstellung des Infektionsrisikos von SchülerInnen KW45/2020 bis KW 5/2021 .....	37
Referenzen .....	41
M 2.3 Halbjahresbericht (Februar bis Juli 2021) .....	42
Infektionsgeschehen der letzten Monate .....	42
Verbesserung der Datenerhebung und Bestandsaufnahme der erfolgten Arbeit mit der Statistikkommission der KMK.....	48
Dashboard zum aktuellen Monitoring der Infektionssituation (Stand August 2021) .....	50
WP 3 – Infektions- und Übertragungsrisiko im und durch den Schulkontext .....	56
Erreichte Meilensteine .....	56
Infektions- und Übertragungsrisiko von SARS-CoV-2 im Schulkontext in Daten der Gesundheitsämter und Landesministerien (Stand August 2021) .....	56
Was haben wir gemacht? .....	56
Was haben wir gefunden?.....	57
Was sind die Hauptideen aus den Daten?.....	58
Maßnahmen zur Eindämmung des Infektionsgeschehens: Vergleich der S3-Leitlinie „Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle der SARS-CoV-2 Übertragung in Schulen“ und der Beschlüsse der Kultusministerien der Länder .....	66
Beitrag von Kontakten in der Schule zum Infektionsgeschehen in der Bevölkerung - infektionsdynamische Modellierung unter Berücksichtigung der statistischen Daten der KMK.....	71
Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse des WP 3 .....	79

## Zusammenfassung aktueller Ergebnisse sowie daraus folgenden Empfehlungen aus den neueren Arbeiten in WP 2 und WP 3 (August 2021)

### **Regional detailliertes Monitoring der Infektionssituation in Kombination mit kurzfristigen Vorhersagemodellen ist relevant für regionale Entscheidungsträger**

- Ein regional detailliertes Monitoring der Infektions- und der Quarantänezahlen sowie die Vorhersage von zukünftigen Infektionen sind aus unserer Sicht bei der Abschätzung von notwendigen Maßnahmen vor Ort hilfreich. Zumindest bis Frühjahr 2022 sollten daher hierfür notwendige Daten (auf Landkreisebene) weiter erhoben werden, um das schulspezifische Infektionsrisiko, das während der Infektionswellen im Herbst und Winter zu erwarten ist, besser abschätzen zu können.
- Das vorgestellte Dashboard könnte hierfür sowie für die Öffentlichkeitsinformation genutzt werden – bei hoher Nutzung bräuchte es hier ggfs. zusätzliche Ressourcen für die Instandhaltung.
- Wir halten es daher aktuell für bedauerlich, dass die auf Landkreisebene erhobenen Daten scheinbar weder für ein prospektives Monitoring im Sinne dieses dashboards genutzt werden noch fortgeführt werden sollen. Diese Daten würden aus unserer Sicht Entscheidungen vor Ort unterstützen. Die entsprechenden Strukturen der Datenerhebung könnten auch für die Dokumentierung und das Monitoring der poolbasierten Testung an Schulen verwendet werden.

### **Infektionsrisiko des Lehrpersonals**

- Im Verlauf der 2. Welle und auch zu Beginn der 3. Welle war das Infektionsrisiko von Lehrpersonal in vielen Bundesländern deutlich höher als das der Bevölkerung in der vergleichbaren Altersgruppe.
- Das Infektionsrisiko des Lehrpersonals im Vergleich zur allgemeinen Bevölkerung ist dann in den meisten Bundesländern im Rahmen der 3. Welle im Vergleich zur 2. Welle deutlich gesunken und lag in der Folge auf ähnlichen Niveaus wie das allgemeine Bevölkerungsrisiko.
- Diese Trends sind grundsätzlich sowohl durch erhöhte Testung auch schon vor der Impfkampagne, eine veränderte Exposition durch veränderte Hygieneregeln und daraus folgende Änderungen des Infektionsrisikos in den Schulen als auch durch die letztendlich einsetzende Impfkampagne zu erklären.

### **Infektionsrisiko der SchülerInnen**

- Das Infektionsrisiko von SchülerInnen sowohl aus den Landkreis- und Bundeslanddaten der KMK, als auch aus den im WP 3 erhobenen Daten lag eher selten (z.B. im Rahmen der 2. Welle) oberhalb des Bevölkerungsrisikos. Es ist zu erwarten, dass sich dies in den kommenden Monaten umkehren wird, weil die Impfabdeckung bei SchülerInnen niedriger sein wird als bei der übrigen Bevölkerung.
- Das Infektionsrisiko von SchülerInnen ist ebenfalls im Rahmen der 3. Welle deutlich zurückgegangen, nachdem zunächst eine Erhöhung der Inzidenz unter SchülerInnen festzustellen war, die am ehesten auf die Einführung von Teststrategien zurückzuführen ist.

### **Ansteckungen durch Infektionen von SchülerInnen und LehrerInnen sind sowohl in der Schule als auch im Haushaltskontext relevant und sollten reduziert werden**

- Die Wahrscheinlichkeit ebenfalls als gemeldete Infektion dem Gesundheitsamt nach relevantem Kontakt mit einem infizierten Menschen in der Schule aufzufallen, liegt nach den eingeschlossenen Daten der Gesundheitsämter in allen Pandemiephasen bei unter 3% im Gegensatz zu deutlich über 15%, wenn der Kontakt im Haushalt erfolgt. Dies ist weitgehend unabhängig davon, ob es sich bei den infizierten Menschen um SchülerInnen oder LehrerInnen handelt.
- Das Risiko für Kontakte aus dem Haushalt der infizierten Personen ebenfalls dem Gesundheitsamt als gemeldete SARS-CoV-2 Infektion aufzufallen ist im Verlauf der Pandemie deutlich angestiegen, während dieses Risiko für Kontakte aus der Schule der infizierten Personen nicht stark variiert hat.
- Der Großteil der sekundären Infektionen nach einer Infektion im Schulkontext erfolgt in den Haushalten der infizierten Schüler- oder LehrerInnen.
- Der Großteil der Kontakte von infizierten SchülerInnen und LehrerInnen findet sich in den Zeiten, in denen die Schulen weitgehend geöffnet sind, in der Schule.
- Die Höhe der sekundären Befallsrate durch Infektionen von SchülerInnen und Lehrpersonal bei Kontakten im Haushalt ist dabei ähnlich hoch wie bei Infektionen aus anderen Kontexten (z.B. Arbeits- oder Freizeitsettings). Es ist also davon auszugehen, dass bei der Verhinderung von Infektionen in der Schule die entsprechende Reduktion der Transmission in diesen Settings ähnlich hoch ist wie bei Infektionen aus anderen Settings.
- Auch nach zunehmender Nutzung von Tests und einer damit verbundenen Verringerung der Dunkelziffer sinkt die entsprechende Wahrscheinlichkeit ebenfalls ein gemeldeter Fall zu

werden für Kontakte innerhalb der Schule im verfügbaren Datenzeitraum in diesen vorläufigen Daten nicht. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass mit den eingesetzten Teststrategien ein hohes Potential besteht, weitere Ansteckungen zu verhindern, auch wenn diese hauptsächlich asymptomatische und präsymptomatische Infektionen aufdecken.

**Der Beitrag der Kontakte in der Schule zur Transmission in der Gesamtbevölkerung ist keine statische Größe und schwankt im Rahmen der Pandemie**

- Es zeigt sich, dass der Beitrag, den Kontakte von in der Schule infizierten Menschen am Infektionsgeschehen in der Bevölkerung haben, stark schwankt, selbst im Rahmen der 3. Welle. Es ist davon auszugehen, dass dieser Beitrag im Rahmen der 1. und 2. Welle ebenfalls variierte.
- Literaturanalysen (siehe auch WP 1) lassen die Vermutung zu, dass die von uns in der 3. Welle geschätzte Beitrag der Schulkontakte eher unter dem Beitrag liegt, der in der 1. und 2. Welle zu vermuten ist. Es ist gut möglich, aber mit den vorliegenden Arbeiten nicht zu zeigen, dass dies auch ein Erfolg von Teststrategien und Hygienemaßnahmen ist.

Insgesamt empfehlen wir daher eine Aufrechterhaltung sowie den Aufbau von regionalem Monitoring und Öffentlichkeitsinformation zumindest bis Frühjahr 2022 sowie die Aufrechterhaltung der aufgebauten Teststrategien und Hygienemaßnahmen entsprechend der S3-Leitlinie in den Schulen.

## Projektplan mit Meilensteinen (Stand Dezember 2020)

WP 1: Evidenzsynthese zum Infektions-, Erkrankungs- und Transmissionsrisiko und möglichen Interventionen zur Senkung dieser Risiken bei Kindern und Personal in Schulen

### **Laufzeit**

6 Monate

### **Leitende Fragen**

In diesem Rahmen möchten wir diese Hauptfragestellungen untersuchen:

1. Risiko von COVID-19 für Kinder und Schulpersonal im Vergleich zur weiteren Bevölkerung
2. Anteil des Transmissionsgeschehens in der Gesamtbevölkerung, das auf Schulkinder und Personal in Schulen zurückgeht
3. Beschreibung der Effektivität von Interventionen, die 1. oder 2. reduzieren
4. Indirekte gesundheitliche Folgen durch die COVID-19 Pandemie sowie die durchgeführten Maßnahmen bei Kindern

Wichtig ist uns bei allen o.g. Themenbereichen, dass sie im Kontext zu bekannter Literatur und Stand der Wissenschaft auch im Bereich anderer respiratorischer Infektionskrankheiten bei Kindern (z.B. Influenza oder RSV) gesehen und dargestellt werden.

### **Methodik**

Zunächst werden wir eine Übersicht der bestehenden internationalen Evidenzsynthesen zu den oben genannten Themen erstellen (Umbrella-Review). In vielen Bereichen, gerade im Bereich der Frage von Erkrankungs- und Transmissionsrisiken sind erste internationale Evidenzsynthesen erfolgt. Sollten wir dies aus sachlichen Gründen für notwendig halten – z.B., weil der Datenkollektionszeitraum insbesondere Zeiträume mit hohen Kontaktreduktionsmaßnahmen umfasst (Lockdown) – so würden wir Updates dieser Evidenzsynthesen anstreben. Bei den Fragestellungen zum Infektionsrisiko von Schulpersonal ebenso wie bei Interventionen, die das Infektionsrisiko in Schulen senken können, gibt es bisher wenig Evidenzsynthese. In diesen Bereichen würden wir eigene Evidenzsynthesen durchführen.

### **Meilensteine**

Ergebnisse werden in den Monaten 2 (Umbrella-review), 3 (Schulpersonal und Kosteneffektivität) und 6 des Projekts (einzelne systematische Reviews) verfügbar sein.

### **Beteiligte Partner**

Abteilung Epidemiologie, Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Uniklinik Köln

Institut für Medizinische Statistik und Bioinformatik, Universität Köln

Institut für Gesundheitsökonomie und klinische Epidemiologie, Universität Köln

WP 2: Beurteilung vorhandener Daten zu Infektions- und Verdachtsfällen bei Schülern und Lehrern und Beratung zur Verbesserung der Erhebungen

### **Laufzeit**

6 Monate

### **Leitende Fragen**

1. Lässt sich aus den vorhandenen – von den Ländern gesammelten– Daten etwas zu dem Infektions- und Quarantänerisiko von SchülerInnen, LehrerInnen und weiterem Schulpersonal im Vergleich zur Gesamtbevölkerung ableiten?
2. Lässt sich etwas zum Einfluss der regionalen Infektionsaktivitäten und durchgeführten Maßnahmen auf das Infektions- und Quarantänerisiko ableiten?
3. Welche weiteren Datenerhebungen sind in welcher Form notwendig?

### **Methodik**

Die vorhandenen Daten werden in der aktuellen Form und über die Zeit gesichtet und exploriert. Ratios zwischen Infektions- und Verdachtsfällen werden für jede Region mit 95% Konfidenzintervallen gebildet unter Einbezug der bekannten Testzahlen und Testpositivanteilen der Region. Ratios zwischen Infektionsraten bei SchülerInnen und LehrerInnen und Infektionsraten vergleichbarer Altersgruppen in der entsprechenden Region werden mit 95% Konfidenzintervallen beschrieben. Die Veränderung der Infektionsraten und der o.g. Ratios durch die regionale Infektionsdynamik sowie getroffene Maßnahmen wird in Ereigniszeitanalysen – so anhand der vorhandenen Daten möglich – untersucht. In einem kontinuierlichen Prozess wird eine Verbesserung der erhobenen Datenbasis in den ersten zwei Monaten erreicht.

### **Meilensteine**

Kontinuierliche monatliche Berichte zu den vorhandenen Daten werden erstellt ab Monat 2. Nach drei Monaten wird ein Bericht zu notwendigen Daten und notwendigen Datenerhebungen erstellt. Nach sechs Monaten werden die vorgenommenen Veränderungen am System der Datenerhebung erneut beurteilt.

## **Beteiligte Partner**

Abteilung Epidemiologie, Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

Institut für Medizinische Statistik und Bioinformatik, Universität Köln

WP 3: Retrospektive Beobachtungsstudie mit Meldedaten der Gesundheitsämter zu Infektionsrisiken von SchülerInnen und Personal in Schulen

## **Laufzeit**

9 Monate

## **Leitende Fragen**

In diesem Rahmen möchten wir drei Hauptfragestellungen untersuchen:

1. Risiko von COVID-19 für Kinder und Schulpersonal im Vergleich zur weiteren Bevölkerung
2. Anteil des Transmissionsgeschehens in der Gesamtbevölkerung, das auf Schulkinder und Personal in Schulen zurückgeht
3. Beschreibung und Effektivität von Interventionen, die 1. oder 2. reduzieren

## **Methodik**

Zunächst erfolgt eine Erstellung und Einreichung entsprechender Ethikanträge, Kooperationsverträge und eines Datenschutzkonzepts. Dann folgt die Durchführung einer retrospektiven Beobachtungsstudie auf Basis von Meldedaten ausgewählter Gesundheitsämter. Die Datenauswertung wird im Zeitraum 02/20-02/21 durchgeführt. Die Endpunkte sind die Erhebung des regionalen Anteils der SchülerInnen und des Schulpersonals an den Infektions- und Quarantänemeldungen, der Beitrag von SchülerInnen und Schulpersonal zu Infektionsclustern und -umfeldern im regionalen Kontext sowie das Infektionsrisiko von SchülerInnen und Schulpersonal in Infektionsclustern und -umfeldern. Schließlich wird der Einfluss verschiedener regionaler Strategien der Infektionsvermeidung in Schulen auf die o.g. Endpunkte analysiert.

## **Meilensteine**

Ethikantrag und Datenschutzkonzept gemeinsam mit kooperationsbereiten Gesundheitsämtern gestellt (Monat 3). Retrospektive Datenerhebung 02/20-02/21 abgeschlossen (Monat 6). Datenanalyse und Bericht (Monat 9).

## **Beteiligte Partner**



Abteilung Epidemiologie, Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Uniklinik Köln

Institut für Medizinische Statistik und Bioinformatik, Universität Köln

Institut für Gesundheitsökonomie und klinische Epidemiologie, Universität Köln

## WP 1 – Evidenzsynthese zum Infektions-, Erkrankungs- und Transmissionsrisiko sowie Interventionen zur Senkung dieser Risiken bei Kindern und Personal an Schulen

Erfüllte Meilensteine: COVID-SCHULEN, WP 1, Meilenstein 1.1 Umbrella Review, 1.2 Rapid Review zur Transmission von SARS-CoV-2 bei Schulpersonal

### M 1.1 Umbrella Review bisheriger Übersichtsarbeiten (Stand Februar 2021)

Was haben wir gemacht?

Wir haben in systematischer Art und Weise am 16.11.2020 und am 08.01.2021 die internationale Literatur nach systematischen Übersichtsarbeiten durchsucht. Die gefundenen Arbeiten wurden ausgewertet und auf ihre Qualität hin untersucht. Durch die Fokussierung auf bestehende systematische Übersichtsarbeiten wird vermieden, Reviews zu Themen zu duplizieren, zu denen bereits breite Sammlungen und Sichtungen der Literatur an anderer Stelle vorliegen. Systematische Übersichtsarbeiten von Einzelarbeiten, bei denen Lücken identifiziert wurden, erfolgen aktuell. Insgesamt wird durch diese Methodik eine selektive Auswahl von Einzelstudien vermieden und die Breite des vorhandenen Wissens dargestellt.

Eine Registrierung der hier durchgeführten Übersichtsarbeit in einem Studienregister hat stattgefunden (PROSPERO CRD42021231866). Eine vorläufige Version des vollständigen Manuskripts dieser Übersichtsarbeit ist ebenfalls zur Verfügung gestellt worden; diese ist aktuell noch nicht peer-reviewed (Anhang 1; WP 1 Projekt COVID-SCHULEN, Meilenstein 1.1).

### Einschränkung in Bezug auf neue Varianten von SARS-CoV-2

In diese Arbeit konnten noch keine Informationen zu neueren, in der Übertragbarkeit veränderten Varianten von SARS-CoV-2 eingehen. Diese führen nach bisherigem Wissenstand insbesondere zu einer erhöhten Transmission und hätten somit Konsequenzen für die hier berichteten Erkenntnisse zu Transmissionsparametern und dem Effekt von Maßnahmen in Schulen auf die Transmission von SARS-CoV-2. Es gibt Hinweise, dass die Variante B.1.1.7 auch zu schwereren Verläufen führt. Inwieweit die erhöhte Transmission oder die schwereren Verläufe sich in unterschiedlichen Altersgruppen noch einmal unterscheiden ist bisher nicht vollständig geklärt. Insbesondere die deutlich erhöhte Transmission führt aber dazu, dass, um auch bei dieser Variante exponentielles Wachstum zu verhindern, deutlich effektivere Kontaktreduktionsmaßnahmen notwendig sind. Aktuell gehen unterschiedliche Modellierungen davon aus, dass für eine Kontrolle der neuen Variante bei noch Überwiegen der alten Variante aktuell ein  $R_t$  von 0,7 notwendig ist; dieses ist bisher in Deutschland

nur mit sehr strengen Kontaktreduktionsmaßnahmen, die Schulschließungen beinhalteten, erreicht worden (1-3).

Was haben wir gefunden?

Wir fanden 38 systematische Übersichtsarbeiten (10 bis 54 eingeschlossene Einzelstudien je Arbeit) (4-41).

Die systematischen Reviews bewerteten:

- COVID-19 bei Kindern (5, 8, 10-13, 16, 18, 21, 24, 26, 28, 30, 33, 34, 41)
- Langzeitkomplikationen und das multisystemische Inflammationssyndrom bei Kindern (4, 7, 22, 29, 39, 40)
- Übertragungsparameter von SARS-CoV-2 in Haushalt und Schule (9, 15, 20, 23, 28, 34, 38, 41, 42)
- Wirksamkeit von Schulschließungen (6, 17, 27, 32, 35, 37)
- Maßnahmen in Schulen zur Reduzierung des dortigen Infektionsgeschehens (14, 19)

Was sind Haupteckkenntnisse aus den gefundenen Arbeiten?

*Verlauf und Komplikationen von COVID-19 bei Kindern*

Das Erkrankungsrisiko und die Folgen nach Infektion mit SARS-CoV-2 bei Kindern abzuschätzen, ist relevant für Entscheidungen, die z.B. hinsichtlich von Grenzwerten für das Infektionsgeschehen innerhalb von Schulen getroffen werden müssen.

Systematische Übersichtsarbeiten, die die klinischen Merkmale und den Schweregrad während einer COVID-19 Erkrankung bei Kindern bewerten, berichten generell von einem milden Krankheitsverlauf bei Kindern (21). Der Anteil der asymptomatischen Kinder reichte von 20% (11) bis 78% (28); in einer Übersichtsarbeit lag die Spanne zwischen 14 und 42 %, meist bei Kindern im Krankenhaus (36). Der Anteil der asymptomatischen Kinder war bei Kindern, die jünger als ein Jahr waren, geringer (6%)(11). Der Anteil der Kinder, die einen Krankenhausaufenthalt und eine Aufnahme auf der Intensivstation benötigten, reichte von 1 bis 15 %: Dieser war sowohl bei Kindern unter 1 Jahr (bis zu 30% der Fälle) als auch bei Kindern mit mehreren Vorerkrankungen höher. In einer systematischen Übersichtsarbeit über die Auswirkungen jeglicher Komorbiditäten auf die Sterblichkeit bei Kindern war die Sterblichkeit bei denjenigen mit Komorbiditäten 1,8-mal höher (RR 1,8, 95% CI 1,3-2,5, I<sup>2</sup> 94%)(33). Todesfälle bei Kindern im Schulalter mit COVID-19 Erkrankungen sind seltene Ereignisse und werden mit einer Häufigkeit von 0,01 % aller Kinder mit SARS-CoV-2 Infektion (16) berichtet.

Zur Beurteilung des Erkrankungsrisikos bei Schülern ist nicht nur die Betrachtung der akuten COVID-19 Erkrankung relevant, sondern auch mögliche Langzeitkomplikationen. Übersichtsarbeiten zu dem mit COVID-19 assoziierten multisystemischen Inflammationssyndrom bei Kindern (MIS-C) fassen über

950 Kinder mit diesem Syndrom zusammen. Es tritt in diesen Arbeiten in einem mittleren Alter von 9 Jahren auf. Bei 80% der stationär aufgenommenen Kinder war eine Aufnahme auf die Intensivstation und bei 5 bis 7% davon die Durchführung einer ECMO erforderlich. In diesen Studien starben zwischen 1 und 1,9% der Kinder mit MIS-C (7, 39, 40).

In den hier genannten Studien werden Fallberichte und Fallserien zu Kindern mit MIS-C zusammengestellt. Aus diesen Studien lässt sich somit bisher kein Rückschluss auf das tatsächliche Vorkommen (die Inzidenz) dieser Erkrankung oder anderer Langzeitkomplikationen nach einer SARS-CoV-2 Infektion ziehen. Dies wäre entscheidend, um das Erkrankungsrisiko von SchülerInnen nach einer SARS-CoV-2-Infektion zu beurteilen (22).

#### *Transmission von SARS-CoV-2 bei Kindern und in Schulen*

Insgesamt zeigt sich in allen Arbeiten übereinstimmend, dass Kinder für die Übertragung von SARS-CoV-2 empfänglich sind und zu dieser beitragen. Die Transmission von SARS-CoV-2 bestimmt sich letztendlich durch das Infektionsrisiko/die Anfälligkeit einzelner Personen, die Infektiosität dieser Personen und die Anzahl, Häufigkeit und Intensität der Kontakte dieser Personen.

Hinsichtlich der Anfälligkeit und des Infektionsrisikos einzelner Kinder berichten Übersichtsarbeiten eine geringere Anfälligkeit bei jüngeren Kindern (<10 Jahre) im Vergleich zu älteren Kindern oder Erwachsenen aus Seroprävalenz- und anderen bevölkerungsbasierten Studien – also Arbeiten, in denen das Problem der Dunkelziffer in Meldedaten durch breite oder häufige Testungen von asymptomatischen Kindern verringert wird. Die Studien hierzu wurden zumeist in den ersten Monaten der Pandemie durchgeführt, als in vielen Ländern die Bildungseinrichtungen geschlossen waren oder eine geringe Verbreitung in der Bevölkerung vorlag (34) (3). Es ist also gut möglich, dass diese verminderte Anfälligkeit hauptsächlich darauf beruht, dass Kinder zu diesem Zeitpunkt einem geringeren Infektionsrisiko ausgesetzt waren, z.B. weil sie weniger Kontakte zu infizierten Personen hatten. Auf der anderen Seite wird auch über mögliche andere Gründe für eine geringere Anfälligkeit, insbesondere unterschiedliche immunologische Reaktionen oder eine bestehende Immunität gegenüber anderen endemischen Coronaviren, diskutiert (43-45).

Hinsichtlich der Virusausscheidung als Maß für die Infektiosität zeigt sich bei Erwachsenen, dass eine längere Dauer der Virusausscheidung mit einem höheren Alter verbunden ist. Daten zu Kindern liegen nur in wenigen Studien vor. Hier wurde kein Hinweis auf eine höhere Viruslast bei Kindern im Vergleich zu Erwachsenen gefunden (9); am ehesten wird aktuell von einer ähnlichen Infektiosität infizierter auch kleinerer Kinder im Vergleich zu Jugendlichen und Erwachsenen ausgegangen.

Bezüglich der Übertragung in Schulen werden wenige sekundäre Fälle durch infizierte Kinder in Schulen und einem Überwiegen der Übertragung von Erwachsenen auf Kinder berichtet (20, 34). Eine

Übersichtsarbeit zur Übertragung im schulischen Umfeld schloss 11 Studien ein. In einer übergreifenden Analyse ergab sich, dass nach einem Infektionsfall 0,15 % der SchülerInnen in einer Schule und 0,70 % des Personals in Schulen infiziert wurden (46).

Die effektive Verbreitung in offenen Schulen und Kinderbetreuungseinrichtungen ist entscheidend von der regionalen Infektionsdynamik abhängig. Dies steht im Einklang mit ungewichteten Daten aus einer sequenziellen Querschnittsstudie einer (nicht repräsentativen) Stichprobe von Schulen in Großbritannien, die einen Anstieg der Infektionen und der Übertragung in Haushalte, insbesondere bei SchülerInnen im Alter von > 11 Jahren, zeigt. Dies wurde nach der Einführung allgemeiner Kontaktbeschränkungen im Oktober, November und Dezember 2020 beobachtet, jedoch bei laufendem Schulbetrieb und ohne allgemeine Verpflichtung für Kinder und LehrerInnen, einen Mund-Nasen-Schutz zu tragen (47).

Die Übersichtsarbeiten in dieser Studie befassten sich mit Anfälligkeit, Infektiosität und Übertragung, aber keine befasste sich mit der veränderten Kontaktstruktur, z. B. hinsichtlich der Häufigkeit oder Intensität von Schülerkontakten während der Pandemie.

#### *Effekt von Schulschließungen*

Insgesamt zeigt sich in den Übersichtsarbeiten, dass Schulschließungen effektive Instrumente zur Eindämmung der Epidemie sind, allerdings nicht als Einzelmaßnahme (35, 37). Zwei Studien analysierten die Wirksamkeit verschiedener nicht-pharmazeutischer Interventionsmaßnahmen (NPI) auf Fall- und Reproduktionszahlen auf Länderebene und werten Schulschließungen als eines der effektivsten untersuchten Instrumente.

In einer Studie werden die Effekte verschiedener NPI in 131 Ländern analysiert. Hier ist der Effekt der Schulschließung auf die Infektionsaktivität der Bevölkerung eine 15%ige Reduktion der effektiven Reproduktionszahl; mit einem breiten 95%-Konfidenzintervall, das sowohl eine 34%ige Reduktion als auch einen 10%igen Anstieg einschließt (17).

Eine weitere Studie zeigte eine Reduktion des  $R_t$  um 38% (16 bis 54 %) in 41 Ländern in der ersten Phase der Pandemie (48). Die gefundenen Arbeiten zeigen auch, dass der Effekt von Schulöffnungen nicht die Umkehrung des Effekts von Schulschließungen ist. Beide Studien kommen zu dem Schluss, dass es eine erhebliche Heterogenität in den Wirksamkeitsmaßen und eine erhebliche regionale Variabilität gibt.

Eine Übersichtsarbeit aus dem Januar 2021 bestätigt dies. Sie umfasst 10 Einzelstudien und weist ebenfalls auf eine hohe Variabilität der Wirksamkeit von Schulschließungen und -öffnungen in unterschiedlichen Regionen und unterschiedlichen infektionsepidemiologischen Situationen hin.

Effekte von Schulschließungen in den eingeschlossenen Einzelstudien reichen hier von 0 bis zu 62% Reduktion der Transmission in der Bevölkerung (35).

Die Auswirkung der Schließung oder teilweisen Schließung von Schulen auf die SARS-CoV-2-Gemeinschaftsübertragung lässt sich nicht direkt aus den Infektionen ableiten, die dem schulischen Umfeld zugeschrieben werden, da Schulschließungen weitere indirekte Effekte haben. Dazu gehört eine Verringerung der Infektionen bei Kindern oder Schulpersonal durch seltenere Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel und weniger Freizeitkontakte (6) sowie weniger Infektionen im Allgemeinen, da die Eltern zu Hause bleiben. Darüber hinaus werden Schulschließungen als Zeichen der Ernsthaftigkeit der Epidemie wahrgenommen und können persönliche Einschränkungen verstärken (37). Die verfügbare Evidenzsynthese beschreibt Schulschließungen aus dem ersten Teil der Pandemie, so dass Hinweise zum Effekt von Schulschließungen oder -öffnungen bei verstärkten Kontaktreduktionsmaßnahmen in Schulen oder zu späteren Zeitpunkten der Pandemie bei verminderter Akzeptanz vieler Kontaktreduktionsmaßnahmen in der Bevölkerung noch nicht vorliegen.

Die Effektivität von Schulschließungen kann durch Entlastungsmaßnahmen für Familien und Kinder erhöht und deren negative Folgen reduziert werden. Wir fanden jedoch weder eine spezifische Evidenzsynthese zu solchen Mitigationsstrategien noch zu den negativen Auswirkungen von Schulschließungen auf Kinder oder die Bevölkerung. Eine vom ECDC vorgelegte unsystematische Literaturübersicht deutet jedoch auf schwerwiegende nachteilige Auswirkungen auf die Gesundheit, die Inanspruchnahme der Gesundheitsfürsorge und die Bildung der Kinder sowie auf wirtschaftliche Auswirkungen auf Eltern und die Bevölkerung hin (49).

Die Entscheidung, Schulen bei bestimmter regionaler oder nationaler Infektionsdynamik zu schließen und auch wieder zu öffnen, ist daher eine Abwägungsentscheidung. Sie muss abwägen zwischen den negativen Auswirkungen für Kinder - die von der COVID-19 Erkrankung als solcher weniger betroffen sind - und den schützenden Effekten für das Schulpersonal und die Bevölkerung durch die reduzierte Übertragung. Diese Abwägung ist abhängig vom aktuellen Infektionsgeschehen sowohl in der Bevölkerung als auch in den Schulen, bei SchülerInnen und Schulpersonal, das entsprechend detailliert beobachtet werden sollte.

