

Monatsschr Kinderheilkd 2023 · 171:594–600  
<https://doi.org/10.1007/s00112-023-01759-x>  
 Angenommen: 27. März 2023  
 Online publiziert: 5. Juni 2023  
 © The Author(s), under exclusive licence to  
 Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von  
 Springer Nature 2023

**Redaktion**

Reinhard Berner, Dresden



# COVID-19-Impfung bei Kindern und Jugendlichen

## Hatten wir alles im Blick?

Rüdiger von Kries<sup>1</sup> · Marietta Jank<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Institut für Soziale Pädiatrie und Jugendmedizin, Abteilung Pädiatrische Epidemiologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, München, Deutschland

<sup>2</sup> Kinderklinik, Universitätsmedizin Mannheim, Universität Heidelberg, Mannheim, Deutschland

<sup>3</sup> Klinik für Kinder- und Jugendchirurgie, Universitätsmedizin Mannheim, Universität Heidelberg, Mannheim, Deutschland

### In diesem Beitrag

- Entscheidungsträger, Legitimation und Aufgaben
- Besondere Herausforderungen in der pan- und endemischen Phase  
 Perspektive der Legislative und Exekutive • Perspektive der Kinder und ihrer Eltern
- Krankheitslast durch SARS-CoV-2-Infektionen bei Kindern im Verlauf der Pandemie
- Effektivität und etwaige Nebenwirkungen der Impfung
- Rückblick und offene Fragen zu Impfeempfehlungen

### Zusammenfassung

**Hintergrund:** Die COVID-19-Pandemie stellte besondere Herausforderungen an die in Deutschland existierenden Strukturen zur Impfprävention bezüglich (1) des Verständnisses der Rolle und Ziele der Akteure und des Interesses der Kinder; (2) der Definition adäquater Kriterien zur Beurteilung des Risikos für schwere Erkrankungen bei Kindern.

**Fragestellungen:** Unterscheiden sich die Prioritäten unterschiedlicher Interessengruppen bei Empfehlungen zur COVID-19-Impfung? Welche Daten zur Pathogenität unterschiedlicher Varianten des „severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“ (SARS-CoV-2) sind nötig, und wie veränderten sich diese im Verlauf der Pandemie?

**Methoden:** Die Perspektiven von Public Health sowie der Kinder und ihrer Eltern werden anhand von Daten und Veröffentlichungen zum Verlauf der COVID-19-Pandemie in Deutschland analysiert.

**Ergebnisse:** Die Perspektiven von Politik und Kindern unterscheiden sich, sind aber legitim, wenn sie klar benannt werden. Das für Impfscheidungen aus Perspektive der Kinder entscheidende Risiko für schwere Verläufe oder das „paediatric inflammatory multisystem syndrome temporally associated with SARS-CoV-2“ (PIMS-TS) pro 10.000 SARS-CoV-2-Infektionen, nahm im Verlauf der Pandemie mit Dominanz der Omikron-Varianten ab. Schwere Verläufe bei COVID-19 betreffen weiterhin überwiegend Kinder mit Grundkrankheiten. Die altersstratifizierte Analyse von geimpften und ungeimpften Kindern zeigt, dass sich die Veränderungen in der Viruspathogenität im Verlauf der Pandemie insbesondere in dem abnehmenden PIMS-TS-Risiko widerspiegeln. Die allgemeine Reduktion der schweren COVID-19-Verläufe wiederum lässt sich durch die „Variants-of-concern“(VOC)-Eigenschaften, zunehmende Impfrate und Immunität nach einer SARS-CoV-2-Infektion erklären.

**Schlussfolgerungen:** Das Hauptziel der COVID-19-Impfung für Kinder und Jugendliche ist die Verminderung von schweren Krankheitsverläufen. In pädiatrischen Risikogruppen sollte eine bestmögliche Immunität/Immunprotektion durch eine Impfung angestrebt werden. Ob eine Impfung nachwachsender gesunder Kinderkohorten oder Nachimpfung bei bereits infizierten/geimpften Kinderkohorten – mit dem Ziel einer hybriden Immunität – nötig ist, kann derzeit nicht beurteilt werden.

**Schlüsselwörter**

SARS-CoV-2-Varianten · Pathogenität · Immunität · Pandemie · Interessenkonflikt



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Die Frage nach der Notwendigkeit der COVID-19-Impfempfehlung bei Kindern hat für erregte Diskussionen in Politik und Ärzteschaft gesorgt. Wer empfiehlt die Impfung? Nach welchen Kriterien? Gibt es potenzielle Interessenkonflikte zwischen Politik und Ständiger Impfkommission (STIKO)? Gibt es einen gesamtgesellschaftlichen Konsens zum Kindeswohl? Was wissen wir zur Krankheitslast von Erkrankungen, die durch veränderte Varianten („variants of concern“, VOC) des „severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“ (SARS-CoV-2) bedingt sind, bei Kindern in Deutschland im Verlauf der Pandemie? Was bedeutet dies für die Indikation von Kinderimpfungen?