Diese fortlaufende Beobachtung der Infektionssituation an Schulen ist auch deswegen entscheidend, weil eine Impfung im Kindesalter bisher nicht zugelassen ist und Infektionen in Schulen entsprechend auch noch zu erwarten sind, wenn in anderen Bevölkerungsgruppen ein Effekt von hohen Impfraten bereits eintritt.

### *Infektionsschutzmaßnahmen in Schulen*

Wir fanden zwei Übersichtsarbeiten zu den Auswirkungen von schulischen Maßnahmen auf die SARS-CoV-2-Übertragung in Schulen und in der Bevölkerung. Nicht-pharmazeutische Maßnahmen in Schulen (wie z. B. das Tragen von Mund-Nasen-Schutz, Händehygiene, Abstandhalten, Lüften) sind in Deutschland und international bereits weit verbreitet und effektiv.

In Bezug auf organisatorische Maßnahmen wurde insbesondere gezeigt, dass Gesichtsmasken, Handhygiene und allgemeine physische Distanzierung die Übertragung von SARS-CoV-2 reduzieren. Maßnahmen zur Reduzierung von Kontakten, wie z. B. gestaffelte Ankunft, schrittweise Wiedereröffnung und Wechselunterricht, zeigten in Modellierungsstudien ebenfalls Wirkung auf die effektive Reproduktionszahl und die Anzahl der Infektionen. Strukturelle Maßnahmen umfassten Veränderungen, die die physische Distanzierung erleichterten, wie z. B. die Aufteilung des Schulhofs, der Abstand zwischen den Schulbänken sowie unterschiedliche Belüftungssysteme. Hier wurde ebenfalls festgestellt, dass die Übertragung von SARS-CoV-2 in der Schule reduziert wurde. Drittens wurden Überwachungsmaßnahmen in Bezug auf Tests und Rückverfolgung von Fällen und Kontakten bewertet (14).

Fachgesellschaften haben sich derart positioniert, dass das Tragen von Mund-Nasen-Schutz in öffentlichen Verkehrsmitteln und in Schulen und Kinderbetreuungseinrichtungen ab dem Alter von 10 Jahren (optional ab dem Alter von 6 Jahren) zum Schutz vor einer Übertragung als sicher und praktikabel angesehen wird (47). Ein häufiges Screening auf SARS-CoV-2 in Schulen kann dazu beitragen, Schulen offen zu halten und über das aktuelle Infektionsrisiko bei SchülerInnen und Personal zu informieren (50).

### *Zusammenfassung und Lücken*

In Zukunft sollten systematische Reviews und insbesondere Meta-Analysen Transmissionsparameter und Maßnahmen im Kontext der bestehenden Infektionsdynamik und der bereits implementierten Maßnahmen zur Kontaktreduktion beschreiben und stratifizieren, um gepoolte Ergebnisse für regionale Entscheidungsträger nützlich zu machen. Nach unserer Einschätzung sollten sich künftige systematische Übersichtsarbeiten in diesem Themengebiet, um für die Entscheidungsträger nützlich zu sein, auf folgendes fokussieren:

- i) die Häufigkeit von Langzeitfolgen von COVID-19 bei Schulkindern
- ii) Kontaktmuster, Häufigkeit und Intensität von Schulkindern während der Pandemie
- iii) das Infektions- und Krankheitsrisiko bei Schulpersonal
- iv) die Zusammenfassung der Literatur zu gesundheitlichen Auswirkungen von Schulschließungen bei Kindern

- v) Effekt von Strategien zur Abmilderung von negativen Folgen von Schulschließungen, wenn diese durchgeführt werden müssen
- vi) Nutzen und Kosten von Interventionen, die in Schulen zur Verringerung der Übertragung von SARS-CoV-2 durchgeführt werden, inklusive Screening und Testinterventionen



Tabelle 1 Kartierung der identifizierten systematischen Übersichten und Meta-Analysen in Schlüsselthemen, Qualität und Aktualität der Suche

Wichtige Themen	Themen	N identifizierte Prüfungen	Mäßige oder hochwertige Bewertungen (angepasst von AMSTAR-2)	Aktualität der einbezogenen Nachweise, Monat der letzten Suche, 2020
Klinische Merkmale und Verlauf der Erkrankung bei Kindern	Hauptsymptome	11	3	Juni
	Klinische Merkmale und Anzeichen, Anteil der asymptomatischen	12	6	Juli
	Einfluss von Komorbiditäten	10	6	Oktober
	Anteil an ICU, ECMO oder Tod	12	7	Oktober
	Langfristige Komplikationen	8	3	Nov
Übertragungsparameter bei Kindern in: Haushalten und Schulen	Anfälligkeit von Kindern und Altersabhängigkeit	4	2	September
	Secondary attack rates in Haushalten	6	3	Oktober
	Secondary attack rates von Kindern und Personal in Schulen	3	2	September
	Viruslast oder virale Ausscheidung bei Kindern	2	1	Juni
	Häufigkeit und Art der Kontakte von Kindern während der COVID-19-Pandemie			
Auswirkungen von Schulschließungen auf Kinder und die Bevölkerung	Zur Übertragung von SARS-CoV-2 in der Bevölkerung	6	4	Juli
	Zur Übertragung von SARS-CoV-2 bei Kindern			
	Unerwünschte Wirkungen bei Kindern			
	Unerwünschte Wirkungen in der Bevölkerung			
Maßnahmen in Schulen zur Reduzierung der Übertragung von SARS-CoV-2	Wirkung von Maßnahmen zur Reduzierung der Verbreitung von SARS-CoV-2 in Schulen	2	1	Oktober
	Unerwünschte Wirkungen			
	Kosteneffizienz			
Maßnahmen in der Bevölkerung zur Verlängerung der Öffnungszeiten von Schulen	Wirkung auf Kinder			
	Auswirkung auf die Bevölkerung			
Indirekte Auswirkungen der Epidemie auf Kinder	Psychische Gesundheit	2	1	Juni
	Inanspruchnahme des Gesundheitswesens			
	Körperliche Gesundheit			

1. ECDC. Risk Assessment: Risk related to spread of new SARS-CoV-2 variants of concern in the EU/EEA - first update. 2020.
2. al VEe. Report 42: Transmission of SARS-CoV-2 Lineage B.1.1.7 in England: Insights from linking epidemiological and genetic data. preprint. 2020
3. NERVTAG. NERVTAG note on B.1.1.7 severity. 2020.
4. Aronoff SC, Hall A, Del Vecchio MT. The Natural History of SARS-Cov-2 Related Multisystem Inflammatory Syndrome in Children (MIS-C): A Systematic Review. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*. 2020.
5. Bhuiyan MU, Stiboy E, Hassan MZ, Chan M, Islam MS, Haider N, et al. Epidemiology of COVID-19 infection in young children under five years: A systematic review and meta-analysis. *Vaccine*. 2020.
6. Brauner JM, Mindermann S, Sharma M, Johnston D, Salvatier J, Gavenciak T, et al. Inferring the effectiveness of government interventions against COVID-19. *Science (New York, NY)*. 2020.
7. Bustos BR, Jaramillo-Bustamante JC, Vasquez-Hoyos P, Cruces P, Díaz F. Pediatric Inflammatory Multisystem Syndrome Associated With SARS-CoV-2: A Case Series Quantitative Systematic Review. *Pediatric emergency care*. 2021;37(1):44-7.
8. Castro-Rodriguez JA, Forno E. Asthma and COVID-19 in children: A systematic review and call for data. *Pediatric pulmonology*. 2020.
9. Cevik M, Tate M, Lloyd O, Maraolo AE, Schafers J, Ho A. SARS-CoV-2, SARS-CoV, and MERS-CoV viral load dynamics, duration of viral shedding, and infectiousness: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Microbe*. 2021;2(1):e13-e22.
10. Christophers B, Gallo Marin B, Oliva R, Powell WT, Savage TJ, Michelow IC. Trends in clinical presentation of children with COVID-19: a systematic review of individual participant data. *Pediatric research*. 2020.
11. Cui X, Zhao Z, Zhang T, Guo W, Guo W, Zheng J, et al. A systematic review and meta-analysis of children with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Journal of medical virology*. 2020.
12. de Souza TH, Nadal JA, Nogueira RJN, Pereira RM, Brandão MB. Clinical manifestations of children with COVID-19: A systematic review. *Pediatric pulmonology*. 2020;55(8):1892-9.
13. He J, Guo Y, Mao R, Zhang J. Proportion of asymptomatic coronavirus disease 2019: A systematic review and meta-analysis. *Journal of medical virology*. 2021;93(2):820-30.
14. Krishnaratne S, Pfadenhauer LM, Coenen M, Geffert K, Jung-Sievers C, Klinger C, et al. Measures implemented in the school setting to contain the COVID-19 pandemic: a scoping review. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2020;12:CD013812.
15. Lei H, Xu X, Xiao S, Wu X, Shu Y. Household transmission of COVID-19-a systematic review and meta-analysis. *The Journal of infection*. 2020.
16. Levin AT, Hanage WP, Owusu-Boaitey N, Cochran KB, Walsh SP, Meyerowitz-Katz G. Assessing the age specificity of infection fatality rates for COVID-19: systematic review, meta-analysis, and public policy implications. *European journal of epidemiology*. 2020;35(12):1123-38.
17. Li Y, Campbell H, Kulkarni D, Harpur A, Nundy M, Wang X, et al. The temporal association of introducing and lifting non-pharmaceutical interventions with the time-varying reproduction number ( $R_t$ ) of SARS-CoV-2: a modelling study across 131 countries. *The Lancet Infectious Diseases*.
18. Liu C, He Y, Liu L, Li F, Shi Y. Children with COVID-19 behaving milder may challenge the public policies: a systematic review and meta-analysis. *BMC pediatrics*. 2020;20(1):410.
19. Lo Moro G, Sinigaglia T, Bert F, Savatteri A, Gualano MR, Siliquini R. Reopening Schools during the COVID-19 Pandemic: Overview and Rapid Systematic Review of Guidelines and Recommendations on Preventive Measures and the Management of Cases. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(23).
20. Ludvigsson JF. Children are unlikely to be the main drivers of the COVID-19 pandemic - A systematic review. *Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*. 2020;109(8):1525-30.
21. Ludvigsson JF. Systematic review of COVID-19 in children shows milder cases and a better prognosis than adults. *Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*. 2020;109(6):1088-95.
22. Ludvigsson JF. Case report and systematic review suggest that children may experience similar long-term effects to adults after clinical COVID-19. *Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*. 2020.
23. Madewell ZJ, Yang Y, Longini IM, Jr., Halloran ME, Dean NE. Household Transmission of SARS-CoV-2: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA network open*. 2020;3(12):e2031756.
24. Mehta NS, Mytton OT, Mullins EWS, Fowler TA, Falconer CL, Murphy OB, et al. SARS-CoV-2 (COVID-19): What do we know about children? A systematic review. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2020.
25. Nearchou F, Flinn C, Niland R, Subramaniam SS, Hennessy E. Exploring the Impact of COVID-19 on Mental Health Outcomes in Children and Adolescents: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(22).
26. Nino G, Zember J, Sanchez-Jacob R, Gutierrez MJ, Sharma K, Linguraru MG. Pediatric lung imaging features of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Pediatric pulmonology*. 2021;56(1):252-63.
27. Nussbaumer-Streit B, Mayr V, Dobrescu AI, Chapman A, Persad E, Klerings I, et al. Quarantine alone or in combination with other public health measures to control COVID-19: a rapid review. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2020(9).
28. Panahi L, Amiri M, Pouy S. Clinical Characteristics of COVID-19 Infection in Newborns and Pediatrics: A Systematic Review. *Archives of academic emergency medicine*. 2020;8(1):e50.
29. Panda PK, Sharawat IK, Panda P, Natarajan V, Bhakat R, Dawman L. Neurological Complications of SARS-CoV-2 Infection in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of tropical pediatrics*. 2020.
30. Patel NA. Pediatric COVID-19: Systematic review of the literature. *American journal of otolaryngology*. 2020;41(5):102573.
31. Stavridou A, Stergiopoulou AA, Panagoulis E, Mesiris G, Thirios A, Mouggiakos T, et al. Psychosocial consequences of COVID-19 in children, adolescents and young adults: A systematic review. *Psychiatry and clinical neurosciences*. 2020;74(11):615-6.
32. Suk JE, Vardavas C, Nikitara K, Phalkey R, Leonardi-Bee J, Pharris A, et al. The role of children in the transmission chain of SARS-CoV-2: a systematic review and update of current evidence. *medRxiv : the preprint server for health sciences*. 2020.
33. Tsankov BK, Allaire JM, Irvine MA, Lopez AA, Sauvé LJ, Vallance BA, et al. Severe COVID-19 Infection and Pediatric Comorbidities: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International journal of infectious diseases : IJID : official publication of the International Society for Infectious Diseases*. 2020;103:246-56.
34. Viner RM, Mytton OT, Bonell C, Melendez-Torres GJ, Ward J, Hudson L, et al. Susceptibility to SARS-CoV-2 Infection Among Children and Adolescents Compared With Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA pediatrics*. 2020.
35. Viner RM, Russell SJ, Croker H, Packer J, Ward J, Stansfield C, et al. School closure and management practices during coronavirus outbreaks including COVID-19: a rapid systematic review. *The Lancet Child & adolescent health*. 2020;4(5):397-404.

36. Viner RM, Ward JL, Hudson LD, Ashe M, Patel SV, Hargreaves D, et al. Systematic review of reviews of symptoms and signs of COVID-19 in children and adolescents. *Archives of disease in childhood*. 2020.
37. Walsh S, Chowdhury A, Russell S, Braithwaite V, Ward J, Waddington C, et al. Do school closures reduce community transmission of COVID-19? A systematic review of observational studies. medRxiv : the preprint server for health sciences. 2021:2021.01.02.21249146.
38. Xu W, Li X, Dozier M, He Y, Kirolos A, Lang Z, et al. What is the evidence for transmission of COVID-19 by children in schools? A living systematic review. *Journal of global health*. 2020;10(2):021104-.
39. Yasuhara J, Kuno T, Takagi H, Sumitomo N. Clinical characteristics of COVID-19 in children: A systematic review. *Pediatric pulmonology*. 2020.
40. Yasuhara J, Watanabe K, Takagi H, Sumitomo N, Kuno T. COVID-19 and multisystem inflammatory syndrome in children: A systematic review and meta-analysis. *Pediatric pulmonology*. 2021.
41. Zheng B, Wang H, Yu C. An increasing public health burden arising from children infected with SARS-CoV2: A systematic review and meta-analysis. *Pediatric pulmonology*. 2020;55(12):3487-96.
42. Mehta NS, Mytton OT, Mullins EWS, Fowler TA, Falconer CL, Murphy OB, et al. SARS-CoV-2 (COVID-19): What Do We Know About Children? A Systematic Review. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2020;71(9):2469-79.
43. Ng KW, Faulkner N, Cornish GH, Rosa A, Harvey R, Hussain S, et al. Preexisting and de novo humoral immunity to SARS-CoV-2 in humans. *Science (New York, NY)*. 2020;370(6522):1339-43.
44. Carsetti R, Quintarelli C, Quinti I, Piano Mortari E, Zumla A, Ippolito G, et al. The immune system of children: the key to understanding SARS-CoV-2 susceptibility? *The Lancet Child & Adolescent Health*. 2020;4(6):414-6.
45. Cristiani L, Mancino E, Matera L, Nenna R, Pierangeli A, Scagnolari C, et al. Will children reveal their secret? The coronavirus dilemma. *European Respiratory Journal*. 2020;55(4):2000749.
46. Xu W, Li X, Dozier M, He Y, Kirolos A, Lang Z, et al. What is the evidence for transmission of COVID-19 by children in schools? A living systematic review. medRxiv : the preprint server for health sciences. 2020:2020.10.11.20210658.
47. DGPI. Stellungnahme von DGPI, bvkj, DGKJ, GPP und SGKJ zur Verwendung von Masken bei Kindern zur Verhinderung der Infektion mit SARS-CoV-2 (Stand 12.11.2020). 2020.
48. Brauner JM, Mindermann S, Sharma M, Johnston D, Salvatier J, Gavenčiak T, et al. Inferring the effectiveness of government interventions against COVID-19. *Science (New York, NY)*. 2020:eabd9338.
49. ECDC. COVID-19 in children and the role of school settings in transmission – first update. ECDC; 2020.
50. Rafiei Y, Mello MM. The Missing Piece - SARS-CoV-2 Testing and School Reopening. *N Engl J Med*. 2020;383(23):e126.

## M 1.2 Systematisches Review zu Transmission und Infektionsrisiko durch SARS-CoV-2 bei Schulpersonal (Stand März 2021)

Was haben wir gemacht?

Nach einer Bewertung der Evidenzlage in verschiedenen Themengebieten auf Grundlage von Übersichtsarbeiten erfolgte im zweiten Schritt ein systematisches Review zu Transmission und Infektionsrisiko bei Schulpersonal mit Fokus auf Transmissionsdynamik innerhalb dieser und Transmissionsrichtungen vom und zum Schulpersonal sowie dem Infektionsrisiko des Schulpersonals.

Eine Registrierung der hier durchgeführten Übersichtsarbeit in einem Studienregister hat stattgefunden (PROSPERO).

Eine systematische Suche nach Studien zu SARS-CoV-2 an Schulen und unter Schulpersonal und SchülerInnen wurde am 16.11.2020 durchgeführt und am 29.01.2021 aktualisiert. Es wurden 1784 wissenschaftliche Artikel gefunden, welche sowohl wissenschaftliche Veröffentlichungen sowie Berichte und Daten von Gesundheitsämtern und –ministerien einschließen. Alle Studien wurden auf ihre Relevanz und Qualität hin von zwei Wissenschaftlern bewertet. Insgesamt wird durch diese Methodik eine selektive Auswahl von Einzelstudien vermieden und die Breite des vorhandenen Wissens dargestellt.

18 Studien, die Parameter zur Transmission oder zum Infektionsrisiko an Schulen uner Schulpersonal und SchülerInnen beschreiben, wurden ausgewertet und zusammengefasst (1-17, 21). Neun der Studien beziehen sich auf Europa, vier auf Amerika (drei auf die USA, eine auf Panama), drei auf

Australien und jeweils eine auf Asien (Singapur) und den Nahen Osten (Israel).

Unsere Studie erlaubt eine genauere Bewertung des Infektionsrisikos und von Transmissionsparametern an Schulen. Eine vorläufige Version des vollständigen Manuskripts dieser Übersichtsarbeit ist anhängig, diese ist aktuell noch nicht peer-reviewed (**Anhang 3; WP 1 Projekt COVID-SCHULEN**).

#### Einschränkung in Bezug auf neue Varianten von SARS-CoV-2

In diese Arbeit konnten noch keine Informationen zu neueren, in der Übertragbarkeit veränderten Varianten von SARS-CoV-2 eingehen. Diese führen zu einer erhöhten Transmission und zu einem erhöhten Risiko für schwere Verläufe und hätten somit Konsequenzen für die hier berichteten Erkenntnisse zu Transmissionsparametern. Inwieweit die erhöhte Transmissionswahrscheinlichkeit oder schwerere Verläufe sich in unterschiedlichen Altersgruppen noch einmal unterscheiden, ist bisher nicht vollständig geklärt (18-20).

#### Was haben wir gefunden?

Die 18 identifizierten Einzelstudien behandeln die folgenden Themen:

- Sekundäre Transmission (Übertragungen nach Indexfall) an Schulen (1-11,21)
- Infektionsrisiko/Seroprävalenz an Schulen (12-17)

#### Was sind Haupteckdaten aus den gefundenen Arbeiten?

##### *Attack Rates nach Indexfall an Schulen*

Als „Attack Rate“ wird das Risiko pro Person bezeichnet, bei einem Ausbruch oder nach der Infektion von Indexpersonen, infiziert zu werden. Dieses Risiko kann sowohl für eine Einrichtung als auch für einzelne Personengruppen errechnet werden. Das Risiko von SARS-CoV-2 Fällen an Schulen ergibt sich aufgrund der hohen Personendichte und Kontaktanzahl von SchülerInnen und Personal und damit der potentiell hohen Zahl an sekundären Infektionen nach einem Indexfall. Ob hier Unterschiede in der Übertragung zwischen Personal, von Personal auf SchülerInnen, zwischen SchülerInnen oder von diesen auf Personal bestehen, lässt sich mit Hilfe der Secondary Attack Rate bestimmen. Die sekundäre Befallsrate gibt an, wie viele der Kontakte einer infizierten Person letztendlich selbst erkrankt sind.

Elf Studien (1-11) lieferten Daten zu Attack Rates an Schulen.

Vier Studien fanden keine Sekundärinfektionen in Schulen nach Indexfällen. 7 Studien fanden Attack Rates von 0-13% nach Ausbrüchen bei SchülerInnen. 7 Studien fanden Attack Rates von 0-16,6% nach Ausbrüchen bei Schulpersonal.

Die Übertragung zwischen SchülerInnen lag bei 0,14% (10), 0,3% (3), 1,9% (9) und 3,8% (11). Die

letztere Studie unterschied weiterhin zwischen 6,6% an weiterführenden Schulen und 0,38% an Grundschulen mit keiner sekundären Transmission an Vorschulen (11). Die Befallsrate von SchülerInnen auf Personal wurde in einer Studie mit 1% (3) bestimmt.

Für die Übertragungen unter dem Schulpersonal wurden Werte von 1,29% (8), 3,5% (2) und 4,4% (3) sowie 16,6% (4) berichtet. Zwei Studien wiesen keine Übertragung zwischen Personal nach (10,11).

In einigen Studien konnten die Attack Rates von SchülerInnen und LehrerInnen verglichen werden. In 3 Studien ergaben sich ähnliche Attack Rates zwischen LehrerInnen und SchülerInnen. In 4 Studien zeigten sich höhere Attack Rates bei LehrerInnen als bei SchülerInnen (RR 1,2-4,4). In 3 Studien zeigten sich niedrigere Attack Rates bei LehrerInnen als bei SchülerInnen (RR nicht errechenbar).

#### *Infektionsrisiko in Seroprävalenzstudien*

Seroprävalenzstudien liefern rückblickend Hinweise auf das Infektionsgeschehen und gleichen viele der Nachteile von Studien aus, die nur getestete und gemeldete Fälle auswerten. Hierbei wird in einer Population der Nachweis von Antikörpern gegen SARS-CoV-2 als Indikator für eine überstandene Infektion bewertet.

Vier Studien (14-17) beschreiben den Nachweis von Antikörpern im Schulkontext in Deutschland, Frankreich und den USA.

In Deutschland zeigte die Analyse von 13 Schulen in Sachsen eine vergangene Infektion in 0,2% des Lehrpersonals und 0,7% der SchülerInnen, mit einem Durchschnitt von 0,6% (14). Im Vergleich lagen diese Werte für Schulen in Nordfrankreich bei 25,9% im Durchschnitt, mit einem Antikörpernachweis bei 28,75% des Lehrpersonals und 12,8% der SchülerInnen (15).

In den USA wurden 14 Tage nach einem Indexfall an einer Schule 1,66% der SchülerInnen und 0% des Lehrpersonals positiv auf Antikörper getestet (16). Bei 1,7% des Lehrkörpers des Mittleren Westens der USA konnte eine vergangene Infektion nachgewiesen werden (17).

Zusammenfassend ergibt sich aus den Seroprävalenzstudien ein sehr heterogenes Bild mit einem geringen Nachweis von Infektionsgeschehen am Beispiel der Schulen in Niedersachsen für Deutschland.

Allerdings ist auch die Ausbildung von Antikörpern abhängig von der Intensität der Infektion und der Immunantwort und kann so besonders für Kinder unterbewertet werden. Auch lässt sich nur schwer rekonstruieren, ob alle nachgewiesenen Infektionen auch im Schulumfeld stattfanden.

#### *Stratifizierung der Studien nach Infektionsgeschehen während der Datenkollektion*

## Stattgehabtes Infektionsrisiko und Infektionsrisiko nach Erstinfektionen

Table 2 Studien zu Neuinfektionsrisiko nach Erstinfektionen an Schulen (attack rate) und stattgehabetes Infektionsrisiko (Infektionsrisiko) über Seroprävalenz bei SchülerInnen und LehrerInnen in den gefundenen Studien

	Schulen geöffnet zum Zeitpunkt der Datenkollektion				Schulen teilweise oder vollständig geschlossen zum Zeitpunkt der Datenkollektion			
	Stattgehabtes Infektionsrisiko SchülerInnen	Attack rates students	Infection risks teachers	Attack rate teachers	Infection risks students	Attack rates students	Infection risks teachers	Attack rate teachers
<b>Niedriges Infektionsgeschehen zum Zeitpunkt der Datenkollektion</b>	Keine Studien	Keine Infektionen nach Erstinfektion (1 study)	Keine Studien	Keine Infektionen nach Erstinfektion (1 study)	Keine Studien	Keine Infektionen nach Erstinfektion (2 Studien)	Keine Studien	Keine Infektionen nach Erstinfektion (2 Studien)
<b>Mittleres Infektionsgeschehen zum Zeitpunkt der Datenkollektion</b>	Keine Studien	0-6,5%, höher in weiterführender Schule (5 Studien)	Keine Studien	0-4,4%, höher zwischen Schulpersonal als zwischen SchülerInnen (5 Studien)	0,7-1,7% (seroprevalence, 2 Studien)	Keine Studien	0-0,2% (seroprevalence, 2 Studien)	Keine Studien
<b>Hohes Infektionsgeschehen zum Zeitpunkt der Datenkollektion</b>	Keine Studien	0,1-13% (2 Studien)	No Studien	0-16,6% (2 Studien)	12,8% (1 study)	No studies	1,7-28% (2 studies)	No studies

Niedriges Infektionsgeschehen: pro 1 Million Einwohner: Peak der Tagesfallzahl unter 10/Tag, Peak der Todesfallzahl<1/Tag  
Mittleres Infektionsgeschehen: pro 1 Million Einwohner: Peak der Tagesfallzahl unter 150/Tag, Peak der Todesfallzahl<5/Tag  
Hohes Infektionsgeschehen: pro 1 Million Einwohner: Peak der Tagesfallzahl über 150/Tag, Peak der Todesfallzahl>5/Tag

Um diese heterogenen Ergebnisse besser einordnen zu können, stratifizierten wir Studienergebnisse in zwei Dimensionen; zum einen in drei Kategorien hinsichtlich des zum Zeitpunkt der Datenerhebung vorherrschenden Infektionsgeschehen und zum anderen in Hinblick auf die zu diesem Zeitpunkt vorherrschenden Maßnahmen in Schulen (Tabelle 2).

In drei Studien die zu Zeitpunkten stattfanden, in denen das Infektionsgeschehen niedrig war, wurden keine sekundären Fälle nach Indexfällen gefunden. In fünf Studien, die zu Zeitpunkten stattfanden, in denen das Infektionsgeschehen im mittleren Bereich lag, kam es nach Erstinfektionen bei 0-4,4% des Schulpersonal sowie bei 0-6,5% der SchülerInnen ebenfalls zu Infektionen. Zwei Studien, die zu Zeitpunkten stattfanden, in denen in der Bevölkerung ein hohes Infektionsgeschehen vorherrschte, fanden bis zu 16% Menschen unter dem Schulpersonal mit Infektionen nachdem es Erstinfektionen in der Schule gab und bis zu 13% der SchülerInnen mit Infektionen.

Zum stattgefundenen Infektionsrisiko auf der Basis von Seroprävalenzstudien zeigt sich in zwei Studien bei mittlerem Infektionsgeschehen bei LehrerInnen ein Infektionsrisiko von 0 und 0,2%. In zwei weiteren Studien, die nach höherem Infektionsgeschehen Daten gesammelt haben, liegt die Seroprävalenz bei 1,7 und 28%.

Wichtig ist zu beachten, dass diese Zahlen sehr von den örtlichen Vorkehrungen und Teststrategien abhängig sind. Werden zum Beispiel nur symptomatische Fälle getestet oder nur gemeldete Fälle ausgewertet, kann dies zu hohen Dunkelziffern an asymptomatisch Infizierten oder nicht getesteten Infizierten führen. Dies verzerrt den Vergleich zwischen LehrerInnen und SchülerInnen, da Kinder häufiger asymptomatisch erkranken. Auch sekundäre Übertragungen außerhalb des schulischen Umfeldes wurden nicht bewertet.

### Vergleich des stattgehabten Infektionsrisikos von Lehrern mit anderen Bevölkerungsgruppen

Table 3 Studien zum Vergleich des Infektionsrisikos zwischen LehrerInnen und anderen Bevölkerungsgruppen

	Schulen geöffnet zum Zeitpunkt der Datenkollektion			Schulen teilweise oder vollständig geschlossen zum Zeitpunkt der Datenkollektion		
	Vergleich LehrerInnen/ SchülerInnen	Vergleich LehrerInnen miteinander	Vergleich LehrerInnen/ Bevölkerung	Vergleich LehrerInnen/ SchülerInnen	Vergleich LehrerInnen miteinander	Vergleich LehrerInnen/ Bevölkerung
<b>low</b>	<b>Attack rates: ähnlich,</b>			<b>Attack rates: ähnlich</b>		
Case peak 0-10	RR nicht berechenbar (1 study)	Keine Studien	Keine Studien	(2 studies)	Keine Studien	Keine Studien
Death peak <1						
<b>Medium</b>	<b>Attack rate:</b>			<b>Infection risk</b>		
Case peak 10-150	Höher in LehrerInnen (RR 1,6-4,4, 3 studies)	Keine Studien	Keine Studien	Niedriger in LehrerInnen	Keine Studien	Keine Studien
Death peak 0,5-5	Niedriger in LehrerInnen (RR n.c., 2 Studien)			(RR=0.3, 1 Studie)		
	Ähnlich (1 Studie)					
<b>High</b>	<b>Attack rate:</b>		<b>Infektionsrisiko</b>	<b>Infection risk:</b>	<b>Infection risk:</b>	
Case peak 90-1000	Höher in LehrerInnen (RR 1,2 1 Studie)	Keine Studien	Nach Schulöffnungen höher (1.42, 1 Studie)	Keine Studien	Same to higher in teachers in presence compared to distance (1.1. – 2.0, 2 studies)	Before school opening lower (RR 0.5, 1 study)
Death peak 5-20	Niedriger in LehrerInnen (NR, 1 study)			<b>Hospitalisation</b>	<b>Hospitalisation:</b>	
			Nach Schulöffnungen ähnlich (0.97, 1 study)			Before school opening lower (RR 0.5, 1 study)

Das Infektionsrisiko an Schulen lässt sich durch den Vergleich von Gruppen, die an Präsenzunterricht teilnehmen und Gruppen, die online zu Hause unterrichtet werden, bestimmen. Hierbei beschreibt das relative Risiko (RR) entweder ein höheres ( $RR > 1$ ), geringeres ( $RR < 1$ ) oder gleiches ( $RR = 1$ ) Risiko einer Infektion. Das Chancenverhältnis (Odds Ratio) beschreibt das Verhältnis der Chance einer Infektion zwischen zwei Gruppen, wobei  $OR = 1$  eine gleich,  $OR = 2$  eine doppelt und  $OR = 0,5$  eine halb so hohe Chance einer Infektion beschreibt.

Zwei Studien (12,13) beschreiben dieses Infektionsrisiko für Schweden. Hier wurden in einem Zeitraum mit hohem Infektionsgeschehen weiterführende Schulen geschlossen und die SchülerInnen digital

unterrichtet, während Grundschulen offen blieben und Präsenzunterricht stattfand.

Das Infektionsrisiko für Lehrpersonal an offenen Grundschulen war mit einem RR von 1,1 (0,9-1,3) leicht erhöht, wohingegen jenes für Lehrpersonal an geschlossenen Schulen mit einem RR von 0,7 (0,5-1) geringer war (12).

Die Chance für Lehrpersonal an Grundschulen sich mit SARS-CoV-2 zu infizieren, war mit einem OR von 2.01 (1.52-2.67) etwa doppelt so hoch wie die von Lehrpersonal im Digitalunterricht an weiterführenden Schulen. Auch Partner von Grundschullehrpersonal sowie Eltern von GrundschülerInnen hatten im Vergleich zu weiterführenden Schulen eine erhöhte Chance sich zu infizieren (OR 1,3 (1-1,68) und OR 1,15 (1,03-1,27) (13). Werden die Ergebnisse der Transmissionsraten betrachtet, könnte der Umstand, dass hier Grundschulen mit weiterführenden Schulen verglichen wurden, dieses Risiko noch unterschätzen. Andererseits spielen andere Faktoren, wie etwa der Wegfall des Arbeitsweges und die Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln sowie das jeweilige Maßnahmenumfeld eine bedeutende Rolle in der Bewertung dieser Daten.

Eine sehr aktuelle Studie aus Schottland vergleicht das Infektionsrisiko sowie das Hospitalisierungsrisiko von LehrerInnen in einem Zeitraum mit hohem Infektionsgeschehen mit Schulschließungen und einem Zeitraum mit niedrigerem Infektionsgeschehen und offenen Schulen mit sowohl dem Krankenhauspersonal als auch der Allgemeinbevölkerung. Dabei zeigt sich, dass das Infektions- sowie das Hospitalisierungsrisiko von LehrerInnen während der Schulschließungen etwa halb so groß ist, wie das der Allgemeinbevölkerung (RR 0,5). Nach Schulöffnungen steigt das Infektionsrisiko in dieser Studie auf das dreifache und ist jetzt höher als das der Allgemeinbevölkerung (RR 1,42), das Hospitalisierungsrisiko verdoppelt sich und ist dann dem der Allgemeinbevölkerung ähnlich (RR 0,97) (21).

Es ergibt sich hieraus ein durchaus erhöhtes Infektionsrisiko und auch Hospitalisierungsrisiko bei fortlaufendem Präsenzbetrieb für Lehrpersonal im Vergleich zu Fernunterricht.

### Zusammenfassung

Die Evidenzlage zur Übertragung von SARS-CoV-2 in Schulen ist dürftig und Studien dazu sind generell von geringer Qualität. In unserer Übersichtsstudie wurde die bestehende Evidenz zusammengefasst und unter Vorbehalt lassen sich die folgenden Punkte zusammenfassen:

- Die Übertragung von SARS-CoV-2 in Schulen findet statt, sowohl von Personal auf Personal, von Personal auf SchülerInnen, von SchülerInnen auf Personal als auch von SchülerInnen auf SchülerInnen
- Das Risiko einer Übertragung für das Personal ist höher als für SchülerInnen
- SchülerInnen in Grundschulen haben ein geringeres Übertragungsrisiko als SchülerInnen an weiterführenden Schulen. Das Risiko steigt mit zunehmendem Alter
- Schulpersonal überträgt das Virus eher auf SchülerInnen als umgekehrt



- Sowohl das stattgehabte als auch das Infektionsrisiko nach Ausbrüchen oder Einzelfällen beim Schulpersonal in Schulen ist abhängig vom Infektionsgeschehen in der Bevölkerung, sowie von Maßnahmen, die in Schulen zur Senkung des Infektionsrisikos stattfinden.
- **Bei niedrigem Infektionsgeschehen**
  - zeigen Studien eher niedrige Attack Rates; diese sind zwischen LehrerInnen und SchülerInnen ähnlich
- **Bei mittlerem Infektionsgeschehen**
  - liegt das Infektionsrisiko nach ersten Infektionen in Schulen bei LehrerInnen in den meisten Studien höher als bei SchülerInnen, zwischen 0-6,6%.
- **Bei höheren Infektionsgeschehen** (Inzidenz >25/ 7 Tage/100.000, Todesfälle pro Tage >5/Millionen Einwohner)
  - liegt das Infektionsrisiko nach Ausbrüchen in Schulen bei LehrerInnen meist höher als bei SchülerInnen und bis zu 13%, das Infektionsrisiko aus Seroprävalenzstudien bei bis zu 28%.
  - **Im Vergleich unter LehrerInnen**
    - ist das **Infektionsrisiko** bei LehrerInnen im Präsenzunterricht erhöht im Vergleich zu LehrerInnen im Distanzunterricht (RR 1,1-2,0)
    - ist das Infektionsrisiko bei LehrerInnen während Schulöffnungen im Vergleich zu Schulschließungen erhöht (1 Studie, RR 3)
    - ist das Hospitalisierungsrisiko ebenfalls erhöht (RR 2, 1 Studie)
  - **Im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung**
    - sind das Infektionsrisiko und das Hospitalisierungsrisiko bei LehrerInnen während Schulschließungen niedriger als das der Allgemeinbevölkerung (RR 0,5 in einer Studie)
    - Infektionsrisiko erhöht (RR 1,42) nach Öffnung im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung
    - Hospitalisierungsrisiko nicht erhöht (RR 0,97) nach Öffnung im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung

## Referenzen

1. Danis K, Epaulard O, Benet T, Gaymard A, Campoy S, Botelho-Nevers E, et al. Cluster of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in the French Alps, February 2020. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2020;71(15):825-32.
2. Hernandez A, Muñoz P, Rojas JC, Eskildsen GA, Sandoval J, Rao KS, et al. Epidemiological Chronicle of the First Recovered Coronavirus Disease Patient From Panama: Evidence of Early Cluster Transmission in a High School of Panama City. *Frontiers in public health*. 2020;8:553730.
3. Macartney K, Quinn HE, Pillsbury AJ, Koirala A, Deng L, Winkler N, et al. Transmission of SARS-CoV-2 in Australian educational settings: a prospective cohort study. *The Lancet Child & adolescent health*. 2020;4(11):807-16.
4. Stein-Zamir C, Abramson N, Shoob H, Libal E, Bitan M, Cardash T, et al. A large COVID-19 outbreak in a high school 10 days after schools' reopening, Israel, May 2020. *Euro surveillance : bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*. 2020;25(29).
5. Yung CF, Kam KQ, Nadua KD, Chong CY, Tan NWH, Li J, et al. Novel coronavirus 2019 transmission risk in educational settings. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2020.
6. Heavey L, Casey G, Kelly C, Kelly D, McDarby G. No evidence of secondary transmission of COVID-19 from children attending school in Ireland, 2020. *Eurosurveillance*. 2020;25(21).
7. (NCIRS) NCFiRaS. COVID-19 in schools and early childhood education and care services - the Term 2 experience in NSW. Australia: National Centre for Immunisation Research and Surveillance (NCIRS); 2020 31 July 2020.
8. Ismail SA, Saliba V, Lopez Bernal J, Ramsay ME, Ladhani SN. SARS-CoV-2 infection and transmission in educational settings: a prospective, cross-sectional analysis of infection clusters and outbreaks in England. *The Lancet Infectious Diseases*. 2020.
9. (NCIRS) NCFiRaS. COVID-19 in schools and early childhood education and care services - the Term 3 experience in NSW. National Centre for Immunisation Research and Surveillance (NCIRS); 2020 21 October 2020.

10. Falk A, Benda A, Falk P, Steffen S, Wallace Z, Høeg TB. COVID-19 Cases and Transmission in 17 K-12 Schools - Wood County, Wisconsin, August 31-November 29, 2020. MMWR Morbidity and mortality weekly report. 2021;70(4):136-40.
11. Larosa E, Djuric O, Cassinadri M, Cilloni S, Bisaccia E, Vicentini M, et al. Secondary transmission of COVID-19 in preschool and school settings in northern Italy after their reopening in September 2020: a population-based study. Euro surveillance : bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin. 2020;25(49)
12. Public Health Agency S. Presence of COVID-19 in different occupational group. Public Health Agency, Sweden; 2020.
13. Vlachos J, Hertegård E, Svaleryd H. School closures and SARS-CoV-2. Evidence from Sweden's partial school closure. medRxiv. 2020.
14. Armann JP, Unrath M, Kirsten C, Lück C, Dalpke AH, Berner R. SARS-CoV-2 IgG antibodies in adolescent students and their teachers in Saxony, Germany (SchoolCoviDD19): persistent low seroprevalence and transmission rates between May and October 2020.
15. Fontanet A, Tondeur L, Madec Y, Grant R, Besombes C, Jolly N, et al. Cluster of COVID-19 in northern France: A retrospective closed cohort study. 2020:2020.04.18.20071134.
16. Brown NE, Bryant-Genevier J, Bandy U, Browning CA, Berns AL, Dott M, et al. Antibody Responses after Classroom Exposure to Teacher with Coronavirus Disease, March 2020. Emerging infectious diseases. 2020;26(9):2263-5.
17. Lopez L, Nguyen T, Weber G, Kleimola K, Bereda M, Liu Y, et al. Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 IgG Antibodies in the Staff of a Public School System in the Midwestern United States. 2020:2020.10.23.20218651.
18. ECDC. Risk Assessment: Risk related to spread of new SARS-CoV-2 variants of concern in the EU/EEA - first update. 2020.
19. al VEe. Report 42: Transmission of SARS-CoV-2 Lineage B.1.1.7 in England: Insights from linking epidemiological and genetic data. preprint. 2020
20. NERVTAG. NERVTAG note on B.1.1.7 severity. 2020.
21. Lynda F, Ciara G, David C, Sam C, Jen B, Martin R, et al. RISK OF HOSPITALISATION WITH COVID-19 AMONG TEACHERS COMPARED TO HEALTHCARE WORKERS AND OTHER WORKING-AGE ADULTS. A NATIONWIDE CASE-CONTROL STUDY. medRxiv. 2021:2021.02.05.21251189

## M 1.3 Systematisches Review zu Kosten und Kosteneffektivität von Interventionen, die in Schulen das Infektionsrisiko durch SARS-CoV-2 senken (Stand März 2021)

### Was haben wir gemacht?

Eine systematische Suche nach Studien zu Kosten und Kosteneffektivität von Interventionen zur Senkung des Infektionsrisikos durch SARS-CoV-2 in Schulen wurde am 10.02.2021 durchgeführt. Es wurden 1489 wissenschaftliche Artikel gefunden, welche sowohl wissenschaftliche Veröffentlichungen sowie Berichte und Daten von Gesundheitsämtern und -ministerien einschließen. Alle Studien wurden auf ihre Relevanz und Qualität hin von zwei Wissenschaftlern bewertet. Insgesamt werden durch diese Methodik eine selektive Auswahl von Einzelstudien vermieden und die Breite des vorhandenen Wissens dargestellt.

Eine Registrierung der hier durchgeführten Übersichtsarbeit in einem Studienregister hat stattgefunden (PROSPERO). Die Methodik und Registrierung ist im Anhang näher beschrieben (**Anhang 4; WP 1 Projekt COVID-SCHULEN**).

### Was haben wir gefunden?

Vier Studien zu Kosten oder Kosteneffektivität von Interventionen, die in Schulen zur Senkung des Infektionsrisikos durch SARS-CoV-2 durchgeführt wurden, wurden gefunden und zusammengefasst (1-4). Drei Studien stammten aus den USA, eine aus Kanada.

### Was sind die Hauptkenntnisse aus den gefundenen Arbeiten

Drei Modellierungsstudien und eine beschreibende Kostenanalyse wurden gefunden. Drei Studien beschäftigten sich mit Teststrategien (Canada, US), eine Studie untersuchte zusätzliche Kosten von Hygienekonzepten in den USA. Als Endpunkte untersuchten diese Studien insbesondere Kosten pro Tag, Kosten pro Person und Tag (in USD oder Kanadische Dollar) und Gesamtkosten von analysierten Interventionen. Bei teilweise unzureichender Berichtsqualität und der geringen Anzahl von gefundenen Studien lassen sich derzeit nur sehr eingeschränkte Aussagen zur Kosteneffektivität bestimmter Maßnahmen an Schulen machen; es werden in diesen Studien vor allem Kosten berichtet.

Rice et al\_ führten eine Schätzung der Kosten für die Umsetzung der CDC-Empfehlungen zur Hygiene in Schulen durch. Hierbei wurden sowohl materielle Kosten, wie Kosten für zusätzliche Masken, Handschuhe, Desinfektionsmittel und Plexiglas-Trennwände, als auch Kosten für zusätzlich notwendige Betreuungspersonen sowie zusätzliche Verkehrsmittel miteinbezogen. Die entsprechenden Kosten wurden für jeden Staat der USA berechnet. Die Kosten rangierten zwischen 55-442 Dollar pro Schüler und es zeigten sich 0,3-7,1% zusätzliche Kosten pro Schüler pro Jahr in den verschiedenen Staaten (1).

Campbell et al: errechneten Kosten für Kanada für zwei Hauptszenarien für Teststrategien für unterschiedliche Bevölkerungsgruppen.

Zum einen wurden die Gesamtkosten, Kosten pro Tag und Kosten für 100 Personen für das einmalige Testen aller Menschen in diesen Bevölkerungsgruppen errechnet. Entsprechend wurden dies für das Testen aller SchülerInnen und des Schulpersonals berechnet und Gesamtkosten von 816 Millionen kanadische Dollar errechnet, sowie Kosten von 13.570 Dollar pro 100 getestete Personen. Es wurde errechnet, dass die Gesamtkosten sich um 100 Millionen Dollar reduzieren ließen, wenn Pooling von Proben durchgeführt würde. Zum anderen wurde eine Strategie des regelmäßigen Testens von 5-10% der SchülerInnen untersucht und berechnet, dass 45 Millionen Dollar pro Testrunde notwendig wären, um dies umzusetzen (2).

In zwei Studien aus den USA werden Auswirkungen variabler Testraten auf Infektionszahlen und assoziierte Kosten in einer Modellierung abgeschätzt. Dabei zeigt sich in Ali et al, dass Teststrategien, die ohne weitere Hygienemaßnahmen in Schulen funktionieren, kostenintensiver sind, als solche bei denen das Testen mit weiteren Maßnahmen kombiniert wird (3).

Lyng et al vergleichen in einer Kombination aus ökonomischem und infektionsdynamischem Modell Kosten verschiedener Kombinationen von Testgüte, Frequenz des Testens und Poolstärke für frequentielles Testen von verschiedenen Bevölkerungsgruppen hinsichtlich der Kosten pro Person sowie verhinderter Infektion. Sie kommen dabei zu dem Ergebnis, dass die niedrigsten Kosten (1,32 \$ pro Person pro Tag) bei höchster Reduktion von kumulativen Infektionen (99,5%) mit einer Strategie 3-tägiger Frequenz, 30 Samples pro Pool (mit hoher Sensitivität und Spezifität) entstehen (4). Dieses Modell lässt sich grundsätzlich auch auf das deutsche Setting und andere infektionsdynamische Situationen übertragen, wenn die entsprechenden Parameter angepasst werden.

### Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt ist die Evidenzlage zur Frage der Kosten für Interventionen, die SARS-CoV-2 Infektionen in Schulen verhindern, sehr dürftig. Eine Weiterentwicklung und Anwendung des Ansatzes, der in der

Modellierungsarbeit von Lyng et al verfolgt wird, scheint uns sinnvoll. Hiermit wäre es aus unserer Sicht möglich, Evidenzlücken hinsichtlich der Kosten pro verhinderter Infektion in verschiedenen Infektionsgeschehen und mit verschiedenen Interventionsstrategien (insbesondere zur Frage des frequentierten Testens) zu schließen.

## Referenzen

1 Rice, K. L., et al. (2020). "Estimated Resource Costs for Implementation of CDC's Recommended COVID-19 Mitigation Strategies in Pre-Kindergarten through Grade 12 Public Schools - United States, 2020-21 School Year." *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 69(50): 1917-1921.

2 Campbell, J. R., et al. (2020). "Active testing of groups at increased risk of acquiring SARS-CoV-2 in Canada." *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne* 192(40): E1146-E1155.

3 Ali, A. S., et al. (2020). COVID-19 Active Surveillance Simulation Case Study - Health and Economic Impacts of Active Surveillance in a School Environment.

4 Lyng, G. D., et al. (2020). "Identifying Optimal COVID-19 Testing Strategies for Schools and Businesses." medRxiv.

## WP 2 - Beurteilung vorhandener Daten zu Infektions- und Verdachtsfällen sowie Beratung zur Verbesserung der Erhebungen

Erfüllte Meilensteine Meilenstein 2.1 (Bericht zu vorhandenen Daten), Meilenstein 2.2 (Bericht zu notwendigen Daten und Datenerhebungen), Monatsbericht 1 und 2, Bericht zu Monat 6

### Durchgeführte Arbeiten

Im Rahmen des WP 2 nahmen wir an mehreren Treffen mit dem Sekretariat der KMK, den VertreterInnen aus der Statistikkommission der Kultusministerien und dem Statistiker der KMK teil. Thema war dabei hauptsächlich die Etablierung eines prospektiven Datenmonitorings des Infektions- und Erkrankungsrisikos von SchülerInnen und Schulpersonal.

### M 2.1 Bericht Monat 1 (Dezember/Januar)

#### Verbesserung der Datenerhebung

Hinsichtlich der möglichen **Verbesserung der Datenerhebung** wurden folgende Themen miteinander besprochen:

1. Goldstandard eines Datenmonitorings wäre frequentiell Monitoring entsprechend B-FAST oder ähnlicher Konzepte, da diese nicht anfällig sind für Testraten und unterschiedliche regionale oder altersgruppenbezogene Dunkelziffern. In mehreren Gesprächen und Workshops wurde B-FAST sowohl als Interventions- als auch als Surveillancekonzept erläutert, bei dem die frequentielle gepoolte Testung von SchülerInnen und Schulpersonal im Vordergrund steht.
2. Die aktuellen Daten zu Infektionsmeldungen lassen sich aus unserer Sicht als Substitut mit Ergänzungen für die Einschätzung von regionalen direkten Infektionsrisiken in Schulen nutzen. Sie müssen dabei immer im Hinblick auf Testraten und Testkapazitäten interpretiert werden.
3. Dabei wäre es hervorragend, wenn die aktuell vorhandenen Daten sich ergänzen ließen um
  - a. Tatsächliche Daten zu neuen Infektionen, nicht aktiven Fällen
  - b. die Altersstruktur der Infizierten (insbesondere in der Gruppe des Schulpersonals und für die Altersgruppe > 60)
  - c. der Schulform (Grundschule, weiterführende Schule, Oberstufe)
  - d. Bestehende Maßnahmen des Infektionsschutzes und tatsächliche Durchdringung solcher Maßnahmen
  - e. Regionale Tiefe

4. Eine Abschätzung des Infektionsumfeldes der erfolgten Infektionen sollte ohne weitere Daten (frequentiell Testen, Transmissionsuntersuchung oder Sequenzierung) nicht auf regionaler oder überregionaler Ebene erfolgen
5. Aus dem abgeschätzten Infektionsrisiko können Erkrankungsrisiken geschätzt werden und als Anhalt für transparente Grenzwerte für die Etablierung bestimmter Maßnahmen genutzt werden
6. Eine größere Vergleichbarkeit der Daten zu den vom RKI gemeldeten Inzidenzen würde die Aussagekraft der Daten weiter erhöhen.

#### Darstellung des Infektionsrisikos von Schulpersonal KW46 bis KW50, 2020

Aus den vorhandenen öffentlich verfügbaren Daten (Quellen: KMK 2020, SURVSTAT 2021; GENESIS-Online 2020) wurden zunächst sehr einfache deskriptive Parameter erstellt, die aus unserer Sicht dann auch – bei entsprechender regionaler Tiefe – die Grundlage eines regionalen Monitorings bilden könnten.

Zum einen erfolgt eine Beschreibung der aktiven Fälle über Wochenzeitpunkte bei SchülerInnen und Schulpersonal pro 100.000 Personen (Abbildung 1) und zum anderen erfolgen Berechnungen zum Vergleich des Infektionsrisikos zwischen Schulpersonal und einer aus einer ähnlichen Altersgruppe gebildeten Vergleichsbevölkerung (Abbildung 2). Da die Daten zwischen KMK (krankgeschriebene Lehrkräfte) und RKI (neue Fälle) nicht 1-zu-1 vergleichbar sind, müssen Annahmen getroffen werden, die einen möglichst guten Vergleich möglich machen. Die Grundannahme hier ist, dass sich die in der Berichtswoche krankgeschriebenen Lehrkräfte innerhalb der vorigen zwei Kalenderwochen infiziert haben, bzw. auf Fallmeldungen der vorigen zwei Wochen beruhen, die sich nun in Isolation befinden. Beides muss immer in Zusammenhang mit möglicherweise erfolgten erhöhten Testraten in Schulen interpretiert werden. Diese könnten zu einer im Vergleich zur Bevölkerung erhöhten Inzidenz führen, ohne dass dies tatsächlich ein dahinterliegendes erhöhtes Infektionsrisiko bedeuten würde.

Beide Analysen können aus unserer Sicht bei einer Weiterentwicklung der Daten wie oben dargestellt im Sinne eines regionalen, prospektiven Monitorings erfolgen. Dies ist im ersten Bericht (Anhang 2) ausführlicher dargestellt.

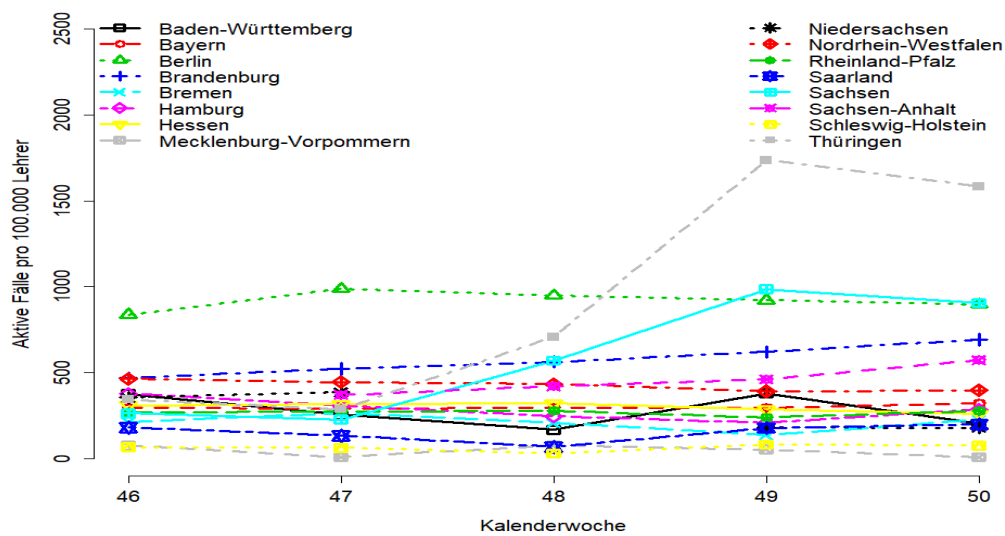


Abbildung 1 Aktive Fälle über Wochenzeitpunkte bei Lehrkräften in den Bundesländern (Quellen: KMK 2021; Eigene Berechnung und Darstellung)

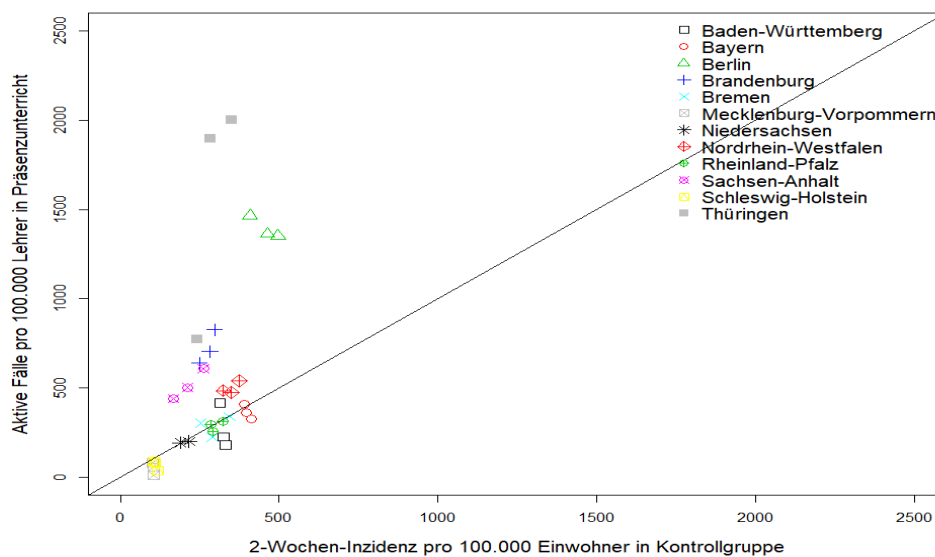


Abbildung 2 Aktive Fälle im Vergleich bei Lehrkräften zu Wochenzeitpunkten in jedem Bundesland zur 2-Wocheninzidenz / 100.000 einer gebildeten Kontrollgruppe. Die Diagonale stellt jeweils die Fallzahlen dar oberhalb derer über die KMK erhobene Fallzahlen der LehrerInnen oberhalb der Meldedaten in der Bevölkerung in einer altersentsprechenden Kontrollgruppe liegen (Quellen: GENESIS-Online 2020; KMK 2021; SURVSTAT 2021; Eigene Berechnung und Darstellung)

## Referenzen

GENESIS-Online 2020: "Bevölkerung: Bundesländer, Stichtag, Altersjahre. Fortschreibung des Bevölkerungsstandes: 31.12.2019." Verfügbar unter [www-genesis.destatis.de](http://www-genesis.destatis.de), heruntergeladen am 15. Dezember 2020.

KMK 2021: "Schulstatistische Informationen zur Covid-19-Pandemie. Kalenderwochen 46-50." Verfügbar unter <https://www.kmk.org/dokumentation-statistik/statistik/schulstatistik/schulstatistische-informationen-zur-covid-19-pandemie.html>, heruntergeladen am 06. Januar 2021.

SURVSTAT 2021. Robert Koch Institut. Datenanfrage vom 12. Januar 2021 unter <https://survstat.rki.de>.



## M 2.2 Bericht Monat 2 (Januar/Februar)

### Durchgeführte Arbeiten

Im Rahmen des WP 2 trifft sich die Arbeitsgruppe (HZI, UzK/MedFak) wöchentlich.

Zudem nahmen Vertreter der AG an zwei Sitzungen der Kommission für Statistik (Bereich Schule) teil (13.01.2021, 03.02.2012). Thema war jeweils die Etablierung eines prospektiven Datenmonitorings des Infektions- und Erkrankungsrisikos von SchülerInnen und Schulpersonal.

### Verbesserung der Datenerhebung

Hinsichtlich der möglichen Verbesserung der Datenerhebung wurden folgende Themen diskutiert:

Ein Vorgehen wie NUM B-FAST mit frequenziellem Testen in gesamten Einrichtungen wäre der Goldstandard zur infektionsepidemiologischen Beobachtung und Analyse (Joachim et al, in press). Da eine solche Beobachtung nicht von einer möglichen Dunkelziffer und Testraten beeinflusst wird, wäre es hiermit z.B. einfacher, die im Dezember in einigen Bundesländern deutlich erhöhten SARS-CoV-2 Infektionsraten beim Schulpersonal im Vergleich zu einer Kontrollgruppe (d.h. der Bevölkerung in der gleichen Altersgruppe, die nicht im Schulbetrieb involviert ist) sinnvoll zu interpretieren.

Bezüglich der aktuell von der Kommission für Statistik veröffentlichten Daten wären seitens der Wissenschaftler folgende Erweiterungen wünschenswert:

- Statt der aktuellen Fälle (SuS, Lehrkräfte) pro Woche wäre eine Bereitstellung auf täglicher Basis wünschenswert.
- Ein einheitlicher wöchentlicher Erhebungstag wäre wünschenswert, um Verzerrungen in einer komparativen Analyse unter den Ländern aufgrund der wöchentlichen Saisonalität zu verhindern.
- Statt der aktuellen Fälle (SuS, Lehrkräfte) wären Angaben zu neuen Infektionen nicht-aktiver Fälle wünschenswert.
- Es fehlen Subgruppen, beispielsweise:
  - Alter der Lehrkräfte; hier insbesondere Lehrkräfte über 60
  - Schulform mit dem Ziel, Klassenstufen zu approximieren
- Regionale Daten
- Bestehende Maßnahmen des Infektionsschutzes auf Kreisebene
- Die Berichte sollten wöchentlich durchgängig fortgeführt werden, auch bei kompletten Schulschließungen und während Ferienzeiten.
- Es sollte auf eine möglichst vollständige und konsistente Berichterstattung im Zeitverlauf gedrängt werden (viel Variation in den berichtenden Schulen vermeiden).

- Eine Ergänzung der Daten zu Lehrkräften mit Daten zu Betreuern und administrativem Schulpersonal wäre sinnvoll.

Entsprechende Daten müssten nicht täglich aktualisiert werden, sollten aber nach Möglichkeit auf täglicher Basis bereitgestellt werden. Um dem Datenschutz zu genügen, könnten die Anforderungen ans Berichtswesen auf der zeitlichen oder regionalen Ebene gelockert werden.

Ein Aussetzen der Berichte aufgrund von Schulschließungen und Ferienzeiten ("nichts zu berichten") ist unbedingt zu vermeiden. Daten während Schließzeiten der Schule sind besonders wertvoll, um die Infektionsrisiken im Präsenzbetrieb zu bewerten; insbesondere, wenn diese Informationen zur Nutzung von Notbetreuungen enthalten.

Eine Unterscheidung der Schulformen in Grundschule, Sekundarstufe I, gymnasiale Oberstufe sowie Berufsschulen, unterschieden nach handwerklichen, kaufmännischen Berufen, sowie sonstige Schulformen wäre bereichernd, um einen genaueren Vergleich der Schulen mit der sonstigen Bevölkerung in ähnlichen Altersgruppen zu ermöglichen. Die Altersstruktur der Schüler in handwerklichen Berufen ist erwartungsgemäß anders als die der Schüler in kaufmännischen.

Es wurde beschlossen, eine Ad-hoc-Länderumfrage durchzuführen. Dabei wird erfragt, inwieweit die regelmäßige Abfrage zu den schulstatistischen Informationen zur COVID-19 Pandemie hinsichtlich Frequenz, Regionalisierung, Alter der Lehrkräfte und Schularten angepasst werden könnte.

Seitens der Statistik-Kommission der KMK ergaben sich die folgenden Fragen:

- Die beruflichen Schulen sind zunächst als Sammelkategorie eingefügt worden. Soll auch hier nach den einzelnen Schularten abgefragt werden?  
Antwort: Ja, denn der Schulvergleich ermöglicht einen besseren Vergleich zu vergleichbaren Altersgruppen, die sich aktuell oder generell nicht im Unterricht befinden.
- Sollen Vorklassen/Schulkindergärten bei der Differenzierung nach Schularten abgefragt werden?  
Antwort: Nein, denn nicht der Vergleich von Einrichtungen, sondern der Vergleich von Altersgruppen ist im Fokus.
- Daten können vermutlich nur von Montag bis Freitag bereitgestellt werden. Das RKI nutzt für die 7-Tage-Inzidenz auch die Werte vom Wochenende. Wie soll hier verfahren werden?  
Antwort: Die Bereitstellung Montag bis Freitag ist hilfreich; ggf. kann dann die 7-Tage-Inzidenz nicht für jeden Tag angegeben werden. Bei tagesgenauer Meldung könnten (i) auf

der Basis der Quarantäne-Dauer die Schätzung der Inzidenz versucht werden und (ii) durch Modellierung von Verläufen Aussagen zu Trends (Steigung) abgeleitet werden.

- Sollen auch die Schulen ohne Präsenzbetrieb bzw. mit eingeschränktem Präsenzbetrieb nach Wochentagen abfragt werden? Wie sieht es mit den Quarantänefällen aus? Zunächst hatten die Wissenschaftler hauptsächlich Interesse an den Zahlen der Neuinfizierten.  
Antwort: Ja, eine Abfrage nach Wochentagen ist hilfreich. Angaben zu Quarantänefällen sind von sekundärem Interesse.

- Welche Daten sollen für die Klassen/Lerngruppen eingeholt werden?  
Antwort: Es werden Angaben zur Art der etwaigen Einschränkung des Präsenzbetriebs benötigt. Es ist vor allem von Interesse, wie viele SchülerInnen und LehrerInnen genau von den Maßnahmen betroffen sind.

- Wie ist mit den bisherigen Erhebungen der Kommission für Statistik und den veröffentlichten Daten umzugehen? Dies ist gerade vor dem Hintergrund des unterrichtsorganisatorischen Interesses der Länder zu sehen, welches zu den aktuellen wöchentlichen Erhebungen der schulstatistischen Informationen zur COVID-19 Pandemie geführt hat. Nicht zu verkennen ist die Bedeutung dieser bereitgestellten Informationen der KMK für die Öffentlichkeit.

Antwort: Die auf <https://www.kmk.org/dokumentation-statistik/statistik/schulstatistik/schulstatistische-informationen-zur-covid-19-pandemie.html> verfügbaren statistischen Informationen werden von der AG weiter aufbereitet und interpretiert. Eine Veröffentlichung dieser Interpretationen erfolgt im Benehmen mit der Kommission für Statistik.

#### Vollständigkeit der erhobenen Daten

In der Auswertung der vorhandenen, von Schulbehörden zur Verfügung gestellten, Daten sowohl für WP 2 als auch für WP 3, zeigen sich erwartungsgemäß auch Herausforderungen. Diese betreffen insbesondere den Wunsch, mit diesen Daten auch Bevölkerungsvergleiche machen zu wollen. Hierfür ist die Vollständigkeit der zur Verfügung gestellten Daten hochrelevant. In den ersten Auswertungen zeigt sich aber in einigen Regionen eine deutliche Diskrepanz zwischen Zahlen von stattgefundenen SARS-CoV-2 Infektionen in der Statistik der KMK und den gemeldeten Fallzahlen aus den Meldedaten des RKI der schulelevanten Altersgruppen. Diese Diskrepanzen werden aktuell mit den Ländern besprochen und erschweren Vergleiche mit der generellen Bevölkerung.

#### Weitere Auswertungsansätze in Umsetzung:

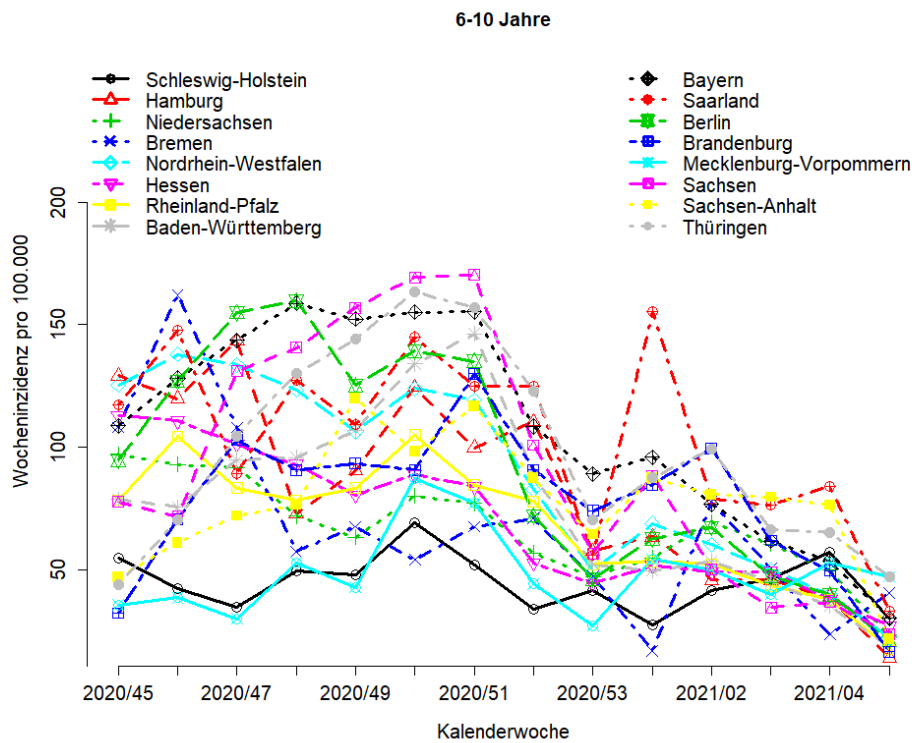
- Die bereits verfügbaren schulstatistischen Informationen sollen „ökologisch“ korreliert werden, z.B. die Anzahl der aktuellen Fälle (SuS/Lehrkräfte) und der Anteil der Schulen mit zumindest eingeschränktem Präsenzbetrieb im zeitlichen Verlauf.
- Auf Populationsebene werden in Abwesenheit neuer KMK-Berichte die zeitlichen Verläufe der wöchentlichen Länder-Inzidenzen nach Altersgruppen illustriert.
- Bei Verfügbarkeit feinerer Informationen (Zeit und Raum) sollen Verläufe mittels Kompartimenten modelliert werden (nicht-lineare gemischte Modelle).

#### Darstellung des Infektionsrisikos von SchülerInnen KW45/2020 bis KW 5/2021

Die Erhebung und Veröffentlichung von Zahlen zu Infektionen wurden von Seiten der KMK für den Berichtszeitraum ausgesetzt (siehe hierzu auch die Hinweise zur Datenerhebung). Es waren daher nur Beschreibungen des Infektionsverlaufs in den schulrelevanten Altersgruppen aus Meldedaten möglich.

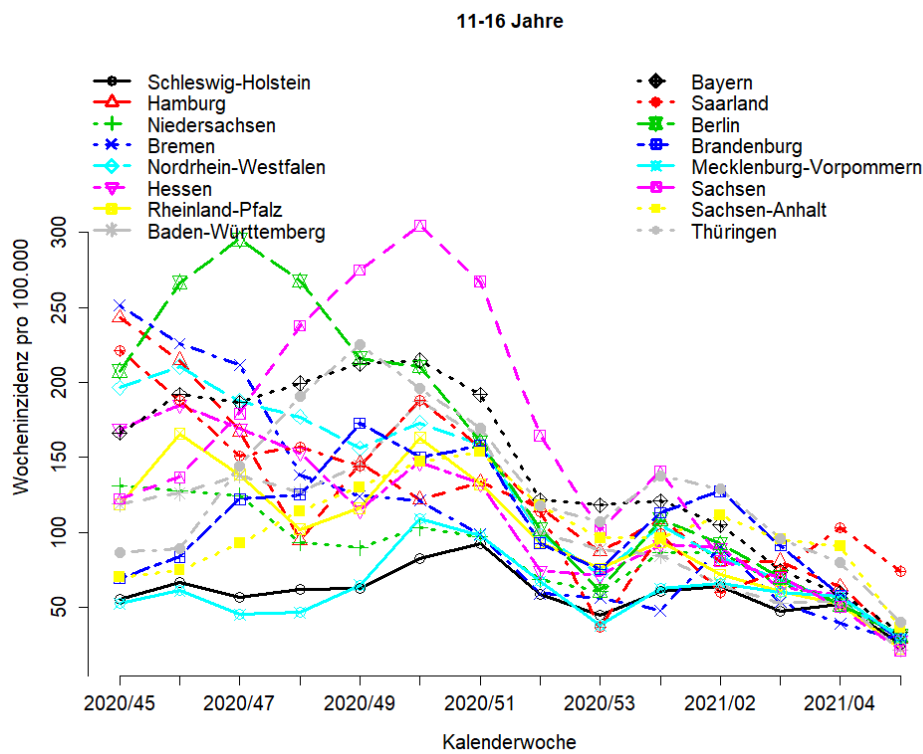
Abbildungen 3-6 illustrieren für den Zeitraum Kalenderwoche (KW) 45/2020 bis KW 5/2021 die wöchentliche Inzidenz an COVID-19 Fallmeldungen pro 100.000 Einwohner nach Altersgruppen, wobei grob zwischen 6-10jährigen, die in etwa der Grundschulpopulation entsprechen, 11-16jährigen, die die Klassenstufen 5-10 repräsentieren, und 17-19jährigen, die der gymnasialen Oberstufe und in etwa den Berufsschulen im Bereich der handwerklichen Berufe entsprechen, unterschieden wird. Alle anderen Altersgruppen werden in eine weitere Altersgruppe zusammengefasst, sind aber hier von nachrangiger Bedeutung und sollen nur das allgemeine Infektionsgeschehen darstellen.

Abbildung 3. Wöchentliche COVID-19-Inzidenz pro 100.000 Einwohner im Alter 6-10 Jahre nach Bundesland



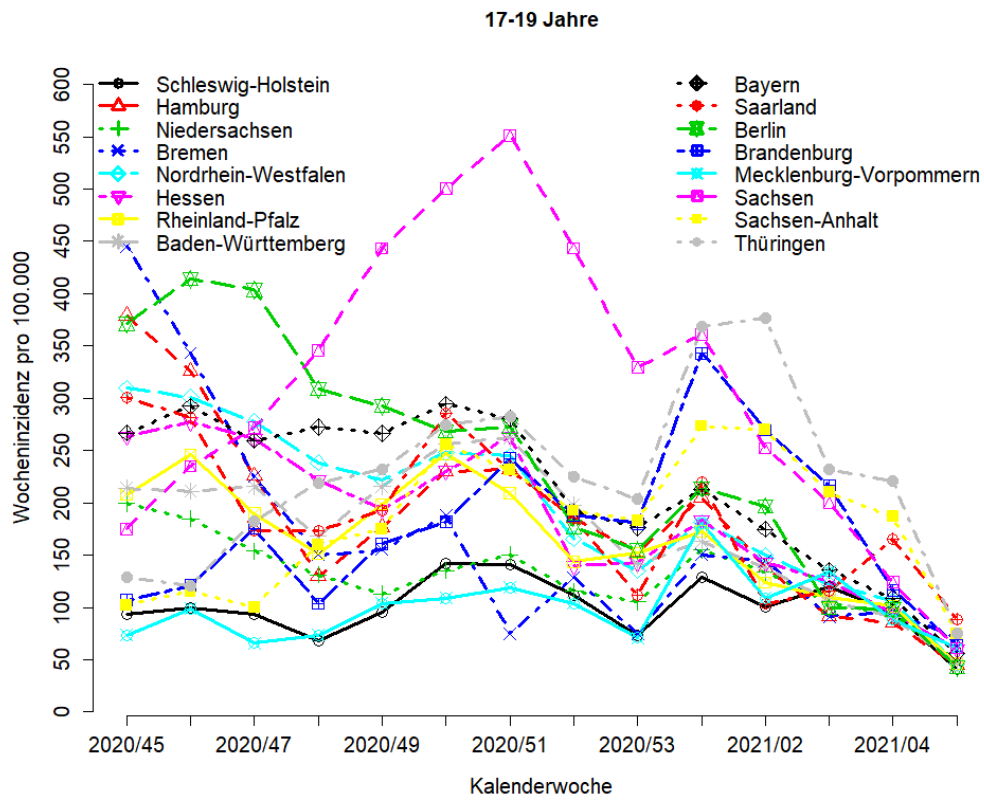
Quellen: SURVSTAT 2021; GENESIS-Online 2021; Eigene Berechnung und Darstellung

Abbildung 4. Wöchentliche COVID-19-Inzidenz pro 100.000 Einwohner im Alter 11-16 Jahre nach Bundesland



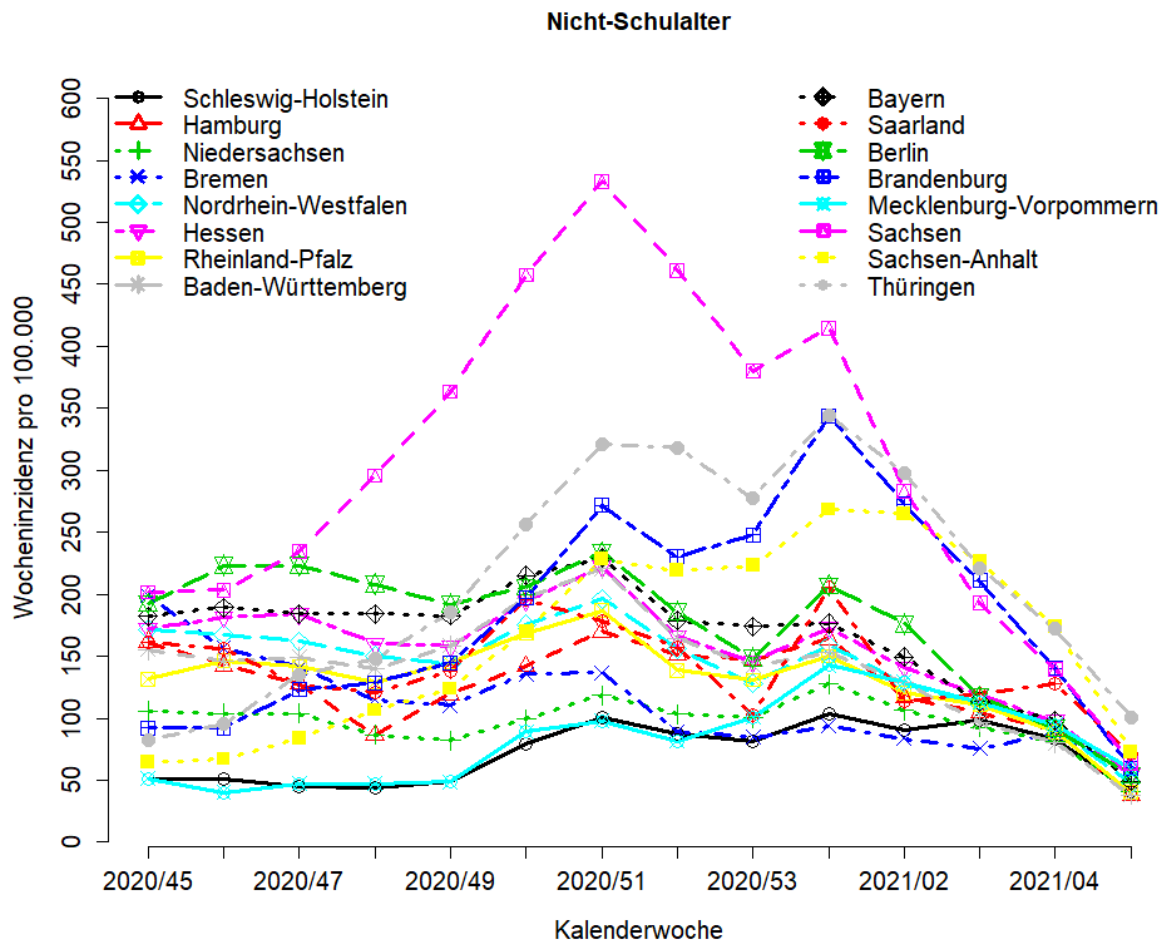
Quellen: SURVSTAT 2021; GENESIS-Online 2021; Eigene Berechnung und Darstellung

Abbildung 5. Wöchentliche COVID-19-Inzidenz pro 100.000 Einwohner im Alter 17-19 Jahre nach Bundesland



SURVSTAT 2021; GENESIS-Online 2021; Eigene Berechnung und Darstellung

Abbildung 6. Wöchentliche COVID-19-Inzidenz pro 100.000 Einwohner im Alter <6 oder >19 Jahre nach Bundesland



SURVSTAT 2021; GENESIS-Online 2021; Eigene Berechnung und Darstellung

Da sich der letzte Bericht bereits mit dem Infektionsgeschehen bis einschließlich KW 50/2020 auseinandergesetzt hatte, wird an dieser Stelle der Fokus auf den anschließenden Verlauf der Kurven gelegt.

Während die Entwicklungen zwischen KW 50 und KW 51/2020 ambivalent sind, ist seit KW 52 in den meisten alters- und länderspezifischen Gruppen ein abnehmender Trend an wöchentlichen Neuinfektionen festzustellen, mit einem zwischenzeitlichen Wiederanstieg in den ersten ein bis Wochen des neuen Jahres für die meisten Gruppen. Danach sind ein negativer Trend und eine Konvergenz der Infektionsraten zwischen den Ländern und den Altersgruppen feststellbar.

Wobei dies per se keine Implikationen der Einschränkungen im Lehrbetrieb auf die Infektionsrisiken der fraglichen Subpopulationen ergibt, lässt sich vermuten, dass das gesamte Maßnahmenbündel der gesellschaftlichen Einschränkungen zu sinkenden Infektionsraten in der Bevölkerung führt. Es sei darauf hingewiesen, dass schulspezifische Maßnahmen häufig parallel zu weiteren Einschränkungen

stehen, die jedoch nicht im Zusammenhang mit dem Schulbetrieb stehen. Daher sind Schlussfolgerungen zu den Effekten bestimmter schulischer Maßnahmen auf das Epidemiegesehen allgemein nur sehr begrenzt möglich.

Genauere Analysen auf Basis der schulischen Maßnahmen ließen sich nur anstellen, wenn fortlaufende Berichte zum Infektionsgeschehen und den spezifischen schulischen Präventionsmaßnahmen auf kleinräumiger Ebene vorlägen.

#### Referenzen

GENESIS-Online 2021: "Bevölkerung: Bundesländer, Stichtag, Altersjahre. Fortschreibung des Bevölkerungsstandes: 31.12.2019." Verfügbar unter [www-genesis.destatis.de](http://www-genesis.destatis.de), heruntergeladen am 12. Januar 2021.

SURVSTAT 2021. Robert Koch Institut. Datenabfrage vom 08. Februar 2021 unter <https://survstat.rki.de>.



### M 2.3 Halbjahresbericht (Februar bis Juli 2021)

In diesem Bericht setzen wir uns mit dem Infektionsgeschehen in den Schulen und der Population seit Ende Februar 2021 auf Bundeslandebene auseinander. Wir machen außerdem einen Vorschlag für die visuelle Darstellung (Dashboard) im Sinne eines kontinuierlichen Datenmonitorings, das sowohl von Entscheidungsträgern als auch von der Öffentlichkeit genutzt werden könnte. Dabei werden aktuelle Entwicklungen in den Landkreisen und Bundesländern beschrieben und Vorhersagen für mögliche zukünftige Entwicklungen illustriert.

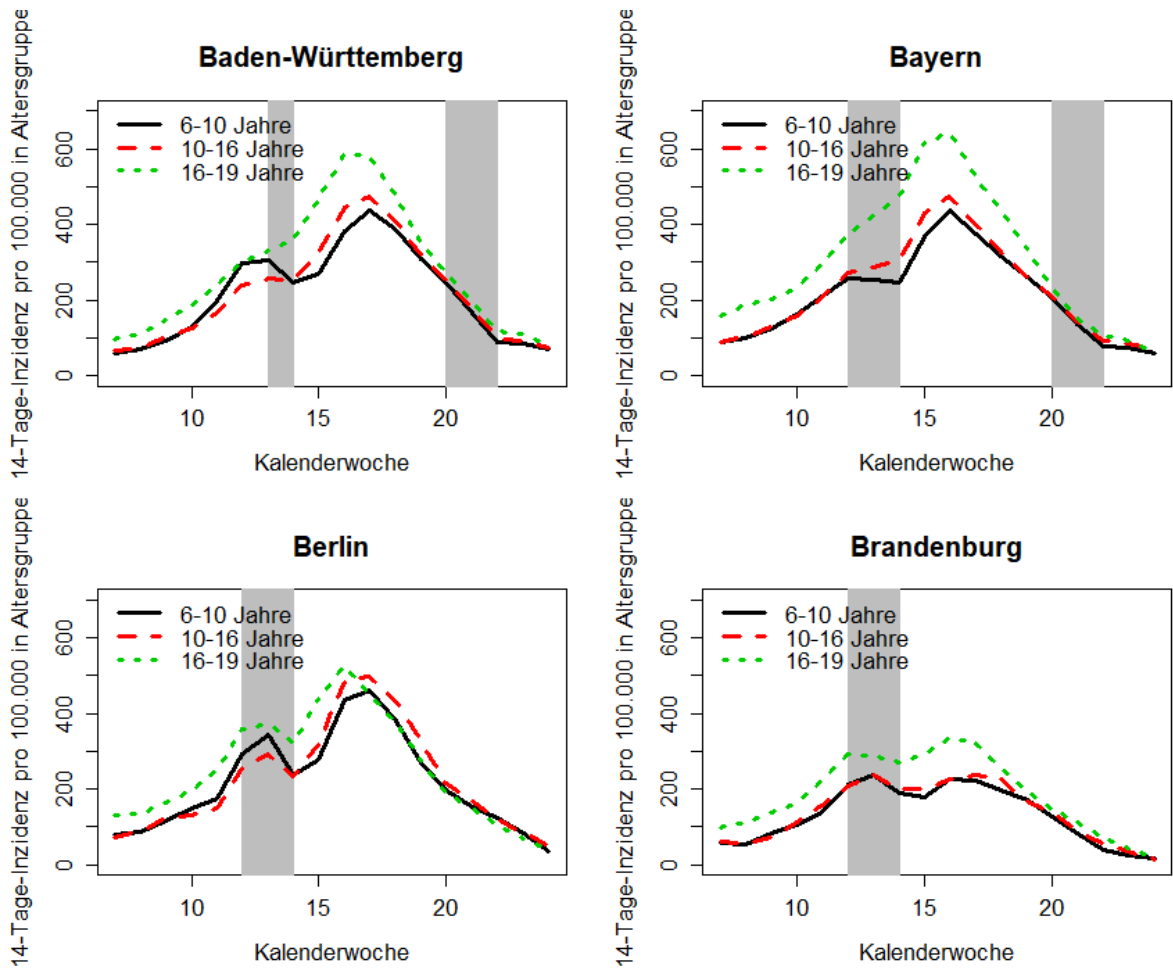
#### Infektionsgeschehen der letzten Monate

Die von der KMK erhobenen Daten zum Infektionsgeschehen in Schulen tendieren nach unseren bisherigen Analysen bis zum Einsatz von Teststrategien in den Schulen etwa zum Ende des ersten Quartals in Deutschland dazu, die Infektionszahlen zu unterschätzen, da neben einer möglichen Untererfassung der Fälle im Gegensatz zu den Daten des RKI keine nachträgliche Bereinigung und Korrektur der Daten erfolgt. Zudem bieten die KMK-Daten keine detaillierte Unterscheidung nach Klassenstufen/Altersgruppen für alle Bundesländer. Aus diesem Grund wird das Infektionsgeschehen unter SchülerInnen anhand der altersspezifischen wöchentlichen Fallzahlen des RKI approximiert. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich jeweils die Hälfte der 6- und 10-Jährigen, sowie die alle 7- bis 9-Jährigen in einer Grundschulausbildung befinden. Die 10- und 16-Jährigen werden jeweils hälftig, die 11- bis 15-Jährigen komplett der Schülergruppe „Unter- und Mittelstufe“ zugeordnet. Die 16- und 19-Jährigen werden je zur Hälfte, gemeinsam mit der kompletten Gruppe der 17- bis 18-jährigen in einer Gruppe „Oberstufe und Berufsschule“ (OBS) betrachtet, wobei davon ausgegangen wird, dass alle Personen in dieser Altersgruppe entweder die gymnasiale Oberstufe besuchen oder eine duale dreijährige Berufsausbildung durchlaufen. Ein stichprobenartiger Vergleich detaillierterer Schuldaten aus dem Arbeitspaket 3 zeigt, dass diese Approximation die realen SchülerInnenzahlen recht gut annähert.

Die Differenzierung in drei Gruppen dient dazu, das Infektionsgeschehen in drei verschiedenen Schulformen/Altersklassen auf Unterschiede zu untersuchen.

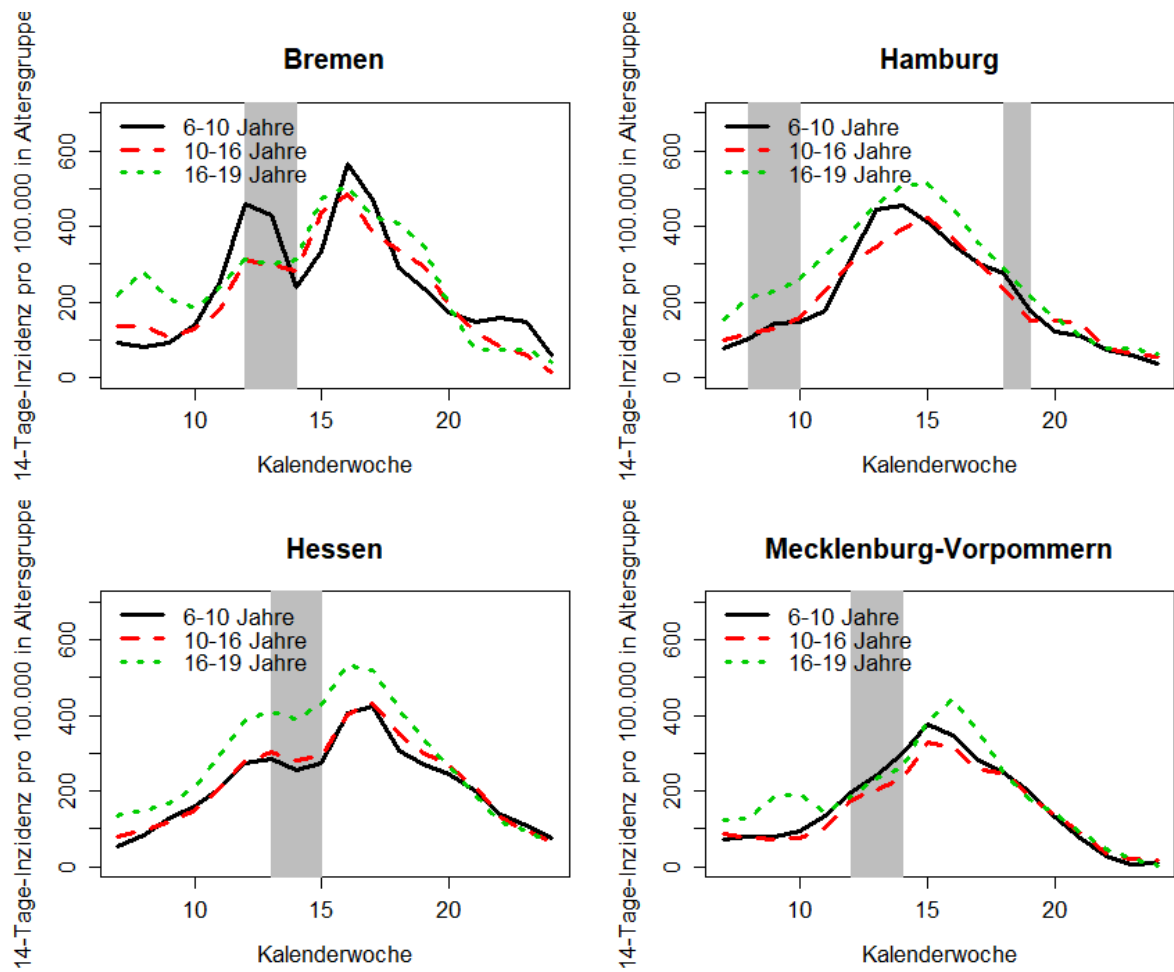
Abbildungen 7-10 tragen die sich ergebenden Zeitreihen der 14-Tage-Inzidenz pro 100.000 Kinder in der fraglichen Altersgruppe über den Zeitraum KW 6-24/2021 ab. Dabei ist bspw. der Wert in Berlin in KW 7 als die Inzidenz der Kalenderwochen 6 und 7 in Berlin zu verstehen. Die grau hinterlegten Zeitfenster repräsentieren Ferienzeiten.

Abbildung 7. 14-Tage-Inzidenz nach SchülerInnenengruppe



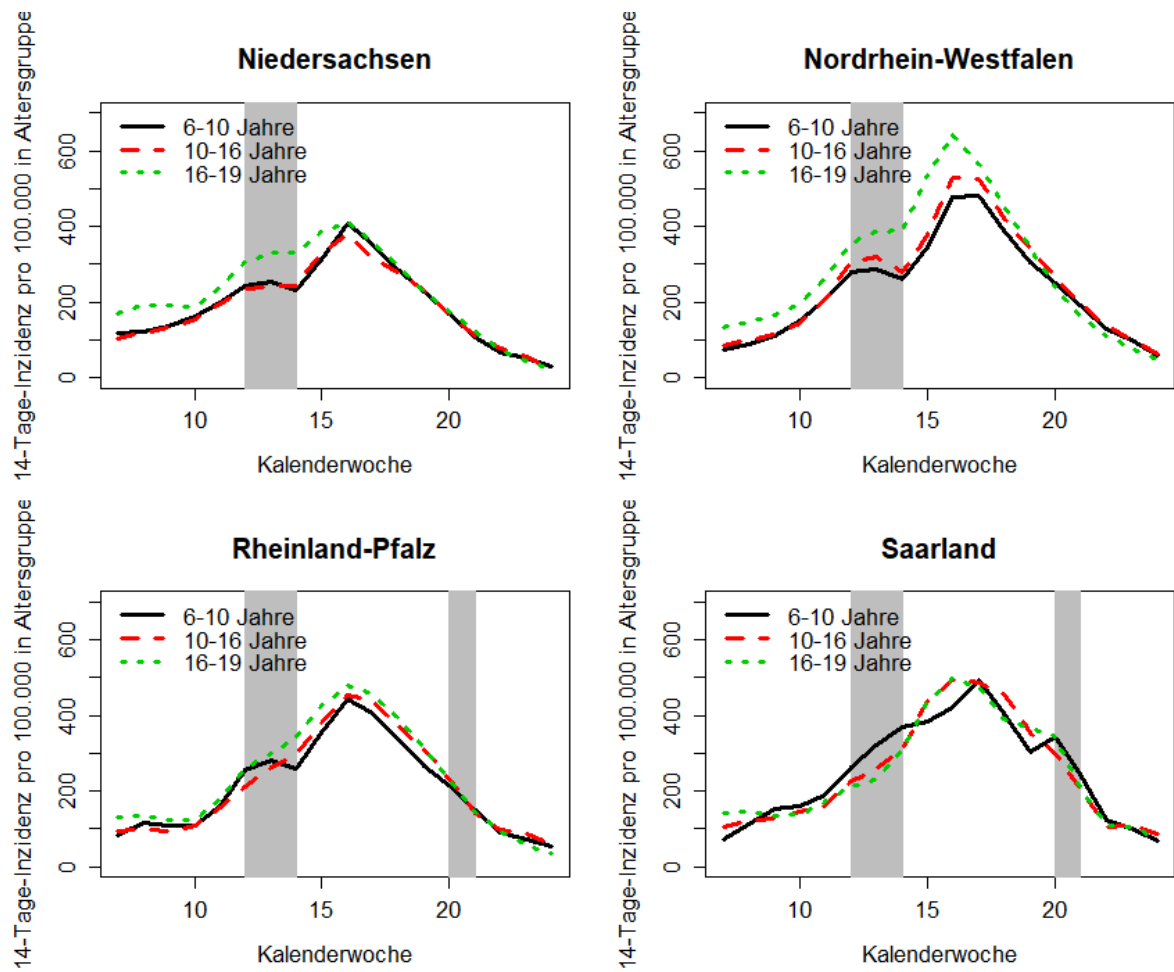
Quellen: GENESIS-Online 2021; SURVSTAT 2021; eigene Berechnung und Darstellung

Abbildung 8. 14-Tage-Inzidenz nach SchülerInnengruppe



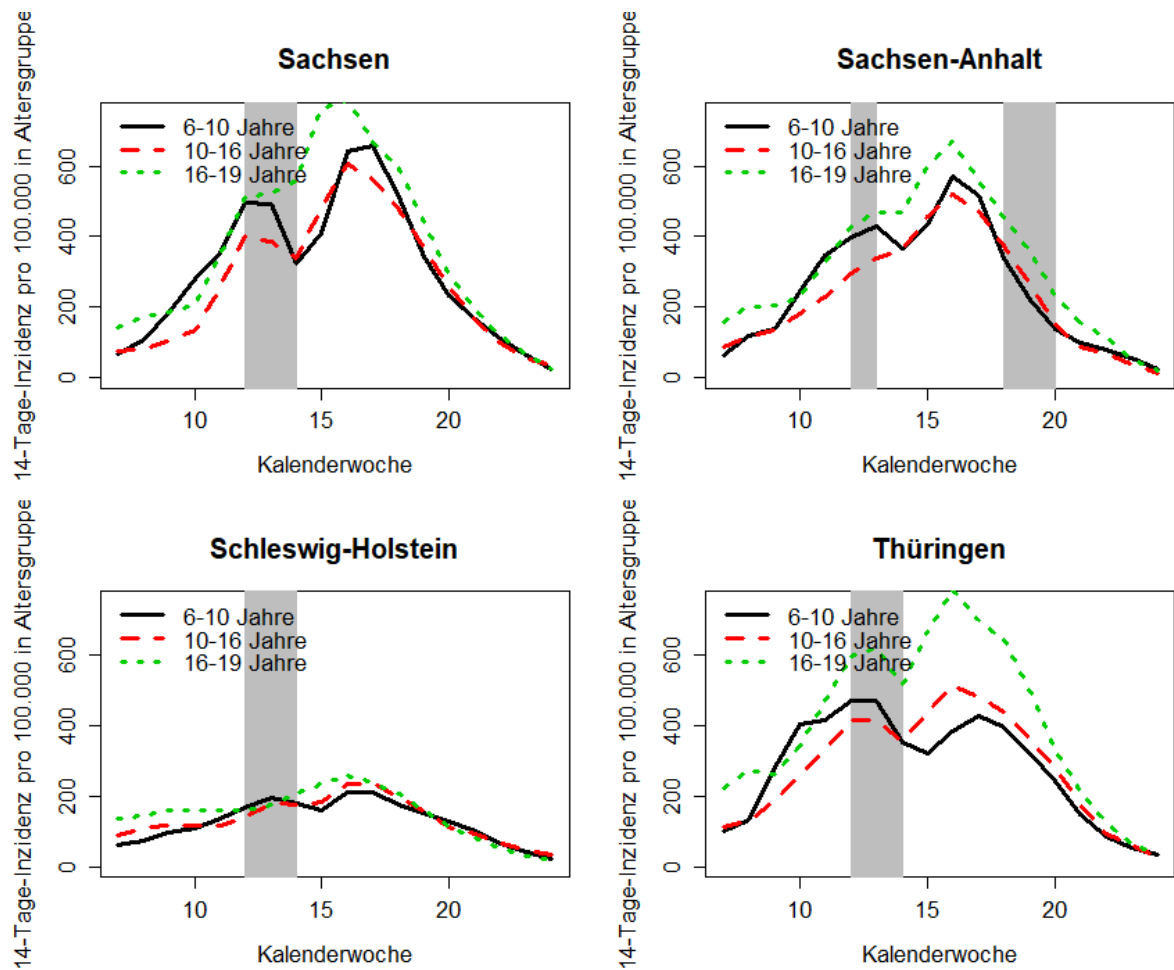
Quellen: GENESIS-Online 2021; SURVSTAT 2021; eigene Berechnung und Darstellung

Abbildung 9. 14-Tage-Inzidenz nach SchülerInnengruppe



Quellen: GENESIS-Online 2021; SURVSTAT 2021; eigene Berechnung und Darstellung

Abbildung 10. 14-Tage-Inzidenz nach SchülerInnengruppe

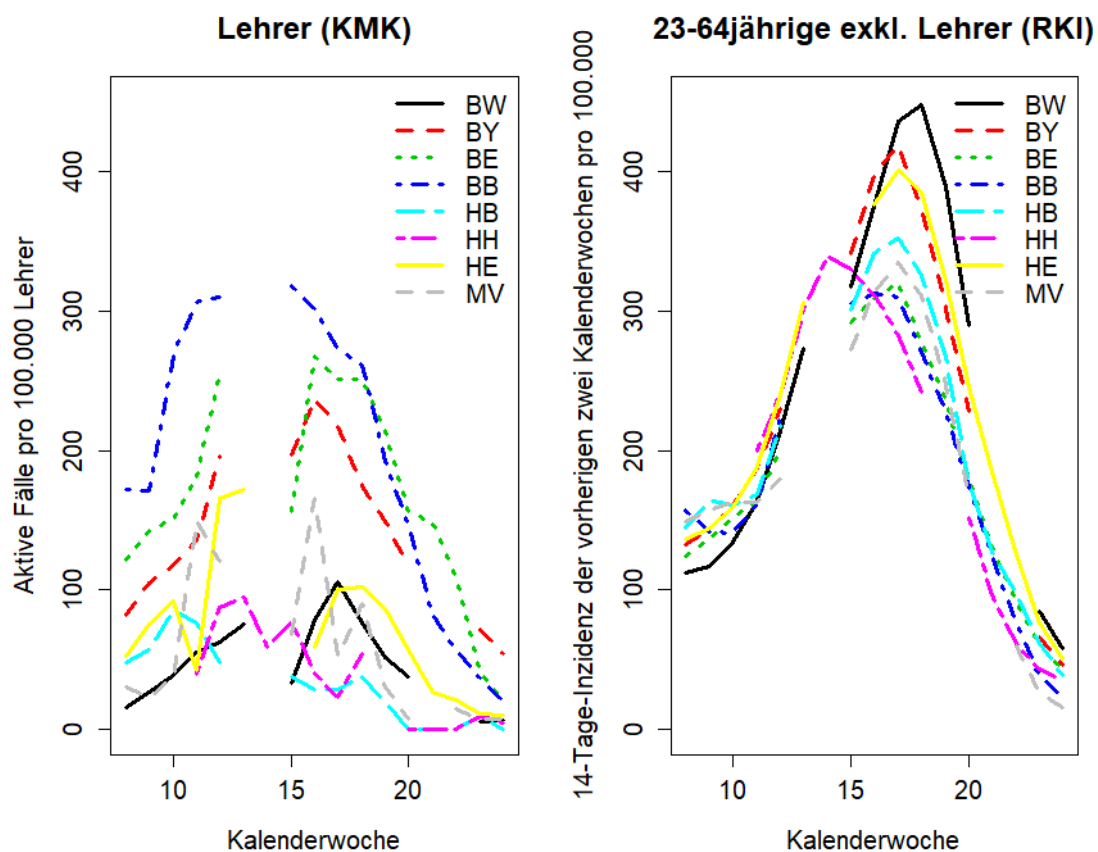


Quellen: GENESIS-Online 2021; SURVSTAT 2021; eigene Berechnung und Darstellung

Diese grafische Analyse soll nicht im Rahmen einer echten Zeitreihenanalyse verstanden werden, sondern lediglich eine qualitative Idee zu den Infektionstrends geben. Insgesamt lassen sich – je nach Bundesland und Altersgruppe – steigende Inzidenzen bis KW 13/16 feststellen. Diese Entwicklung sei jedoch immer im Kontext mit national steigenden Testzahlen im gleichen Zeitraum (RKI 2021) bedacht, die auch mit höheren Detektionsraten einhergehen. Weiterhin wurden seit Anfang März nach und nach bundesweit Tests im schulischen Umfeld durchgeführt (KMK 2021a), die ebenfalls höhere Detektionsraten im Schulumfeld mit sich bringen dürften. Rein qualitativ scheinen die Osterferien in den meisten Bundesländern und über alle Altersgruppen hinweg eine Verringerung der Neuinfektionen oder zumindest Abschwächung der Infektionsdynamik mit sich gebracht zu haben. Ein ähnlicher Effekt der Pfingstferien ist aus den Daten eher nicht ersichtlich. Insgesamt ist die Inzidenz in der OBS-Gruppe fast durchgängig höher als in den zueinander sehr ähnlich verlaufenden jüngeren SchülerInnengruppen. Insbesondere die Gipfel in den Schulzeiten fallen stärker in der OBS-Gruppe aus.

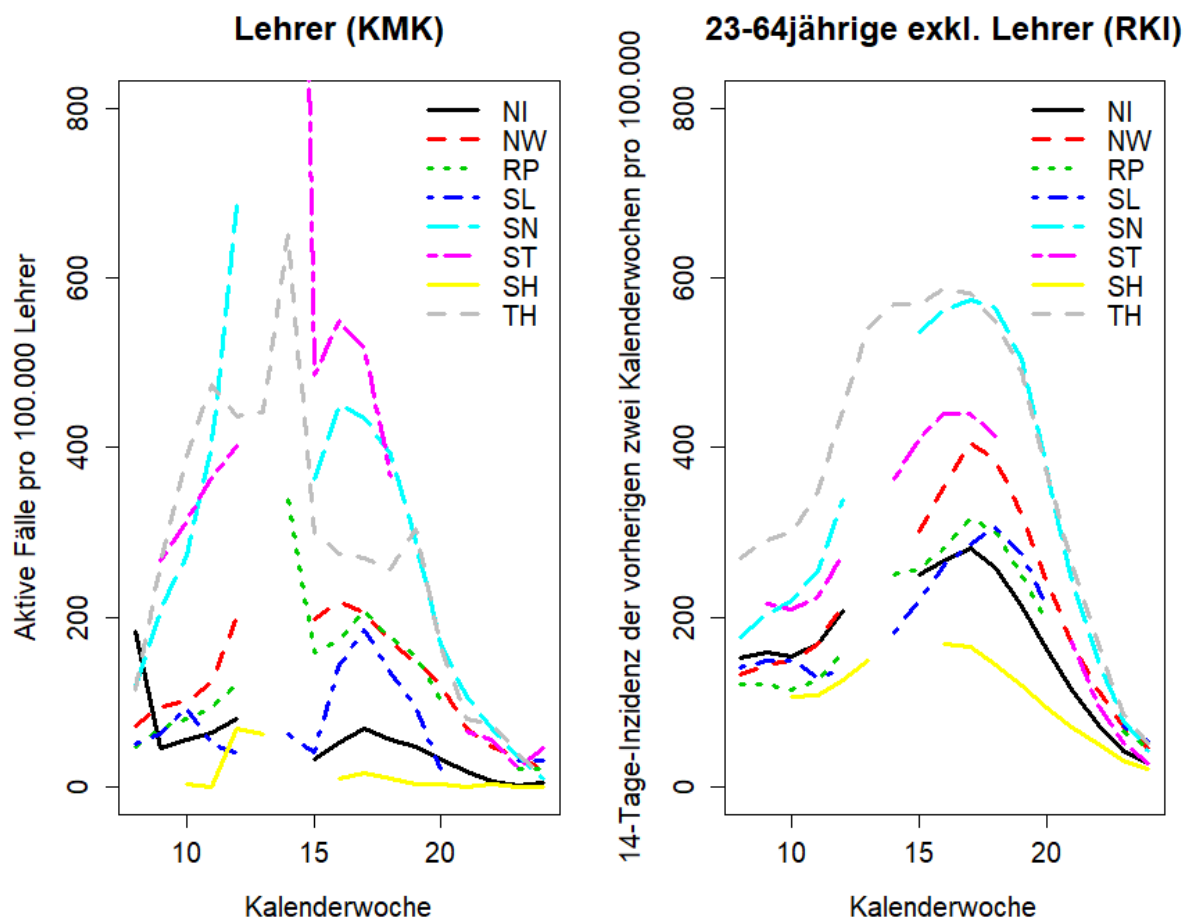
Für die Analyse des Infektionsgeschehens unter LehrerInnen wird auf die im früheren Bericht erläuterte Methodik zurückgegriffen, nach der die sich aus den KMK-Zahlen ergebenden Anteile an aktiv Erkrankten unter LehrerInnen mit der 14-Tage-Inzidenz der Kontrollgruppe kontrastiert werden, die sich als Differenz aus den 23- bis 64-jährigen Personen in der Population und den LehrerInnenzahlen ergeben. Die Ergebnisse werden in den Abbildungen 11 und 12 abgetragen.

Abbildung 11. Vergleich zwischen Anteil an aktiv erkrankten LehrerInnen und 14-Tage-Inzidenz der Kontrollpopulation



Quellen: GENESIS-Online 2021; KMK 2021b; SURVSTAT 2021; eigene Berechnung und Darstellung

Abbildung 12. Vergleich zwischen Anteil an aktiv erkrankten LehrerInnen und 14-Tage-Inzidenz der Kontrollpopulation



Quellen: GENESIS-Online 2021; KMK 2021b; SURVSTAT 2021; eigene Berechnung und Darstellung

Brüche in den Zeitreihen zeigen fehlende Werte aufgrund fehlender Berichte oder nicht-vorhandener Beobachtungen in den Osterferien. Die in den Daten ablesbaren Entwicklungen korrelieren zu den Inzidenzen unter den SchülerInnen. Die Vergleiche zwischen Lehrkräften und Kontrollpopulation zeigen eine große Heterogenität zwischen den Bundesländern auf. Im Vergleich zu früheren Analysen ist jedoch für die meisten Bundesländer kein erhöhtes Infektionsrisiko unter Lehrkräften mehr erkennbar. Das gibt Anhaltspunkte dafür, dass in diesen Bundesländern auch die inzwischen in den Schulen etablierten Maßnahmenpakete, ebenso wie natürlich die erfolgten Impfungen bei LehrerInnen, Wirkung zeigen.

Verbesserung der Datenerhebung und Bestandsaufnahme der erfolgten Arbeit mit der Statistikkommission der KMK

Auf viele der Anfragen bezüglich weiterer Details in den Datenerhebungen wurde bereits von Seiten der KMK Statistikkommission eingegangen. Bezüglich der aktuell von der Kommission für Statistik

veröffentlichten und zur Verfügung gestellten Daten wären noch folgende Erweiterungen wünschenswert:

- **Regionale Daten** wurden erhoben und haben sich als sehr hilfreich in der Interpretation des Infektionsgeschehens erwiesen, dies wurde aber nicht in den Herbst fortgeführt. Wir würden dazu raten, die regional detaillierte Aufnahme mindestens bis Frühjahr 2022 fortzuführen
- Statt der aktuellen Fälle (SuS, Lehrkräfte) wären Angaben zu neuen Infektionen nicht-aktiver Fälle wünschenswert.
- Es fehlen Subgruppen, beispielsweise:
  - Alter der Lehrkräfte; hier insbesondere Lehrkräfte über 60
  - Schulform mit dem Ziel, Klassenstufen zu approximieren
- Die Berichte sollten wöchentlich durchgängig fortgeführt werden, auch bei kompletten Schulschließungen und während Ferienzeiten.
- Es sollte auf eine möglichst vollständige und konsistente Berichterstattung im Zeitverlauf gedrängt werden (viel Variation in den berichtenden Schulen vermeiden).
- Eine Ergänzung der Daten zu Lehrkräften mit Daten zu Betreuern und administrativem Schulpersonal wäre sinnvoll.
- Aus unserer Sicht wäre auch eine visuelle Darstellung der Daten auf öffentlichen Websites, die für die Öffentlichkeit verständlich ist und Maßnahmen vor Ort unterstützen kann, sinnvoll. Einen entsprechenden Vorschlag unterbreiten wir im folgenden Abschnitt.



Dashboard zum aktuellen Monitoring der Infektionssituation (Stand August 2021)

*Was haben wir gemacht?*

Das Hauptziel des WP 2 ist es, das aktuelle Monitoring der Infektionssituation in Schulen zu ermöglichen. Zu diesem Zweck wurde ein Dashboard aufgebaut, das die Infektions- und Quarantänesituation im Schulkontext sowohl auf Kreis- als auch auf Bundeslandebene visuell darstellt. Daneben fügen wir hier auf Bundeslandebene ein durch infektionsdynamische Modellierung (Beschreibung weiter unten) erstellte Vorhersage für die nächsten 2 Wochen zur Verfügung. Diese eignet sich insbesondere, um einen ungefähren Eindruck der möglichen Entwicklung, ohne dass sich Verhaltens- oder Maßnahmenänderungen ergeben, zu erhalten. Sie ist nicht als konkrete Vorhersage einer genauen Infektionsanzahl zu verstehen. Sie eignet sich auch, getroffene Maßnahmen retrospektiv der Entwicklung des Infektionsgeschehens zuzuordnen und so ggfs. Jetzt gesammelte Erfahrungen in zukünftige Maßnahmen einfließen zu lassen.

Das Ziel dieses Dashboards wäre es, lokale und überregionale Entscheidungsträger in Entscheidungsprozessen zu unterstützen und die Öffentlichkeit zu informieren.

Dieses Dashboard ist aktuell nicht online, da die Landkreisdaten von Seiten der KMK vertraulich zur Verfügung gestellt wurden, könnte aber online verfügbar gemacht werden. Dies bräuchte ggfs. bei hoher Nutzung und dem Wunsch nach weiteren Verbesserungen oder Anpassungen zusätzliche Ressourcen.

*Einschränkungen*

Die Einschränkungen ergeben sich zum einen aus den verwendeten Daten und zum anderen aus den Unsicherheiten, die mit der Vorhersage aus infektionsdynamischen Modellen einhergehen. Ersteres betreffend haben wir insbesondere im Zweimonatsbericht dargestellt, dass die die Schulbehörden erhobenen in Teilen eine Unterschätzung der tatsächlichen Infektionen darstellen. Letzteres betreffend lässt sich sagen, dass die Unsicherheit der verwendeten Vorhersagen mit Zunahme der Länge der Zeitperiode deutlich zunimmt. Vorhersagen von Infektionsfällen von mehr als zwei Wochen auf Basis dieses Modells werden daher aktuell von uns nicht gezeigt. Insbesondere bei geringen Infektionszahlen sind auch die darunterliegenden Vorhersagen mit hohen Unsicherheiten verbunden. Trotz der genannten Einschränkungen sind wir der Auffassung, dass diese Simulationen eine Einschätzung der aktuellen Infektionssituation und -entwicklung unterstützen können.

### *Wie sieht das Dashboard in der ersten Version aus?*

Wir möchten darauf hinweisen, dass es sich hier um eine erste Version handelt, die gerade dazu dienen soll, Veränderungen und zusätzliche Wünsche zu ermöglichen. Wir würden uns bemühen, diese dann umzusetzen. Ggfs. wäre eine Instandhaltung und die Entwicklung weiterer Module auch in Folgeprojekten möglich.

Grundsätzlich sind aktuell fünf Hauptkategorien vorgesehen:

1. SARS-CoV-2 Infektionen in Schulen
  - a. auf Kreisebene
  - b. auf Bundeslandebene
2. Quarantänesituation in den Schulen
  - a. auf Kreisebene
  - b. auf Bundeslandebene
3. Zeitlicher Verlauf des Infektionsgeschehens auf Kreisebene
4. Vorhersage von Infektionen unter SuS und LuL für die nächsten 2 Wochen auf Bundeslandebene
5. Übersicht relevanter Infektionsstatistiken für jeden Kreis

Zunächst – als Landingpage – möchten wir auf diesem Dashboard eine Übersicht über die deutschlandweite aktuelle Infektionssituation auf Kreisebene und Bundeslandebene geben (Abbildung 13). Hierbei ist es möglich, jeden Kreis einzeln auszuwählen. Daraufhin erfolgt eine Weiterleitung zur Darstellung der absoluten Infektions- und Quarantänezahlen des Kreises, sowie des Verlaufs der letzten Wochen (Abbildung 14).

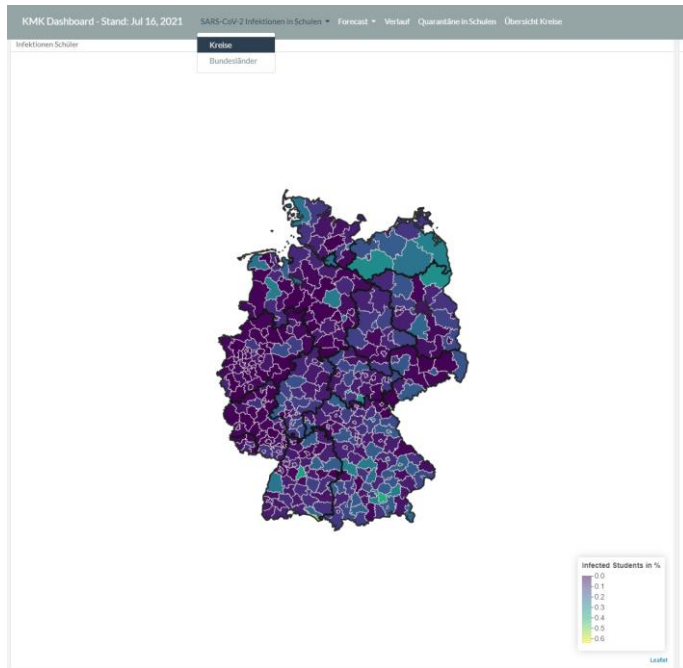


Abbildung 13 Dashboard - Darstellung des aktuellen Infektionsrisikos auf Kreisebene



Abbildung 14 Beispiel für die Darstellung eines Kreises

Als zweite Hauptkategorie möchten wir auch die Quarantänesituation in den Schulen auf Kreisebene darstellen. In ähnlicher Weise stellen wir dies sowohl als Deutschlandkarte als auch im Rahmen der einzelnen Kreisdarstellungen dar.

Als dritte Kategorie soll ein aktueller zeitlicher Verlauf der landkreisgenauen Infektionsrisiken für SuS und LuL über die letzten Wochen dargestellt werden (Abbildung 15).

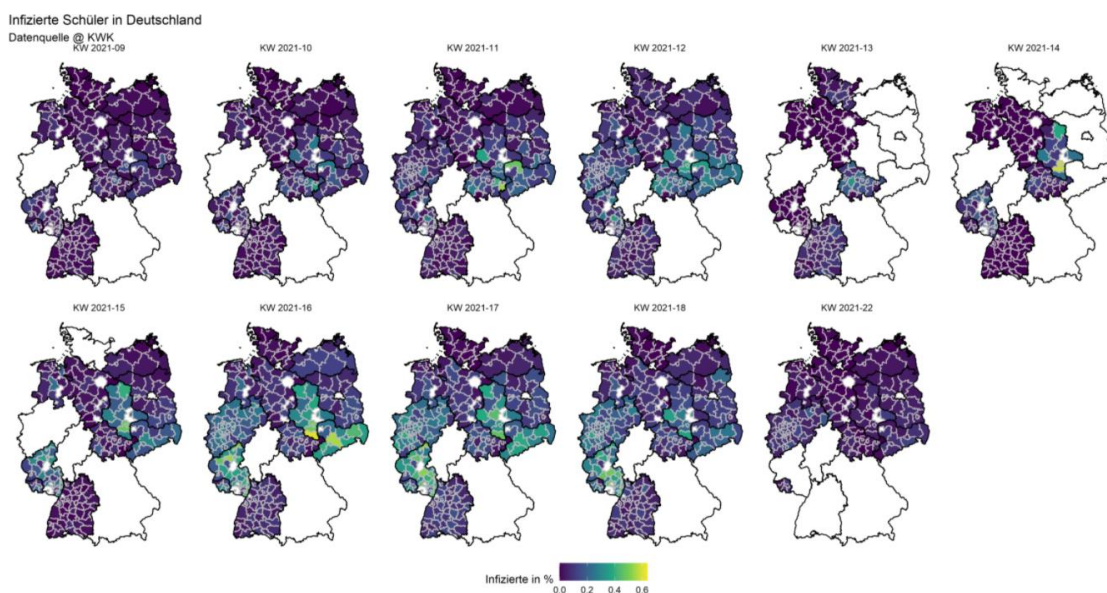


Abbildung 15 Verlauf der Infektionsrisiken über die Zeit. Weiße Flächen kommen durch Lücken in der Datenerhebung zustande.

Weiterhin soll es auf Bundeslandebene möglich sein, einen Eindruck der in den nächsten 2 Wochen zu erwarteten Infektionszahlen bei LuL und SuS zu bekommen. Hierfür wird eine Vorhersage aus dem unten dargestellten infektionsdynamischen Modell integriert (Abbildung 28).

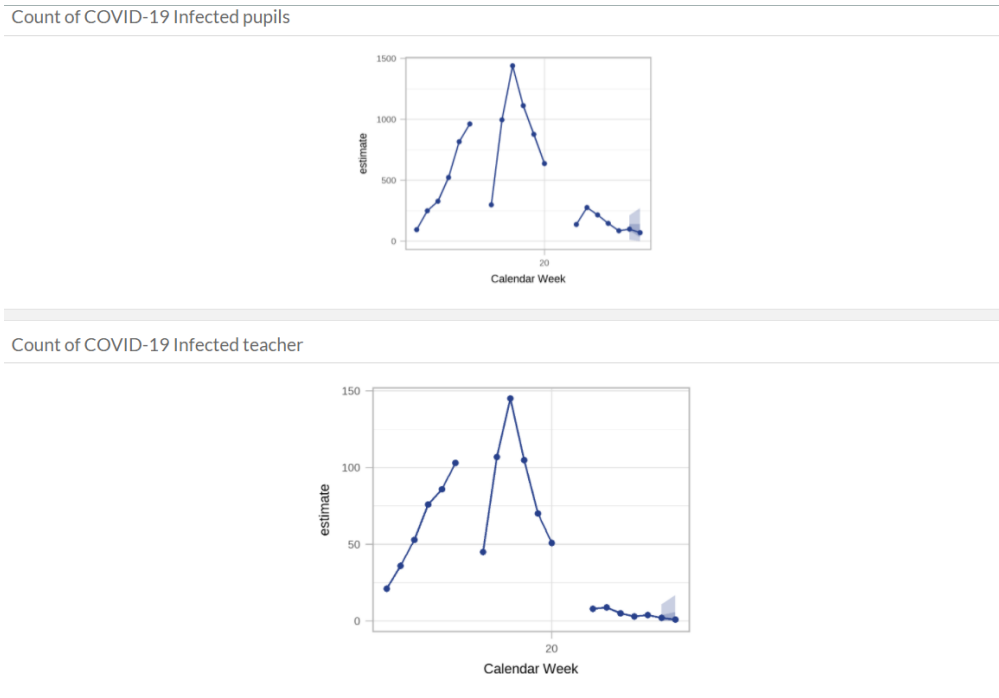


Abbildung 16 Beispiel für die Vorhersage auf Bundeslandebene in Baden–Württemberg Ende Juli 2021, grauer Bereich betrifft die Vorhersage mit Unsicherheitsintervall. Blaue Punkte und Linien sind die tatsächlichen von der KMK erhobenen Daten zu infizierten SchülerInnen und LehrerInnen in Baden–Württemberg.

Letztendlich soll auch eine schnelle Suche nach einem Kreis möglich sein, hierfür wurde die 5. Kategorie gebildet, die es erlaubt einzelne Kreise und ihre Parameter anzusehen.

## Quellen

BMBF 2021: „Gesamtübersichten und Strukturdaten.“ Daten verfügbar unter: <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/K0.html>, Zugriff am 30. Juni 2021.

DIVI 2021: DIVI-Intensivregister. Daten verfügbar unter: <https://www.intensivregister.de/#/aktuelle-lage/zeitreihen>, Zugriff am 12.05.2021.

GENESIS-Online 2021: "Bevölkerung: Bundesländer, Stichtag, Altersjahre. Fortschreibung des Bevölkerungsstandes: 31.12.2020." Daten verfügbar unter [www-genesis.destatis.de](http://www-genesis.destatis.de), Zugriff am 24. Juni 2021.

KMK 2021a: „Länderumfrage zu den Testungen.“ Daten von der KMK am 27.04.2021 zur Verfügung gestellt.

KMK 2021b: "Aktuelle Zahlen der Schulen zur Covid-19-Lage nach Ländern 8.– 24. Kalenderwoche 2021." Kultusministerkonferenz. Daten verfügbar unter: <https://www.kmk.org/dokumentation->

statistik/statistik/schulstatistik/schulstatistische-informationen-zur-covid-19-pandemie.html, Zugriff am 24.06.2021.

Mossong, J.; Hens, N.; Jit, M. et al. 2008: "Social Contacts and Mixing Patterns Relevant to the Spread of Infectious Diseases." *PLoS Medicine* 5(3): 1.

RKI 2021: „Tabellen zu Testzahlen, Testkapazitäten und Probenrückstau pro Woche (23.06.2021).“  
Zugriff am 24.06.2021. Daten verfügbar unter:  
[https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Testzahl.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Testzahl.html), Zugriff am 25.06.2021.

Rodiah, I.; Vanella, P.; Kuhlmann, A.; Bock, W.; Lange, B. o.J.: "Age-specific Contribution of Contacts to Transmission of SARS-CoV-2 in Germany." [In Erstellung].

SURVSTAT 2021: Robert Koch Institut. Daten verfügbar unter: <https://survstat.rki.de>, Zugriff am 24.06.2021.

## WP 3 – Infektions- und Übertragungsrisiko im und durch den Schulkontext

### Erreichte Meilensteine

M 3.1 Votum der Ethikkommission, M 3.2 Datenerhebung, M 3.3 Auswertung (teilweise)

### Infektions- und Übertragungsrisiko von SARS-CoV-2 im Schulkontext in Daten der Gesundheitsämter und Landesministerien (Stand August 2021)

#### Was haben wir gemacht?

Dies ist eine retrospektive Beobachtungsstudie. In dieser Studie haben wir die prospektiv erhobenen SARS-CoV-2-Infektionsmeldedaten ausgewählter Gesundheitsämter und Landesministerien in Deutschland retrospektiv ausgewertet. Die Fallmeldedaten, die von Februar 2020 bis Mai 2021 gesammelt wurden, werden zur Beantwortung der Studienfragen verwendet. Bei den ausgewählten Schul- und Gesundheitsbehörden wurden unterschiedliche geographische, infektionsepidemiologische und ordnungspolitische Regionen ausgewählt.

Das übergeordnete Ziel dieser retrospektiven Beobachtungsstudie ist es, das Infektionsrisiko durch SARS-CoV-2 bei Kindern und Jugendlichen sowie Schulpersonal mit der Allgemeinbevölkerung über das Jahr zu vergleichen. Ebenso zielte diese Studie darauf ab, herauszufinden, wie hoch der Anteil der Übertragung in der Gesamtbevölkerung ist, der die SchülerInnen und das Schulpersonal betrifft. Schließlich sollte untersucht werden, ob Infektionsschutzmaßnahmen Einfluss auf diese Parameter haben.

Das positive Votum der MHH Ethikkommission vom 16.02. findet sich in Anhang 5. Dieses basiert auf dem eingereichten Studienprotokoll und Datenschutzkonzept sowie auf der Beratung durch den Datenschutzbeauftragten.

Lokale Gesundheitsämter haben zur Bewältigung der Pandemie und Übersicht über das örtliche Infektionsgeschehen zu spezifischen Bereichen detailliertere Daten gesammelt, welche nicht meldepflichtig sind und so nur dem örtlichen Gesundheitsamt direkt vorliegen. Von den ca. 400 lokalen Gesundheitsämtern wurden daher zwischen Februar und Mai 2021 ca. 15%, gleichmäßig über Bundesländer und urbane/rurale Bevölkerungsprofile verteilt, kontaktiert. Limitierungen zur Teilnahme waren eine ausbleibende Rückmeldung, fehlende Kapazitäten durch die hohe Auslastung, insbesondere im Spätfrühling, ein Mangel an designierten Datensammlungen zum Infektionsgeschehen an Schulen, sowie eine Teilnahme an anderen Projekten.

Insgesamt haben wir aktuell Datensätze zu 9.775 Infektionen bei SchülerInnen und 1.719 Infektionen bei Lehrpersonal, sowie zu 23.941 Kontaktpersonen aus 4 Regionen ausgewertet. Weitere Regionen haben Kooperationen zugesagt. Da die Datenbereitstellung zusätzlich zum normalen behördlichen Betrieb des Gesundheitsamts anfällt, sind wir den kooperierenden Behörden zu besonderem Dank für ihr Engagement verpflichtet.

Entsprechend des Ethikantrages und des Datenschutzkonzeptes wurden diese Daten bei den Gesundheitsämtern anonymisiert und von uns anonymisiert ausgewertet.

Details zur Methodik finden sich im Anhang 8.

### Was haben wir gefunden?

Hier berichten wir erste beschreibende Ergebnisse aus den oben dargestellten Daten der Gesundheitsämter und der Landesministerien; eine weitere vollständige Analyse erfolgt aktuell. Da dann möglicherweise Daten aus weiteren Regionen miteinbezogen werden können und auch zusätzliche Analysen erfolgen, können sich die Ergebnisse entsprechend ändern. Außerdem sei darauf hingewiesen, dass die hier berichteten Ergebnisse bisher nicht einem peer-review Verfahren unterzogen wurden.

### Beschreibung der bisher vorhandenen Daten

Tabelle 1: Übersicht Datensätze Stand Juli 2021

		Region 1 (städtisch)	Region 2 (städtisch)	Region 3 (ländlich)	Region 4 (städtisch)
Quelle		Gesundheitsamt	Landesministerium	Gesundheitsamt	Gesundheitsamt
Zeitraum von – bis (Dauer in Tagen)		03.2020 – 05.2021 (418)	08.2020 – 01.2021 (163)	03.2020 – 06.2021 (456)	04.2020 – 04.2021 (373)
Anzahl von Infektionen im Schulkontext		7248	3575	Nicht bekannt	Nicht bekannt
	davon SchülerInnen	5108	3096	581	511
	davon Schulpersonal/Lehrpersonal	1240	479	Nicht bekannt	Nicht bekannt

Während drei der Datensätze einen Zeitraum von über einem Jahr Pandemie einschließen, beschreibt ein Datensatz nur die erste Hälfte des Schuljahres 2020/21. Die Anzahl der Fälle ist somit in Relation



zur Länge des Zeitraumes, aber auch zur Größe der Bevölkerung des jeweiligen Gebietes zu interpretieren.

Zwei Ämter trennten in ihren Datensätzen SchülerInnen von Schulpersonal. Die Daten der Region 4 umfassen lediglich Fälle bei SchülerInnen, wohingegen der Datensatz der Region 3 Infektionen bei SchülerInnen anhand des Alters identifiziert – Fälle bei Schulpersonal sind nur aus Ausbruchsgeschehen ersichtlich, deren Analyse für diesen Bericht noch nicht zur Verfügung stand.

Was sind die Hauptkenntnisse aus den Daten?

*Wie hat sich das Infektionsrisiko von SchülerInnen und Schulpersonal in den Regionen über die Zeit entwickelt?*

Das Infektionsrisiko wurde sowohl kumulativ als auch über Wochenzeiträume für SchülerInnen und Schulpersonal getrennt berechnet. Die Verfügbarkeit von Daten bestimmte, für welche Subgruppen Berechnungen angesetzt werden konnten. So beinhalten die Datensätze von Region 1 und Region 2 neben der Kategorisierung von SchülerInnen und Personal auch deren Zuordnung zur jeweiligen Schulform, wohingegen Fälle in Region 4 und Region 3 nur nach Alter geordnet analysiert werden konnten (Tabelle 10 im Anhang).

Das kumulative Risiko gemeldeter Infektionen bei SchülerInnen variiert von 1,2% (für den Zeitraum von August 2020 bis Januar 2021 in Region 2) über 1,5% (in Region 4 zwischen April 2020 und April 2021) und 3,4% (in Region 1 zwischen März 2020 und Mai 2021) bis hin zu 5,8% (in Region 3 zwischen März 2020 und Juni 2021).

Das kumulative Risiko gemeldeter Infektionen für das Schulpersonal lag in Region 2 bei 2,7% im Vergleich zu 2% für die Bevölkerung für den Zeitraum von August bis Januar 2021 und in Region 1 bei 3,2% im Vergleich zu 4,5% für den Zeitraum von März 2020 bis Mai 2021 (Abbildung 17).

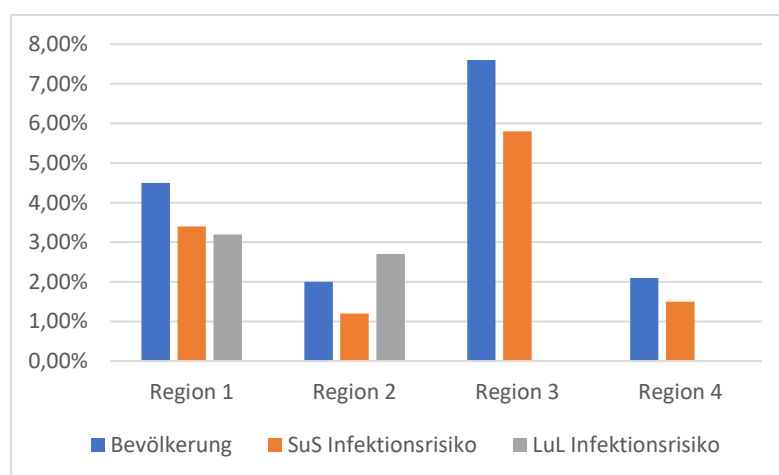


Abbildung 17 Kumuliertes Infektionsrisiko pro Region (bei unterschiedlichem Follow-up, wie oben beschrieben)

Zeitlich korreliert das Infektionsrisiko von SchülerInnen und Schulpersonal mit dem Infektionsrisiko in der Bevölkerung allgemein und ist von den üblichen, den Meldeweg betreffenden, Verzerrungen betroffen. So spielen hier möglicherweise eine geringe Exposition durch Schulschließungen und Fernunterricht, eine höhere Rate asymptomatischer Infektionen und deren Unterdetektion bei SchülerInnen, sowie demographische, geografische und medizinische Risikostratifizierung eine Rolle.

Erkennbare Trends sind ein höheres Infektionsrisiko von SchülerInnen an Förderschulen und weiterführenden Schulen im Vergleich zu Grundschulen und der Bevölkerung, sowie ein höheres Risiko mit zunehmendem Alter der SchülerInnen (mit Ausnahme der Daten der Region 4) sowie bei Alter < 30 beim Schulpersonal.

Abbildungen 18 bis 21 zeigen das Infektionsrisiko über die Zeit an Schulen im Vergleich mit der Bevölkerung.

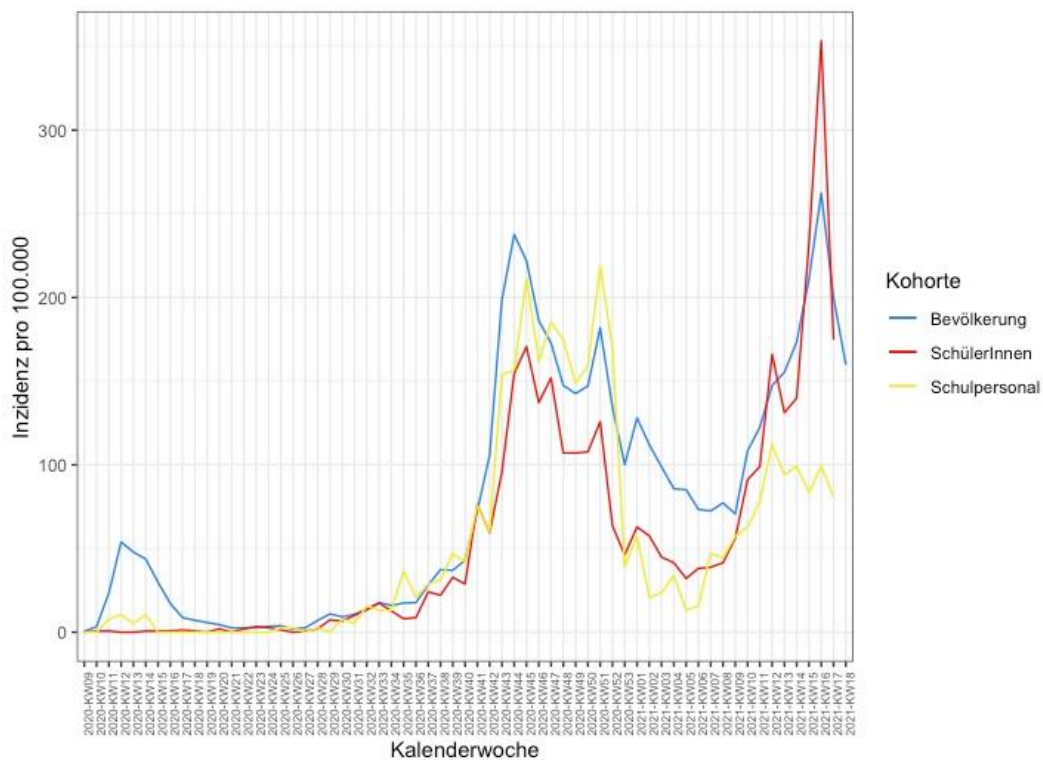


Abbildung 18 Infektionsrate pro 100.000/Woche in Region 1

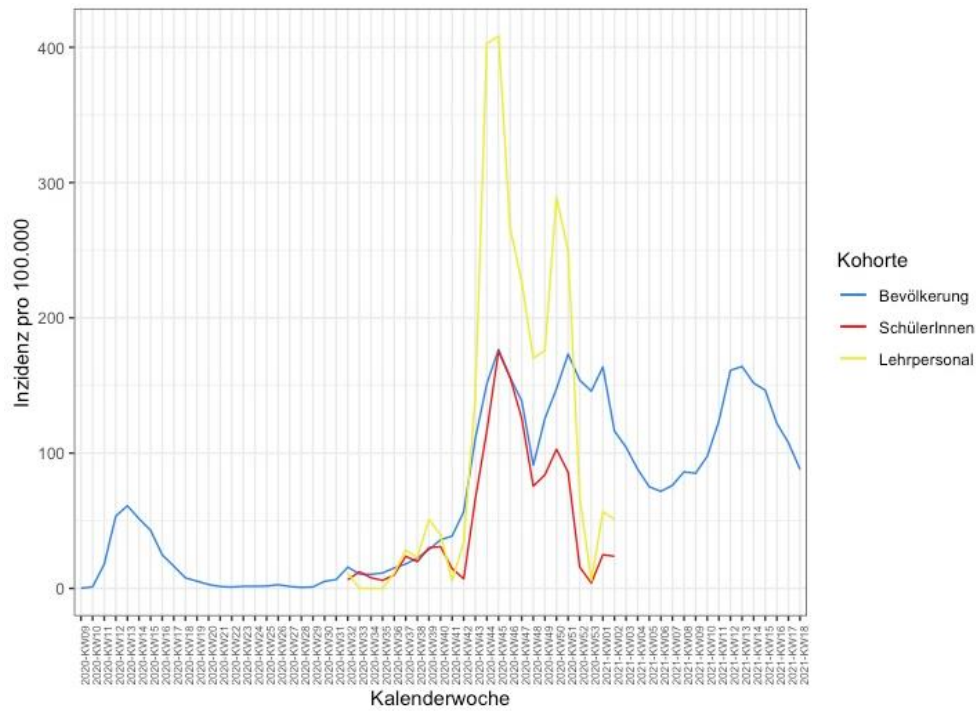


Abbildung 19 Infektionsrate pro 100.000/Woche in Region 2 (Daten eines Landesministeriums für Region 2; RKI)<sup>1</sup>

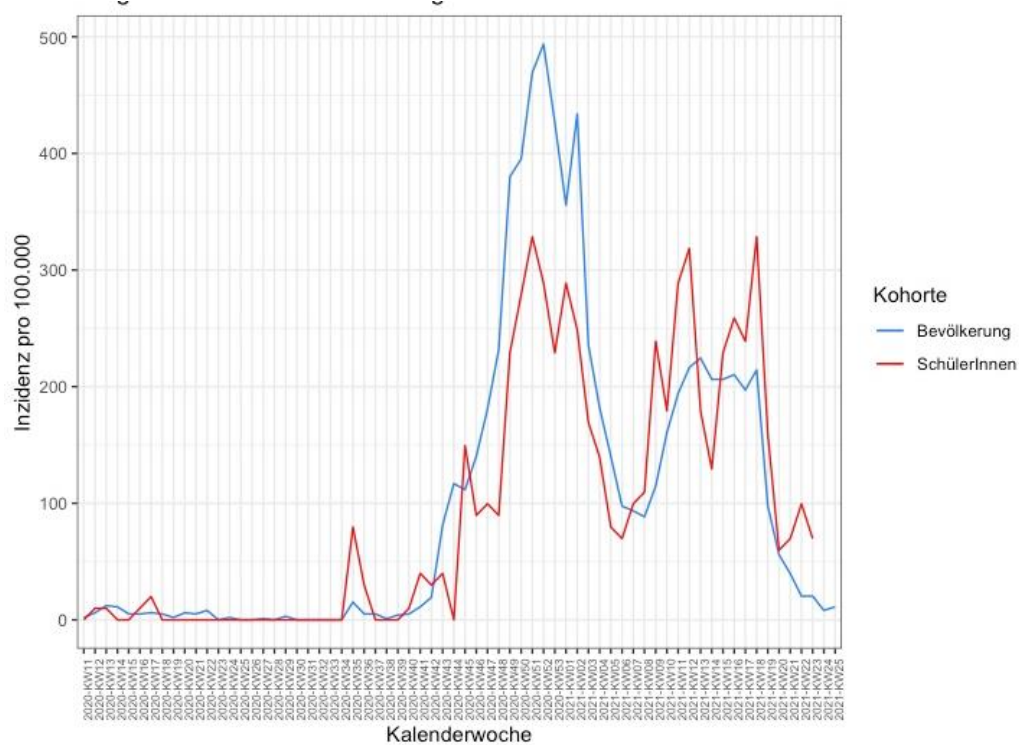


Abbildung 20 Infektionsrate pro 100.000/ Woche in Region 3 (Daten des Gesundheitsamtes in Region 3; RKI)

<sup>1</sup> Lehrpersonal/Schulpersonal Region 2: Zur Verfügung gestellt wurden nach Lehrpersonal und anderem Schulpersonal getrennt gekennzeichnete Daten. Mangels Kennzahlen und Definition der als „Schulpersonal“ inkludierten Berufsgruppen wurde die Analyse auf Lehrpersonal limitiert.

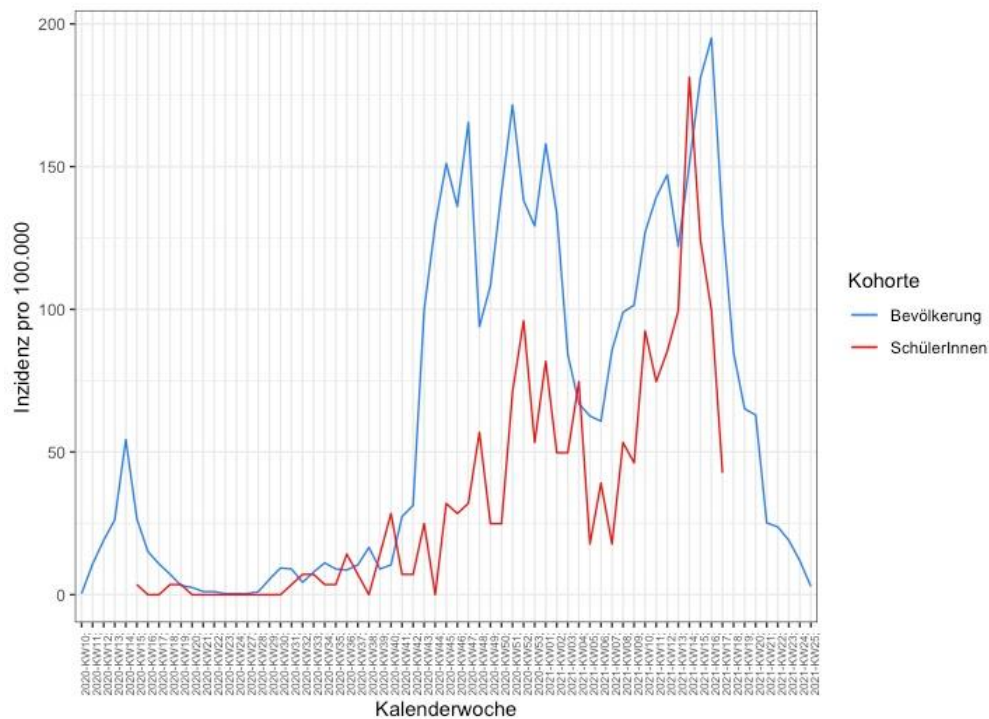


Abbildung 21 Infektionsrate pro 100.000/ Woche in Region 4 (Daten des Gesundheitsamtes in Region 4; RKI)

Die Inzidenzen bei SchülerInnen und Lehrpersonal verglichen mit denen der Allgemeinbevölkerung zeigen eine weitgehende Korrelation der relativen Entwicklung über die Zeit. Es wird aber auch deutlich, dass in einigen Regionen (insbesondere Region 2) ein deutlich erhöhtes Infektionsrisiko für das Lehrpersonal im Vergleich zur Bevölkerung bestand, insbesondere im Rahmen der 2. Infektionswelle.

*Wenn eine Infektion bei SchülerInnen oder LehrerInnen auftritt, wie viele weitere Fälle werden pro Indexfall insgesamt und in unterschiedlichen Kontaktbereichen gefunden?*

Über alle Phasen der Pandemie und insgesamt lag die Anzahl der sekundären Infektionen nach dem Feststellen eines Indexfalles bei SchülerInnen (bei denen Kontakte ermittelt werden konnten) in drei der untersuchten Regionen bei 0,49-0,64. Wenn dieser Wert für alle Indexfälle bei SchülerInnen errechnet wird (auch die, bei denen keine Kontakte ermittelt werden konnten), dann liegt er zwischen 0,20 und 0,35.

Für Lehrpersonal liegt die Anzahl der sekundären Infektionen nach dem Feststellen eines Indexfalles in der Region, für die Daten vorlagen, bei 0,54 (im Vergleich zu 0,64 in derselben Region bei SchülerInnen). Unter Einbezug auch der Indexfälle, für die keine Kontakte ermittelt werden konnten, liegt die Anzahl der Sekundärfälle nach Indexfall bei 0,38.

Abbildung 22 zeigt dies in Abhängigkeit von unterschiedlichen Pandemiephasen.

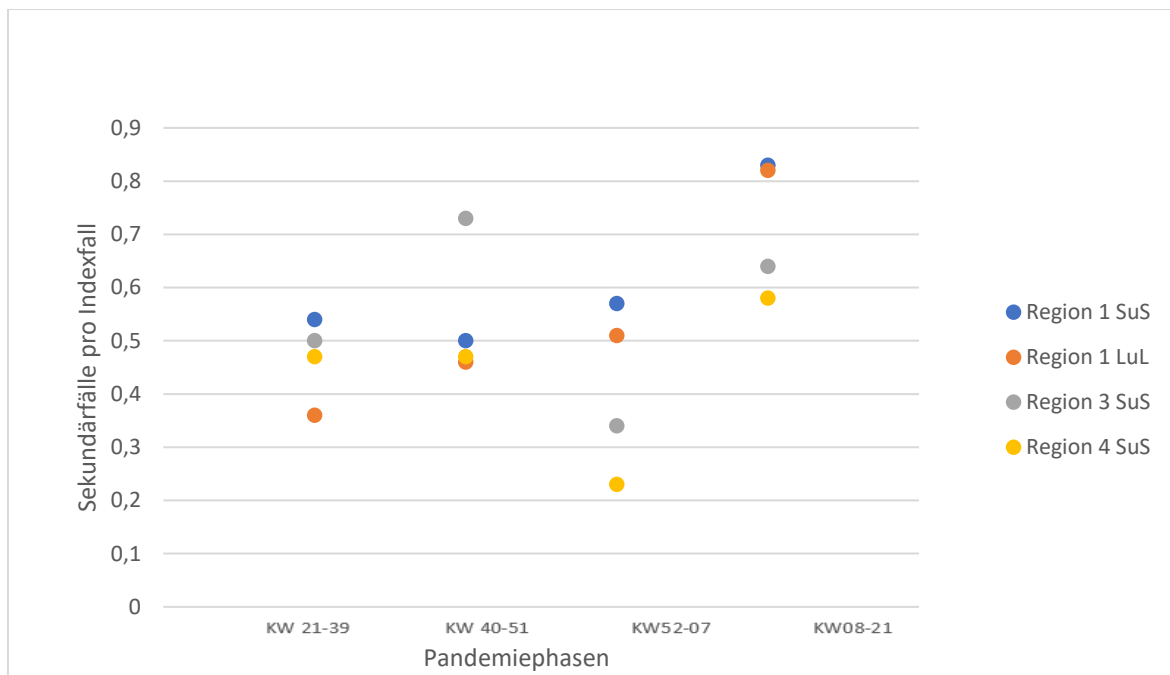
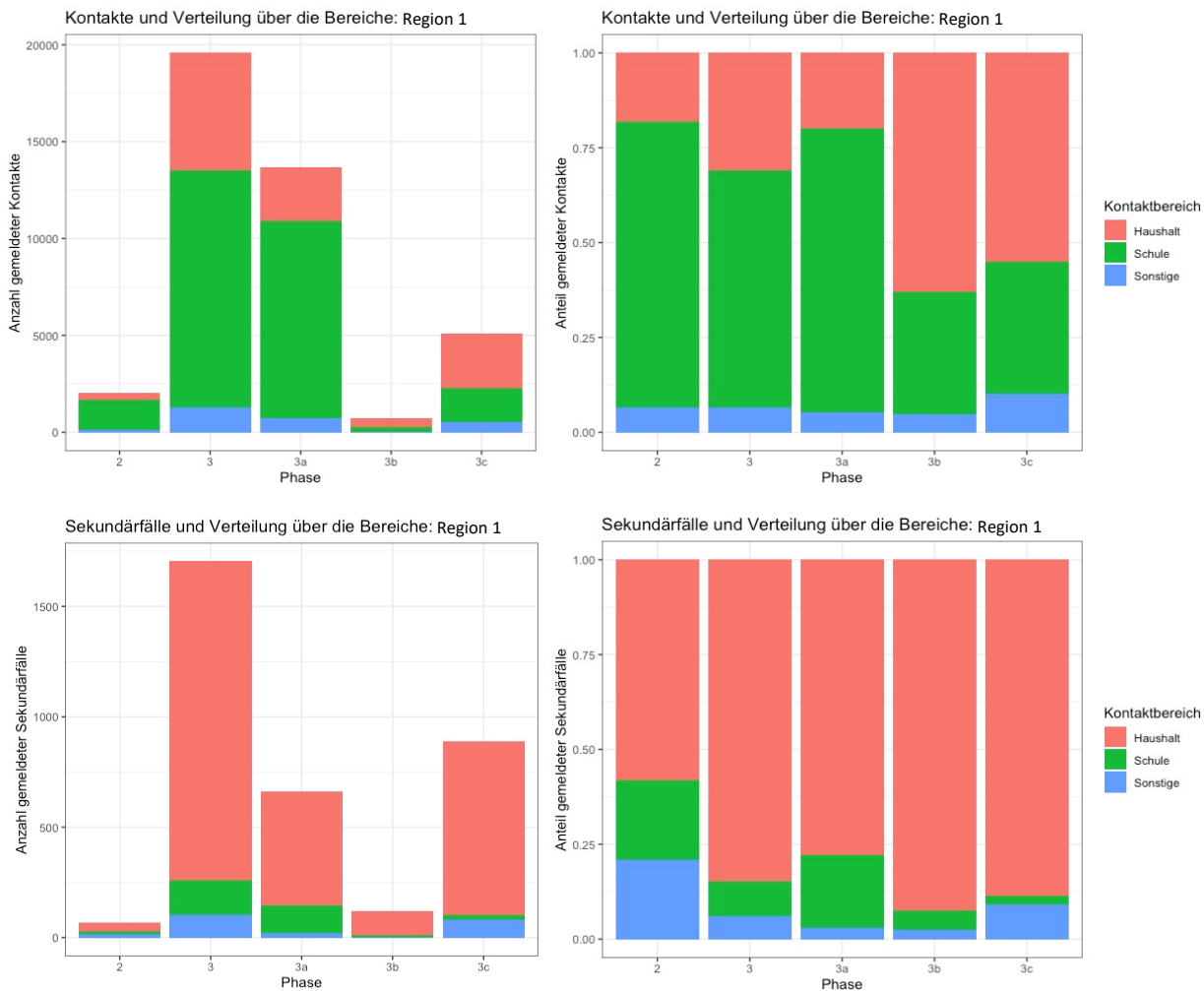


Abbildung 22 Sekundärfälle pro Indexfall bei SchülerInnen und LehrerInnen in allen Regionen über die Zeit

Auffallend ist, dass die Anzahl der gefundenen Sekundärfälle nach Indexfall deutlich unter der allgemeinen effektiven Reproduktionszahl für diese Regionen im selben Zeitraum liegt – nämlich immer deutlich unter 1. Aus unserer Sicht ist dies nicht unbedingt der Herkunft dieser Infektionen im Schulbereich zuzuordnen, sondern spiegelt auch die Effizienz der Kontaktnachverfolgung, mit der eben nicht alle Kontakte, die dann tatsächlich zu Fällen werden, gefunden werden können oder nachträglich nicht korrekt als Sekundärfall, sondern stattdessen als neuer Indexfall kategorisiert werden. Diese Hypothese wird dadurch unterstützt, dass wir in der Region, in der wir denselben Index für alle gemeldeten SARS-CoV-2 Infektionen der Region bilden konnten, ebenfalls 0,3-1,4 Sekundärfälle pro Indexfall fanden und dieser Wert ebenfalls ab Kalenderwoche 40/2020 konstant unter 1 lag.

*Welcher Anteil der Kontakte und der sekundären Infektionen tritt in unterschiedlichen Kontaktbereichen auf?*

Der Anteil der schulischen Kontakte an den Gesamtkontakten, sowie der schulischen Sekundärfälle an den Gesamtsekundärfällen ist in den Phasen der Schulschließung (Phase 3b) und nur teilweisen Öffnung mit Wechselunterricht (Phase 3c) deutlich geringer. Auch wurden der Großteil der Kontakte und Sekundärfälle während des fortgesetzten Präsenzunterrichtes in Phase 3a gemeldet. Der größte Anteil an Sekundärfällen nach Infektion im Schulkontext – über alle Pandemiephasen > 50% - findet im Bereich Haushalte statt (Abbildung 23) .



*Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit für Kontakte von Schülerinnen und Lehrpersonen mit einer SARS-CoV-2 Infektion, dass sie selber von der Kontaktnachverfolgung als Fall identifiziert werden, in unterschiedlichen Kontaktbereichen?*

Daten aus Region 1 und Region 3 erlauben eine erste Beschreibung des Anteils der Kontakte, die selbst zu Fällen werden. Dieser Parameter ist einer sekundären Befallsrate (Secondary Attack Rate) ähnlich – es ist aber in den vorhandenen Daten nicht möglich zu unterscheiden, ob die möglichen Kontakte weiterhin für eine Infektion empfänglich sind oder nicht. Auch die tatsächliche Richtung der Transmission kann mit Hilfe dieser Daten nur bedingt geklärt werden. Es ist aber anzunehmen, dass diese Verzerrungen in jeder Region ähnlich, wenn auch über die Zeit unterschiedlich, ausgeprägt sind. Auch ist für den Zeitraum der hier verfügbaren Daten eine Reduktion des Anteiles der für die Infektion noch Empfänglichen durch Impfung oder Infektion erst zum Ende der Datenerhebung (ab etwa März 2021) als relevant anzunehmen. Diesen Parameter, den wir in der Folge trotz der o.g. Einschränkungen, als sekundäre Befallsrate bezeichnen, ist ein relevanter Parameter, da er die weitere Übertragung nach

Entdeckung von Fällen in der Schule und Identifizierung von Kontakten beschreibt. Diese sekundäre Befallsrate ist in Abbildungen 24 bis 26 für die Kontakte in unterschiedlichen Bereichen über verschiedene Pandemiephasen von infizierten SchülerInnen dargestellt.

Die Tabellen im Anhang 7 präsentieren diese Daten in ausführlicher Form. Die Unterteilung in die ersten drei Phasen der Pandemie (Phase I = KW10-20, Phase II = KW 21-39, Phase III = KW40+) basiert auf einer Einteilung des Robert-Koch-Instituts [1]. Zusätzlich wurde Phase III noch unterteilt in Phase 3a (KW40-51), welche die Zeit des Präsenzunterrichtes während steigender Fallzahlen vor Weihnachten einschließt, Phase 3b (KW51-07), welche die Schulferien und anschließende Schulschließung beinhalten, sowie Phase 3c (KW08-17), in der teilweise Öffnungen wiederum parallel zu hohen Bevölkerungsinzidenzen stattfanden (siehe Anhang 7, Tabelle 8). Fälle zu Zeiten von Schulschließungen sind wahrscheinlich mit Infektionen in der Notbetreuung assoziiert.

Es zeigt sich, dass die Wahrscheinlichkeit zu einem gemeldeten Fall zu werden für Kontakte von SchülerInnen in 3 Regionen innerhalb von 4,1-8,5% für den gesamten Datenerhebungszeitraum liegt. In KW 21-39 in 2020 liegt diese Wahrscheinlichkeit für die Kontakte von SchülerInnen über alle Kontaktbereiche hinweg bei 2,3 – 4,1%. In KW 40 -51 liegt die SAR bei 4,7 – 8,2%, in KW 52 2020 bis 07 2021 bei 3,7 – 15,5% und in der KW 08 -17 bei 5,3 – 17,5%. Hinsichtlich der Kontaktbereiche war für eine Region (Region 1) eine Unterscheidung zwischen Schul- und Haushaltskontakten von SchülerInnen möglich. Es zeigt sich in allen Phasen der Pandemie eine sekundäre Befallsrate nach Schulkontakten zwischen 1,1 und 2%, während die sekundäre Befallsrate der Haushaltskontakte in KW 21-40 bei 13,6% liegt und dann bis in die KW 17 2021 auf 28,7% steigt (siehe Abbildungen 24 und 25).

Die sekundäre Befallsrate für Schulpersonal ließ sich nur in einer Region erheben. Hier liegt sie für den gesamten Erhebungszeitraum zwischen 3,6% und 24,8%, mit niedrigeren sekundären Befallsraten im Jahr 2020 und ansteigenden SARs in 2021. Für den Kontaktbereich Schule zeigt sich eine sekundäre Befallsrate zwischen 1,4 und 3,5%, während im Haushaltsbereich in 2021 sekundäre Befallsraten von 33,1% erreicht werden.

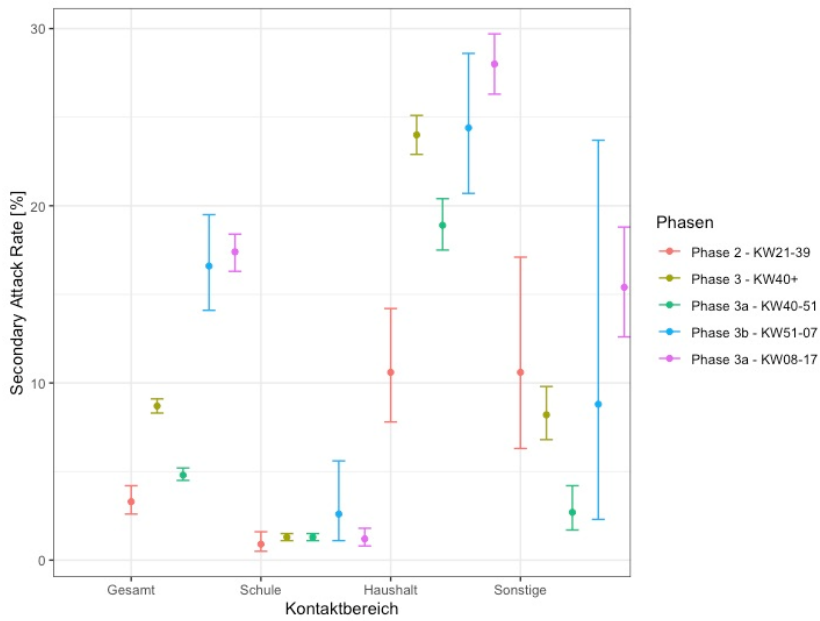


Abbildung 24 Sekundäre Befallsraten nach Kontakt mit infizierten SchülerInnen in der Region 1 mit 95% Konfidenzintervallen in den unterschiedlichen Kontaktbereichen

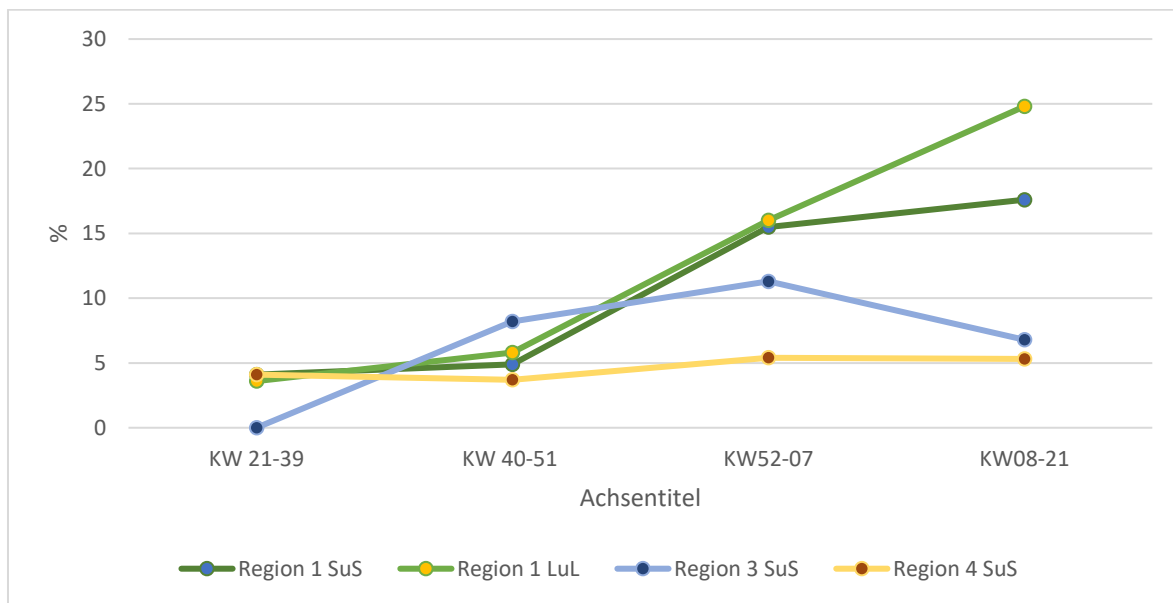


Abbildung 25 Anteil der Kontakte, die nach einem Kontakt mit infizierten SuS oder LuL zu einem gemeldeten Infektionsfall werden, Unsicherheitsintervalle sind Tabelle 7 im Anhang zu entnehmen



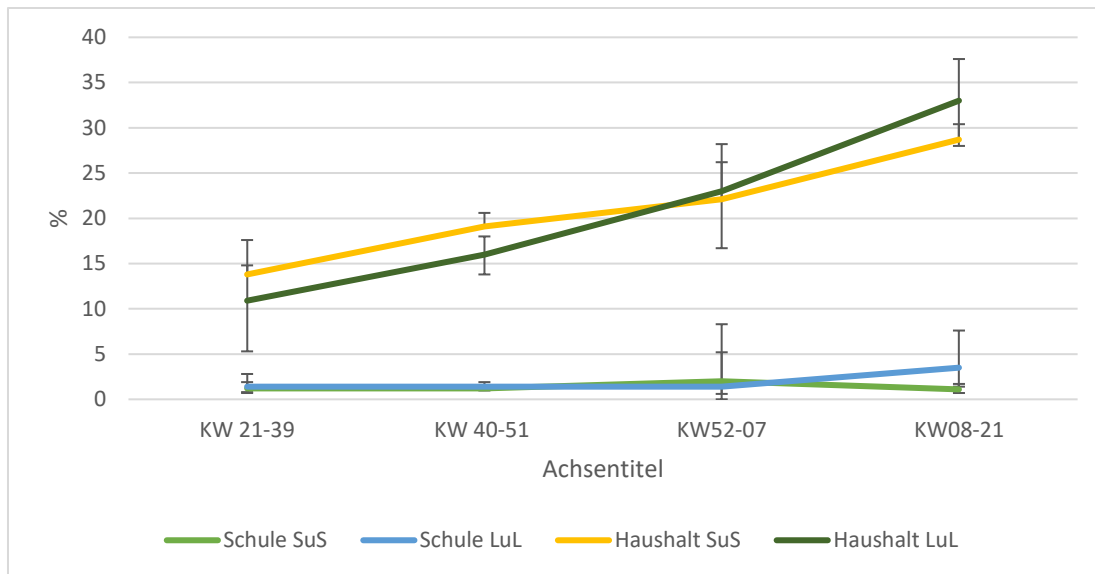


Abbildung 26 Anteil der Kontakte aus Schule und Haushalt von infizierten SchülerInnen und LehrerInnen in %, bei denen ebenfalls eine Infektion gemeldet wird in Region 1 mit 95% Konfidenzintervallen

### Quellen

1 Schilling J, Buda S, Fischer M, Goerlitz L, Grote U, Haas W, Hamouda O, Prahm K, Tolksdorf K: Retrospektive Phaseneinteilung der COVID-19- Pandemie in Deutschland bis Februar 2021 Epid Bull 2021;15:8-17

### Maßnahmen zur Eindämmung des Infektionsgeschehens: Vergleich der S3-Leitlinie „Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle der SARS-CoV-2 Übertragung in Schulen“ und der Beschlüsse der Kultusministerien der Länder

Im Rahmen des WP 3 wird auch der Einfluss der Maßnahmen auf Infektionsrisiken und Transmission angesehen. Hierzu ist eine Übersicht der Maßnahmen, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten in unterschiedlichen Regionen in Schulen durchgeführt wurden, notwendig. Wir haben im Rahmen dieser Übersicht auch einen Vergleich der Hygienepläne und auf offiziellen Verlautbarungen der Kultusministerien veröffentlichten Hygienerichtlinien mit der S3-Leitlinie „Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle der SARS-CoV-2 Übertragung in Schulen“ durchgeführt.

Diese wird im Anhang 8 ausführlich dargestellt. Hier zeigen wir zum einen einen Vergleich der Adhärenz der Hygienepläne unterschiedlicher Bundesländer zu den Maßnahmen der S3-Leitlinie (Abbildung 27). Zum anderen zeigen wir eine tabellarische Übersicht zum Vergleich der Hygienepläne im Februar mit der S3-Leitlinie.

Es zeigt sich eine Adhärenz zur Leitlinie, die in den meisten Bundesländern im März im Vergleich zum Februar ähnlich war, nur in wenigen Bundesländern ergeben sich Veränderungen.

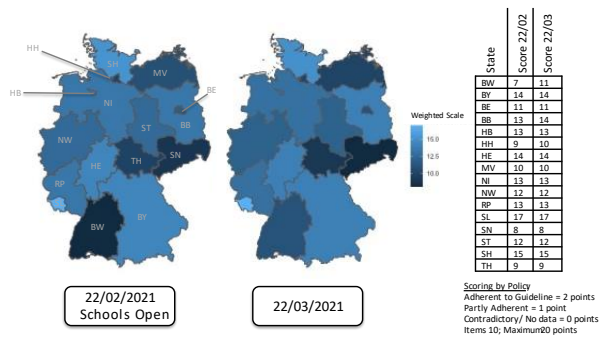


Abbildung 27 Adhärenz über alle Empfehlungen der S3-Leitlinie in Hygieneplänen im Februar und März 2021

Tabellarische Übersicht zum Vergleich der aktuellen Maßnahmen mit der S3-Leitlinie in den Bundesländern

	Reduktion der Schüler	Masken		Schulweg	Unterricht		Verdachtsfälle	Kontakte		Lüften	Luftreini- ger
		Schüler	Lehrer		Musik – AGA	Sport		Außerschul- isch	Innerschulisch		
<b>BW</b>	GS in WU, KH MS in FU AS in WU, KH	GS – freiwg, nU WS - MNB, U	GS - freiwg WS – MNB	kA, ÖPNV Pflicht	Innen mit AHA-L, Draußen empfohlen	findet nicht statt	6.1, 6.2, 6.3 = nur 24h	kA/ nach GA	Kat I: 10 T HI  Kat II: keine HI wenn asymp	wie 8	kA
<b>BY</b>	GS in WU, KH MS in FU AS in WU, KH	MNB, MNS empfohlen, U	MNS	kA, ÖPNV Pflicht	Innen mit AHA-L	Empfehlung für draußen, Innen mit Hygieneregeln	6.1, 6.2, 6.3	kA/ nach GA	5 T Kohorten- isolation mit Testung am 5. Tag	wie 8	wie 9.1
<b>BE</b>	GS in WU, KH MS in FU AS in WU, KH nach Absprache zwischen Schule und Eltern	MNS GS: U nach Inzidenz WS: U	MNS	kA, ÖPNV Pflicht	Nur draußen, Innen nur Einzelunterricht	Nur draußen	6.1, 6.2, 6.3 = nur 24h	kA/ nach GA	Kat I: 10 T HI  Kat II: 1 Tag FU, keine HI wenn asymp	„vor, mitte, nach Unter- richt“	wie 9.1
<b>BB</b>	GS in WU, KH MS in FU AS in PU/WU, KH	MNS GS: U, nA WS: U	MNS	MNS in ÖPNV	Keine AGA	Nur draußen	6.1, 6.2, 6.3	kA/ nach GA	Kat I: 10 T HI  Kat II: nach GA	wie 8	kA
<b>HB</b>	GS in PU, KH WS in WU, KH	MNB, ab 16J MNS GS: nU  WS: U	MNS	kA, ÖPNV Pflicht	Nur draußen	Innen mit Hygieneregeln	6.1, 6.2, 6.3 = nur 24h	kA/ nach GA	14 T Kohorten- isolation, Testung nach 5T	wie 8	wie 9.1
<b>HH</b>	FU bis zu den Märzferien (26.2.)	MNB, ab 14J MNS, U	MNS	kA, ÖPNV Pflicht	Innen mit AHA-L, 2,5m Abstand	„Unter Vermeidung von Körperkontakt“	6.1, 6.2, 6.3	kA/ nach GA	Kat I: 10 T HI  Kat II: nach GA	wie 8	kA
<b>HE</b>	GS in WU, KH MS in FU	MNB, MNS empfohlen, U	MNB, MNS empfohlen	kA, ÖPNV Pflicht	Innen nur in Einzelunterricht	Empfehlung für draußen, Innen mit Hygieneregeln	6.1, 6.2, 6.3 = nur 24h	kA/ nach GA	kA	wie 8	keine Empfehl

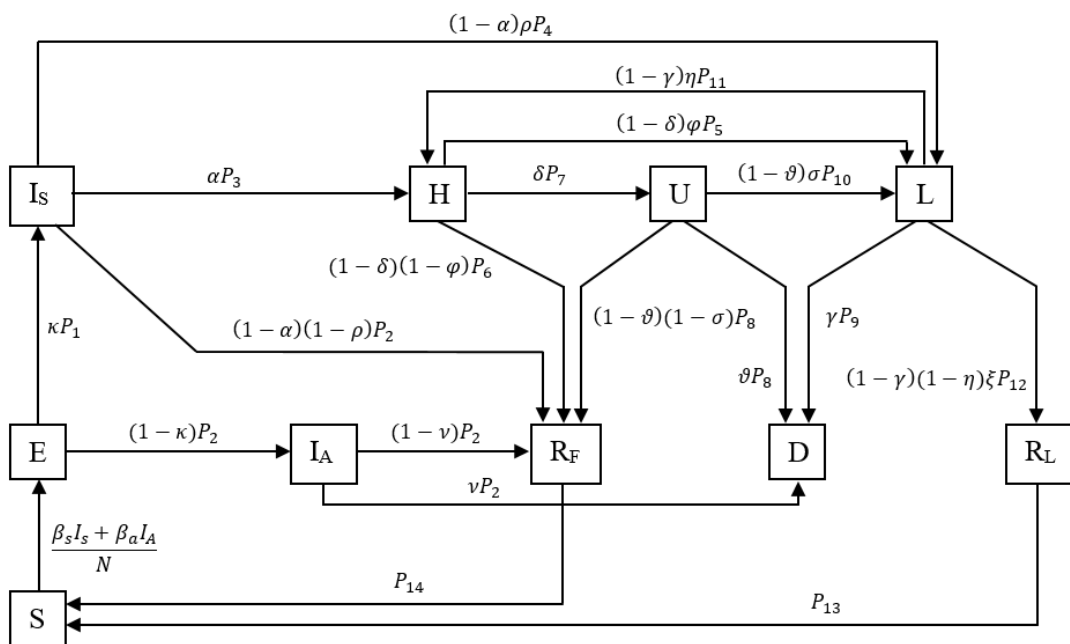
	AS in PU, KH										ung
<b>MV</b>	GS in PU, KH MS in FU, 5.3. in WU AS in PU, KH	MNB, MNS empfohlen GS: U, nA WS: U	MNB, MNS empfohlen	Masken- empfehlung ÖPNV Pflicht	Innen mit AHA-L, 2m Abstand	Empfehlung für draußen, Innen mit Hygieneregeln	6.1, 6.2, 6.3 = nur 24h	kA/ nach GA	14 T Kohorteni- solation, Testung etc nach GA	wie 8	kA
<b>NI</b>	GS in PU, WS in WU, KH	MNB GS: nU WS: U	MNB	kA, ÖPNV Pflicht	Innen Blasinstrumente mit AHA-L, Abstand 2m  Draußen beides	Empfehlung für draußen, Innen mit Hygieneregeln	6.1, 6.2, 6.3	kA/ nach GA	Kat I: 10 T HI  Kat II: keine HI wenn asymp	wie 8	wie 9.1
<b>NW</b>	GS in WU, KH MS in FU AS in PU/WU, KH	MNS, (MNB bis Kl. 8 möglich), U	MNS	kA, ÖPNV Pflicht	Innen in Aula/Musiksaal mit AHA-L, Abstand 2m  Draußen Singen bevorzugt	Empfehlung für draußen, Innen mit Hygieneregeln	6.1, 6.2, 6.3 = nur 24h	kA/ nach GA	kA	wie 8	kA
<b>RP</b>	GS in PU/WU, KH MS in FU AS in PU/WU, KH	MNS in WS MNB in GS, U	MNS	kA, ÖPNV Pflicht	Innen nur Einzelunterricht	Empfehlung für draußen, Innen mit Hygieneregeln	6.1, 6.2, 6.3 = nur 24h	kA/ nach GA	kA, "nach GA"	wie 8	der Schule überlass en
<b>SL</b>	GS in WU, KH MS in FU AS in WU, KH	MNS, U	MNS	kA, ÖPNV Pflicht	Nur draußen mit 2m Abstand	Empfehlung für draußen, Innen mit Hygieneregeln	6.1, 6.2, 6.3	kA/ nach GA	kA, "nach GA"	wie 8	wie 9.1
<b>SN</b>	GS in WU, KH MS in FU AS in WU, KH	MNS GS: nU, nA WS: U	MNS	kA, ÖPNV Pflicht	Singen nur draußen, kA Blasinstrumente	findet nicht statt	6.1, 6.2, 6.3 = nur 24h	kA/ nach GA	kA	"1x im Unterricht spätestens nach 30min"	kA
<b>ST</b>	GS in WU, KH	MNB	MNB	kA, ÖPNV Pflicht	Nur draußen mit 3m Abstand	Empfehlung für draußen, Innen mit Hygieneregeln	6.1, 6.2, 6.3	kA/ nach GA	kA	wie 8	kA

	MS in FU AS in WU, KH	GS: nU WS: U									
<b>SH</b>	GS in WU, KH MS in FU AS in WU, KH	MNS, U	MNS	Maskenpflicht wenn Abstand nicht einhalten	Nur draußen	Empfehlung für draußen, Innen mit Hygieneregeln	6.1, 6.2, 6.3	kA/ nach GA	kA	wie 8	kA
<b>TH</b>	GS in WU, KH MS in FU AS in WU, KH	MNB GS: nU WS: U	MNB	kA, ÖPNV Pflicht	Innen mit 1.5m Abstand	"findet unter Einhaltung der Hygieneregeln statt"	6.1, 6.2; 6.3 = "nach Genesung"	kA/ nach GA	kA	wie 8	kA

## Beitrag von Kontakten in der Schule zum Infektionsgeschehen in der Bevölkerung - infektionsdynamische Modellierung unter Berücksichtigung der statistischen Daten der KMK

Die Infektionsdynamik in den Schulen wird mit einem von Rodiah et al. (o.J.) entwickelten SEIR (Susceptible-Exposed-Infectious-Recovered) Modell geschätzt. Dieses unterscheidet in gesunde, aber empfängliche (susceptible) Individuen, Infizierte, die jedoch noch nicht infektiös sind (exposed), sowie symptomatische und asymptomatische Patienten. Zudem beziehen wir Hospitalisierungen, Intensivpatienten und Personen mit Long-COVID, d.h. solche die nach der Genesung weiterhin Folgebeschwerden haben, in die Betrachtung ein. Im finalen Zustand sind die Patienten genesen oder tot. Weiterhin unterstellen wir einen Reinfektionsprozess. Abbildung 28 visualisiert das Modell. Ausführlichere Informationen zur Methodik und Angaben zu der verwendeten Kontaktmatrix finden sich im Anhang 9.

Abbildung 28. Schematische Darstellung des SEIR-Modells



Dabei stehen die Großbuchstaben für die folgenden Zustände:

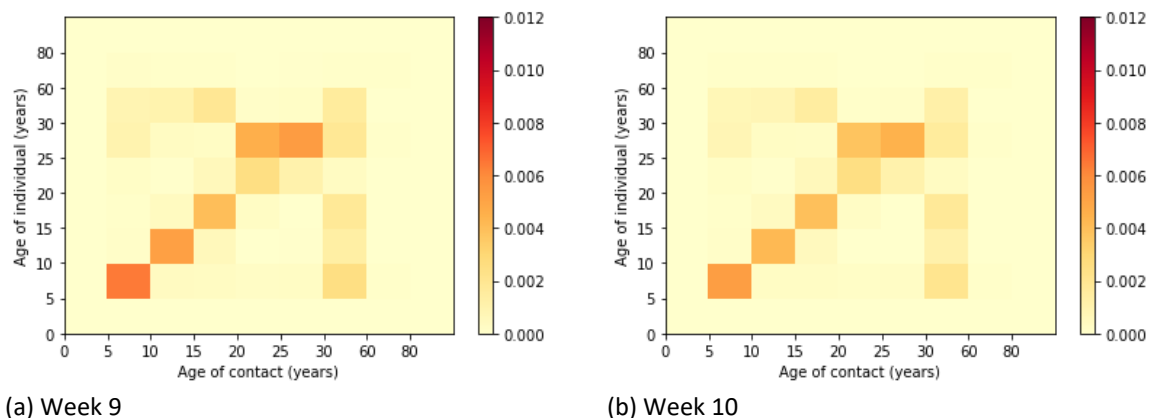
- S: Empfänglich
- E: Exponiert
- I<sub>S</sub>: Symptomatisch erkrankt
- I<sub>A</sub>: Asymptomatisch erkrankt
- H: Hospitalisiert

- R<sub>F</sub>: Vollständig gesundet
- U: In Intensivpflege
- L: mit Langzeitfolgen
- R<sub>L</sub>: Mit Langzeitfolgen gesundet
- D: Tot

Die restlichen Parameter bilden Zeiträume zwischen den Übergängen zwischen den verschiedenen Stati sowie Wahrscheinlichkeiten für die Übergänge ab und werden aus internationalen Daten und Literaturrecherchen geschätzt. Die Daten für das Modell setzen sich aus Berichten der KMK (2021b), des RKI (SURVSTAT 2021) und des DIVI Intensivregisters (DIVI 2021) zusammen.

Die geschätzten täglichen Transmissionsraten in den Schulen in KW 9-22 werden auf nationaler Ebene und stratifiziert nach Altersgruppe als Heatmaps in Abbildung 29 dargestellt. Dabei stellt das Element einer Matrix einen Schätzer für die Wahrscheinlichkeit dar, dass sich eine Person aus der Altersgruppe auf der vertikalen Achse bei einer Person aus der Altersgruppe der horizontalen Achse infiziert. Ein kräftigerer Rot-Ton repräsentiert in der Darstellung ein höheres Infektionsrisiko. Die zugrundeliegenden Werte wurden durch Multiplikation der geschätzten Infektionsrisiken jeder Altersgruppe mit der Kontaktmatrix berechnet.

Abbildung 29. Geschätzte tägliche Infektionsrisiken in den Schulen nach Altersgruppe der Zielperson und der Kontaktperson

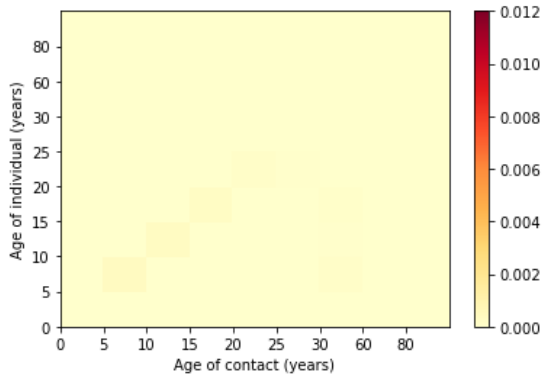




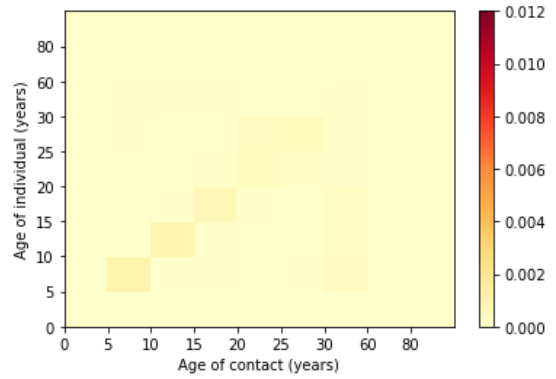
(c) Week 11



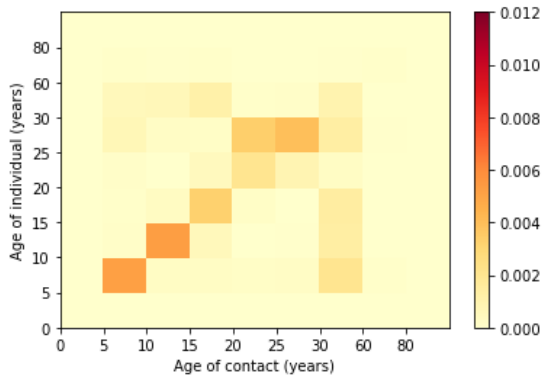
(d) Week 12



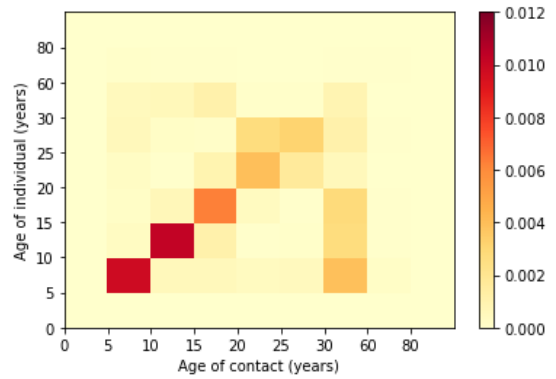
(e) Week 13



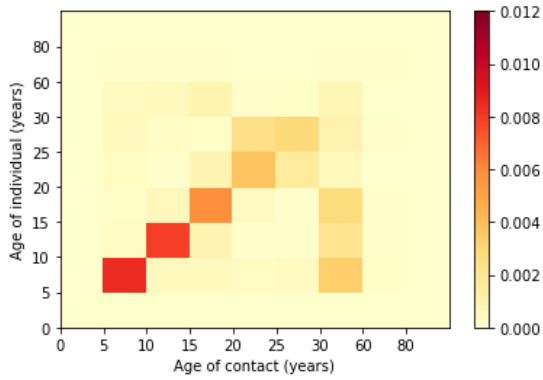
(f) Week 14



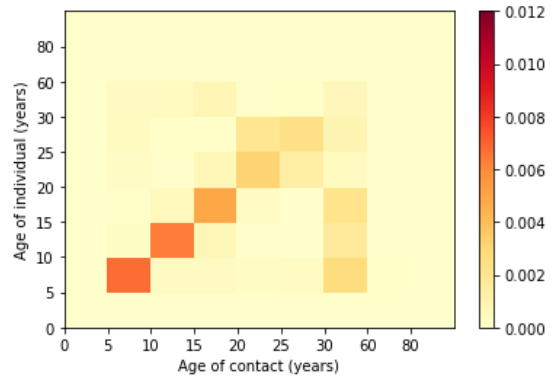
(g) Week 15



(h) Week 16

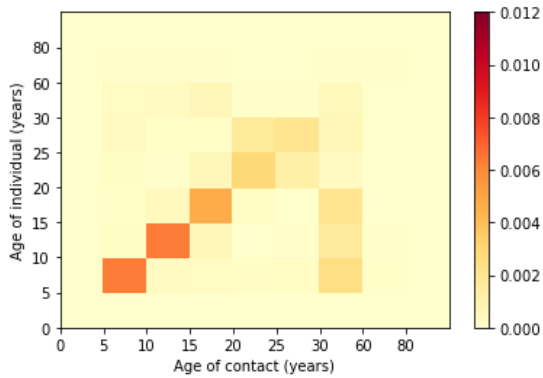


(i) Week 17

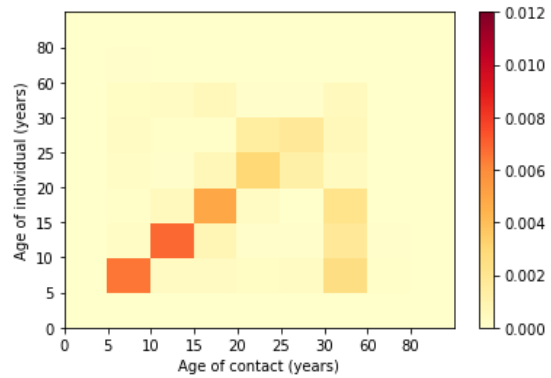


(j) Week 18

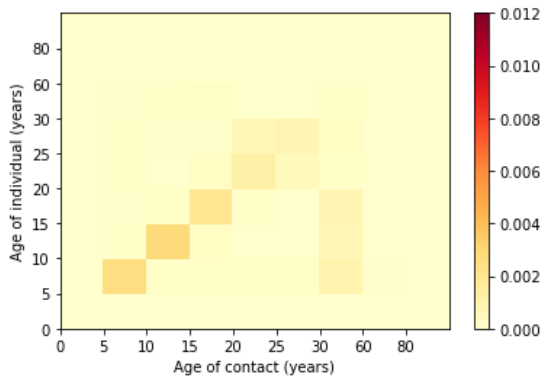




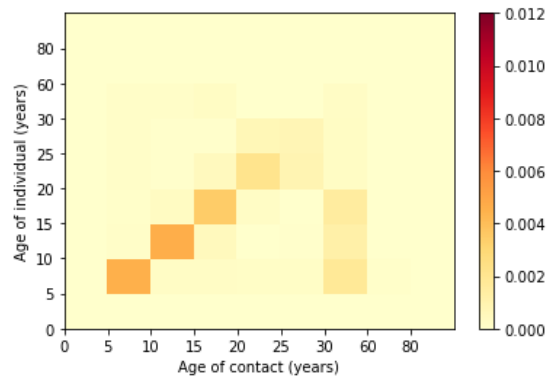
(k) Week 19



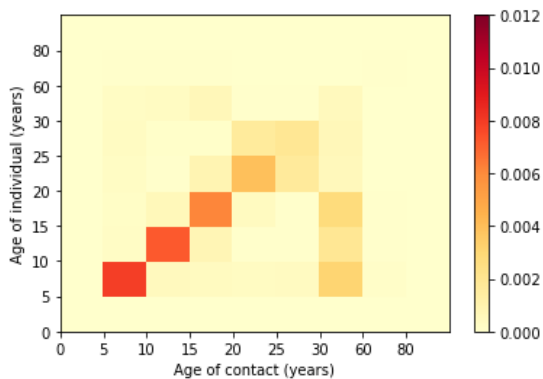
(l) Week 20



(m) Week 21



(n) Week 22



(o) Week 23

In den meisten Bundesländern waren in den Kalenderwochen 13 und 14 Osterferien, was sich an den sehr niedrigen Werten für die beiden Kalenderwochen in Abbildung 29(e) und 29(f) beobachten lässt. Dennoch gab es einige Bundesländer, wie Hessen und Sachsen-Anhalt, in denen die Schulferien anders lagen und dadurch auch in KW 13 und 14 Kontakte in den Schulen stattfanden. Hamburg hat keine Osterferien, sondern bietet stattdessen Frühlingsferien in KW 9 und 10 an. Weiterhin haben einige Bundesländer Pfingstferien, die sich als die „zweiten“ grauen Zeitfenster in den Abbildungen 7-10 erkennen lassen.

Für einen genaueren Einblick in das Infektionsgeschehen in diesen beiden Wochen, gibt Abbildung 30 nochmals die Infektionsrisiken für KW 13 und 14 wieder, jedoch mit einer veränderten Skalierung.

Abbildung 30. Infektionsrisiken in den Schulen für Kalenderwoche 13 und 14 nach Altersgruppen

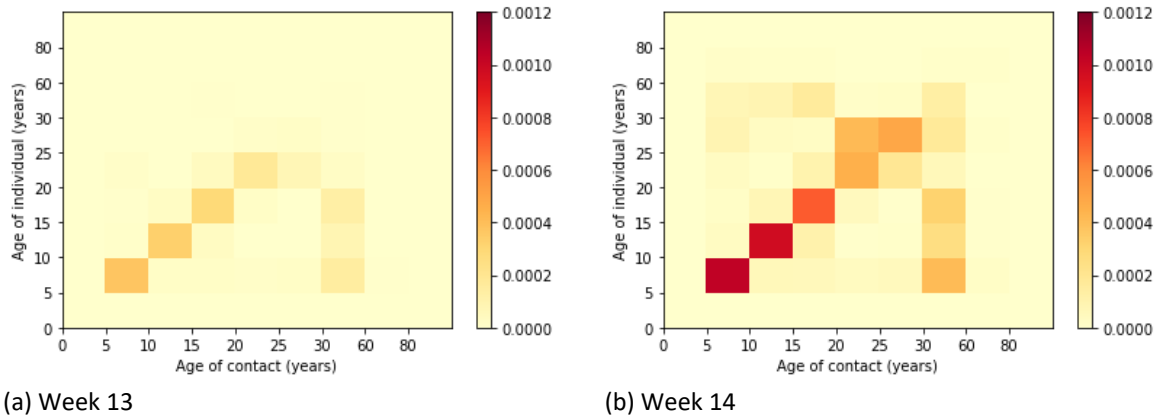
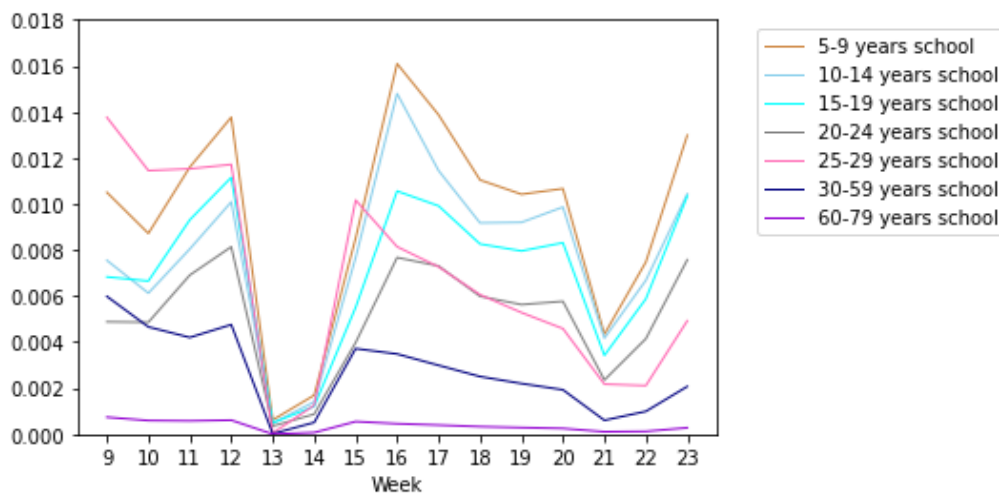


Abbildung 31 illustriert den zeitlichen Verlauf des geschätzten täglichen Infektionsrisikos in den Schulen für die Kalenderwochen 9 bis 23 nach Altersgruppen. Dieses wird durch Aufsummierung der Zeilen in den Schätzmatrizen der Transmissionsraten berechnet.

Abbildung 31. Tägliches Infektionsrisiko in der Schule im Zeitverlauf nach Altersgruppe



Auch hier ist, wenig überraschend, ein deutliches Tal in den Kalenderwochen 13 und 14 festzustellen. Ansonsten scheinen die Trends über die Altersgruppen sehr heterogen zu sein.

Weiterhin haben wir die Kontribution von Kontakten in der Schule zu erfolgten Infektionen in der Bevölkerung modelliert (Abbildung 32) und dieses auch als Anteil der Infektionen in der Bevölkerung, die durch Kontakte mit in der Schule infizierten Personen in der 3. Welle entstanden sind, dargestellt (Abbildung 33).

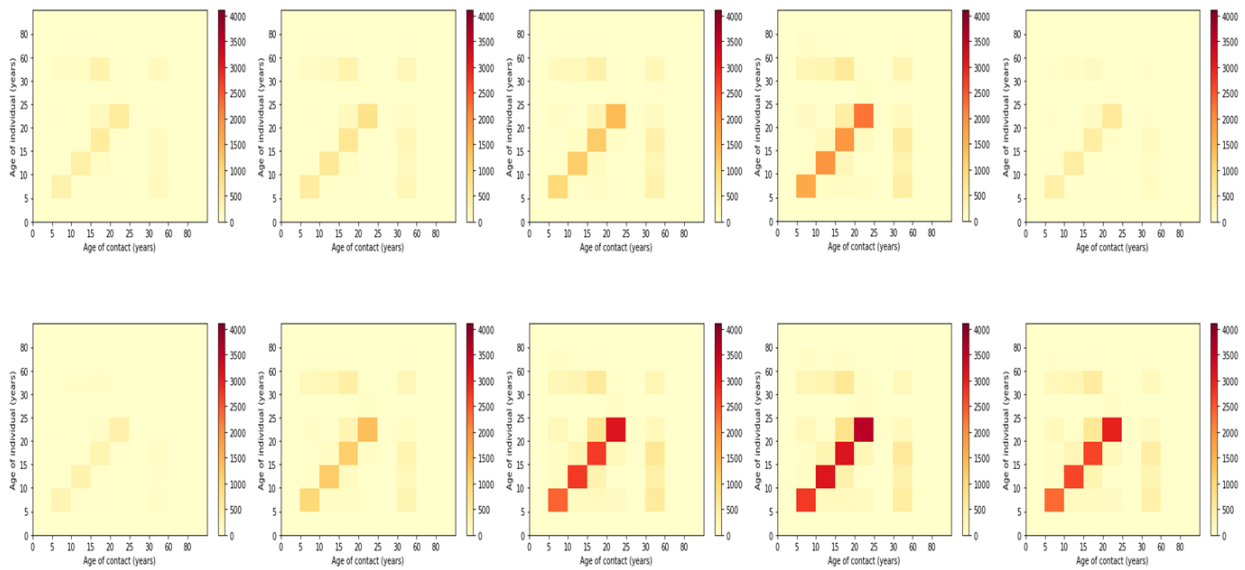


Abbildung 32 Absolute Anzahl der Infektionen in der Bevölkerung, die wöchentlich durch Kontakte in der Schule ausgelöst werden (unter Annahme der unten beschriebenen Kontaktmatrix) KW 9- 18

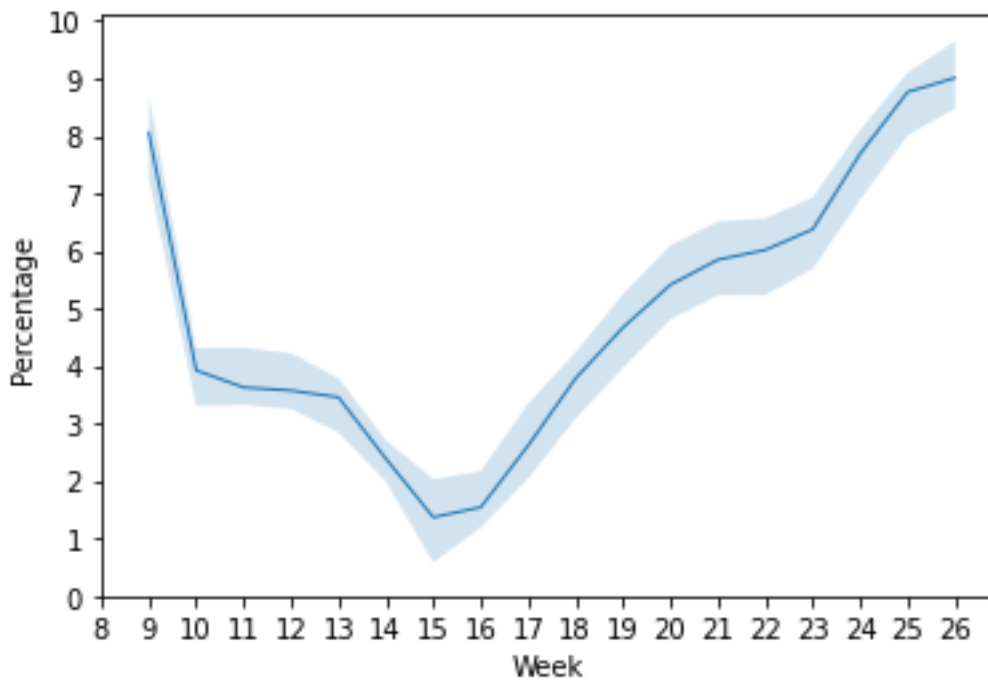


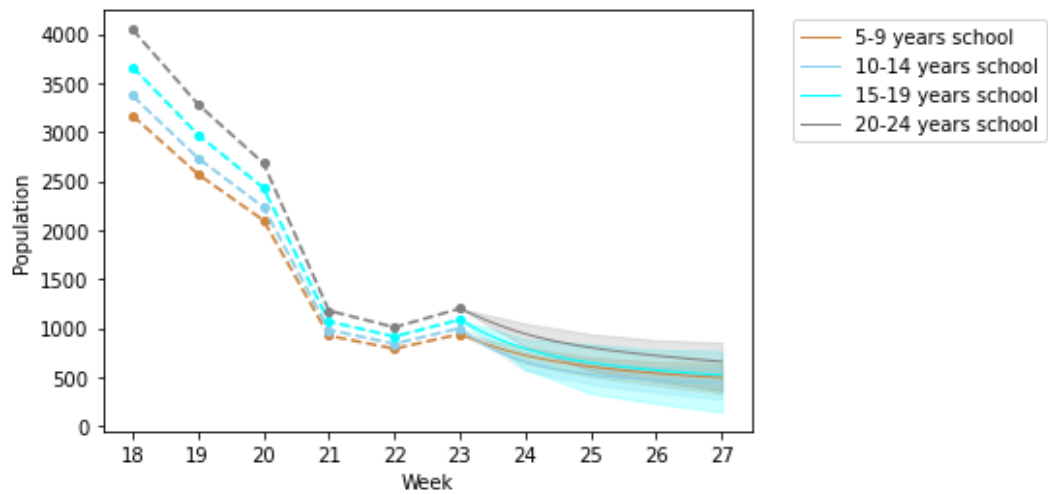
Abbildung 33 Relativer Anteil der Infektionen durch Kontakte mit in der Schule infizierten Personen in der 3. Welle

Weiterhin haben wir uns bemüht, das Modell auch für altersspezifische Vorhersagen der in der Schule zu erwartenden Infektionen zu verwenden. Wir illustrieren dies anhand der Prognose der altersspezifischen Fallzahlen in Schulen für KW 24-27. Dabei werden KW 21-22 aufgrund der Ferienzeiten nicht als Basis benutzt. Tabelle 6 gibt die Prognosewerte für die SchülerInnen und die LehrerInnen wieder, Abbildungen 34-36 illustrieren die altersspezifischen Prognosen.

Tabelle 1. Prognose der Schultransmission in den Kalenderwoche 24-27

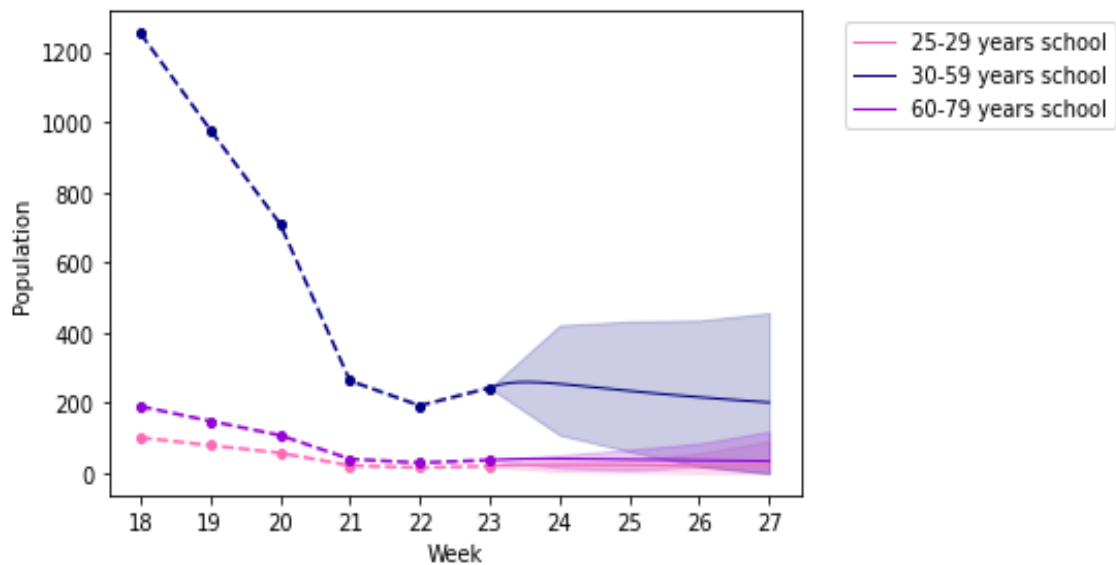
Week	Student	Teacher
24	3501	344
25	3169	328
26	2790	309
27	2523	291

Abbildung 34. Prognose der Infektionen in Schulen nach Schüleraltersgruppe



Quellen: KMK 2021b; eigene Berechnung und Darstellung

Abbildung 35. Prognose der Infektionen in Schulen nach Altersgruppen von SchülerInnen



Quellen: KMK 2021b; eigene Berechnung und Darstellung

Abbildung 36. Prognose der Infektionen in Schulen nach Altersgruppen von LehrerInnen

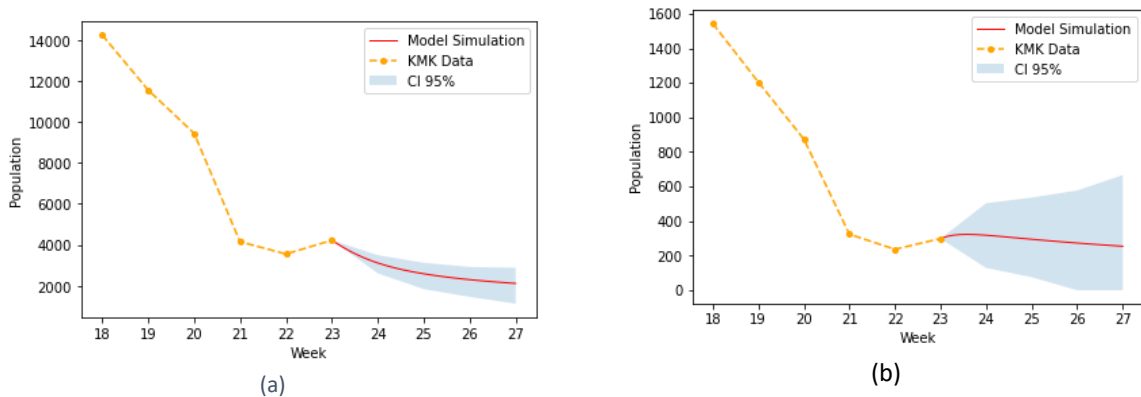


Abbildung 37 Prädiktion von Infektionen im Schulkontext mit 95% Konfidenzintervallen in KW 23 bei a) SchülerInnen und b) LehrerInnen

Quellen: KMK 2021b; eigene Berechnung und Darstellung

Ein Vergleich unserer Prognosewerte für KW 24 zeigt eine Überschätzung unseres Modells in Höhe von absolut 282 Schülern sowie 162 Lehrkräften im Vergleich zu den von der KMK berichteten Zahlen.

Wir möchten darauf hinweisen, dass das vorliegende Infektionsmodell bisher nicht durch Fachgutachter beurteilt wurde. Die aktuellen Analysen sind also noch nicht als endgültig zu verstehen und sollen eher qualitativ zeigen, welcher weitere Nutzen aus den vorliegenden Daten der KMK gezogen werden kann, und warum eine Fortführung der Datenkollektion für die Beurteilung der Lage wichtig sein kann. Die Daten mit entsprechender Modellierung erlauben grundsätzlich sowohl eine

Einschätzung der aktuellen Kontribution des Schulkontextes zum Infektionsgeschehen als auch eine Vorhersage (mit Limitationen) des Infektionsgeschehens in kurzen Zeiträumen (etwa 1-2 Wochen).

## Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse des WP 3

Die in dieses Arbeitspaket eingehenden Daten weisen deutliche Limitationen auf – sowohl die von den Gesundheitsbehörden als auch die der Landesministerien. Dies erschwert den Rückschluss auf das tatsächliche Transmissionsgeschehen. Weiterhin sind aber anderweitige, differenzierte Daten für die genannten Fragestellungen aus unterschiedlichen Regionen und zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Pandemie aus ähnlichen Datenquellen in Deutschland nur sehr begrenzt vorhanden.

Trotz der Limitationen lassen sich aus unserer Sicht folgende Schlüsse ziehen:

### **Ansteckungen durch Infektionen von SchülerInnen und LehrerInnen sind sowohl in der Schule als auch im Haushaltskontext relevant und sollten reduziert werden**

- Die Wahrscheinlichkeit nach relevantem Kontakt mit einem infizierten Menschen in der Schule ebenfalls als gemeldeter Fall aufzufallen liegt nach den eingeschlossenen Daten der Gesundheitsämter in allen Pandemiephasen bei unter 3% im Gegensatz zu deutlich über 15%, wenn der Kontakt im Haushalt erfolgt.
- Diese Wahrscheinlichkeit ist für Kontakte aus dem Haushalt der infizierten Personen im Verlauf der Pandemie deutlich angestiegen, während sie für Kontakte aus der Schule der infizierten Personen nicht stark variiert.
- Der Großteil der sekundären Infektionen nach einer Infektion im Schulkontext erfolgt in den Haushalten der infizierten Schüler- oder LehrerInnen.
- Der Großteil der Kontakte von infizierten SchülerInnen und LehrerInnen findet sich in den Zeiten, in denen die Schulen weitgehend geöffnet sind, in der Schule.
- Die Höhe der sekundären Befallsrate durch Infektionen von SchülerInnen und Lehrpersonal bei Kontakten im Haushalt ist dabei ähnlich hoch wie bei Infektionen aus anderen Kontexten (z.B. Arbeits- oder Freizeitsettings). Es ist also davon auszugehen, dass bei der Verhinderung von Infektionen in der Schule die entsprechende Reduktion der Transmission in diesen Settings ähnlich hoch ist, wie bei Infektionen aus anderen Settings.
- Auch nach zunehmender Nutzung von Tests zum Ende des ersten Quartals 2021 und einer damit verbundenen Verringerung der Dunkelziffer sinkt die Wahrscheinlichkeit nach dem Kontakt mit einer infizierten Person in der Schule selbst zu einem gemeldeten Infektionsfall zu werden im verfügbaren Datenzeitraum in den präliminären Daten nicht. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass mit den eingesetzten Teststrategien ein hohes Potential besteht,

weitere Ansteckungen zu verhindern, auch wenn diese hauptsächlich asymptomatische und präsymptomatische Infektionen aufdecken.

**Die von evidenzbasierten Leitlinien empfohlenen Maßnahmen wurden von Seiten der Länder nach Veröffentlichung unterschiedlich umgesetzt.**

- Es zeigt sich eine deutliche Variation in der Interpretation und Umsetzung der von der S3-Leitlinie empfohlenen Maßnahmen, die auch einige Monate nach Veröffentlichung noch besteht.
- Hygienemaßnahmen in Abhängigkeit von der regionalen Infektionssituation, wie in der S3-Leitlinie niedergelegt, sollten weiterhin eingesetzt werden

**Die Kontribution der Kontakte in der Schule zur Transmission in der Gesamtbevölkerung ist keine statische Größe und schwankt im Rahmen der Pandemie**

- Es zeigt sich, dass der Beitrag, den Kontakte von in der Schule infizierten Menschen am Infektionsgeschehen in der Bevölkerung haben, stark schwankt; selbst im Rahmen der 3. Welle. Es ist davon auszugehen, dass dieser Beitrag im Rahmen der 1. und 2. Welle ebenfalls variierte.
- Daten aus der Literatur lassen die Vermutung zu, dass der von uns in der 3. Welle geschätzte Beitrag deutlich unter der Kontribution liegt, die in der 1. und 2. Welle bestand. Es ist möglich, aber mit den vorliegenden Arbeiten nicht zu zeigen, dass dies teilweise ein Erfolg von Teststrategien und Hygienemaßnahmen ist.