Schon im April 2020 erschien die erste Arbeit, die die meist milden Verläufe von COVID-19 bei gesunden Kindern belegte [4]. Schwere Verläufe waren selten und traten besonders bei Kindern mit Grunderkrankungen auf [2, 19]. Bedrohlicher für die betroffenen Kinder war die im Mai 2020 auftauchende Folgekrankheit „paediatric inflammatory multisystem syndrome temporally associated with SARS-CoV-2“ (PIMS-TS, auch als „multisystem inflammatory syndrome in children“, MIS-C, bekannt), die in gut der Hälfte der Fälle einer Intensivbehandlung bedurften und etwa gleichermaßen Kinder mit und ohne Grunderkrankungen betrafen [15]. Die Long-COVID bei Kindern, ebenfalls früh postuliert, ist eine Erkrankung mit meist recht unspezifischer Symptomatik und bislang nur teilweise verstandener Pathophysiologie [13]. Ausführliche Darstellungen von Long-COVID und des Risikos schwerer COVID-19-Verläufe in Abhängigkeit von Grunderkrankungen werden in anderen Beiträgen des vorliegenden Hefts der *Monatsschrift Kinderheilkunde* dargestellt. Der vorliegende Beitrag versucht, folgende Fragen zu beantworten:

- Kann die Impfung mit den für Kinder verfügbaren Impfstoffen die Krankheitslast von COVID-19 und des PIMS-TS zu reduzieren?
- Für wen ist diese im Pandemieverlauf mit neuen auftauchenden Varianten notwendig?

Hier steht eine Anzeige.



### Infobox 1

#### **Aufgabenverteilung und Aufträge an die verschiedenen öffentlichen Akteure bei Impfungen**

##### **Europäische Arzneimittel-Agentur (EMA)**

Die EMA ist für die Zulassung verantwortlich

- Impfstoff nützt mehr, als er schadet, und kann deshalb verwendet werden, wenn der impfende Arzt dies für sinnvoll hält und seine Patienten dies wünschen

##### **Ständige Impfkommission (STIKO)**

Die STIKO definiert Impfziele und prüft Kriterien für öffentliches Interesse bei Impfungen

- Durch die Impfung können Todesfälle, schwere Krankheitsverläufe und Folgeschäden vermieden werden (Individualschutz)
- Das Impfziel erfordert den Aufbau einer Herdenimmunität; nur durch Impfung vieler ist der Schutz von Menschen, die nicht geimpft werden können, möglich
- Die Elimination oder Eradikation von Krankheitserregern wird angestrebt
- Durch die Impfung kann der Verlauf von Epidemien, die das öffentliche Leben in relevantem Maß beeinträchtigen können, günstig beeinflusst werden

- Wenn ja, welche Impfziele soll(t)en erreicht werden?

#### **Entscheidungsträger, Legitimation und Aufgaben**

Seit vielen Jahren erfolgt die Zulassung von Impfstoffen für Deutschland nicht mehr national, sondern für ganz Europa durch die Europäische Arzneimittel-Agentur (EMA). Nach Zulassung kann ein Medikament verwendet bzw. geimpft werden oder auch nicht; die EMA selbst spricht keine Empfehlung aus. Etwaige Impfempfehlungen werden durch die nationalen Impfkommissionen – in Deutschland die Ständige Impfkommission (STIKO) am Robert Koch-Institut (RKI, [11]) – auf Grundlage einer konsentierten Standardvorgehensweise („standard operating procedure“, SOP) gestellt.

Die Aufgabenverteilung und Aufträge an die verschiedenen öffentlichen Akteure bei Impfungen sind in der Infobox zusammengefasst.

Die rechtlichen Grundlagen für Impfungen werden durch die gewählten Vertreter der Bürger festgelegt. Die Exekutive – Kanzleramt, Ministerien, nachgeordnete

Bundeseinrichtungen – stellen u. a. sicher, dass die berufenen STIKO-Mitglieder in der Summe die nötige Fachkompetenz zu allen impfrelevanten Fragen haben und prüfen vor jeder Sitzung deren mögliche Befangenheit bei den anstehenden Fragen.

#### **Besondere Herausforderungen in der pan- und endemischen Phase**

##### **Perspektive der Legislative und Exekutive**

Entscheidungen zu etwaig nötigen Adaptationen der rechtlichen Grundlagen und Maßnahmen zur Kontrolle von Pandemien sind die Aufgaben der gewählten Vertreter und liegen in ihrer Verantwortung. Hierbei sind die Interessen der Kinder und der Politik nicht unbedingt identisch.

##### **» Die Interessen der Kinder und der Politik sind nicht unbedingt identisch**

Politiker haben das nachvollziehbare Interesse, die SARS-CoV-2-Pandemie, die volkswirtschaftlich, für das Gesundheitswesen, die Demografie und für die Zufriedenheit ihrer Wähler immense Folgen hat, zügig in den Griff zu bekommen. Zur Bewältigung der SARS-CoV-2-Pandemie musste in der Bevölkerung möglichst rasch eine sehr breite Immunität aufgebaut werden. Dies geht nur durch eine Infektion oder eine Impfung fast aller. Aus dieser Perspektive (Populationsaspekt) kann kaum früh genug und umfassend genug geimpft werden. Dieser Anspruch ist legitim, wenn die Impfstoffe keine schwerwiegenden Nebenwirkungen haben.

Das unterstellte Narrativ „besser gesund und geimpft, als infiziert und vielleicht schwer erkrankt“ ist jedoch von gesellschaftlichen Wertesystemen abhängig, die in einer pluralen Gesellschaft unterschiedlich sind. Allerdings wurde der Populationsaspekt bei der Kommunikation der politischen Akteure zu COVID-19-Impfungen bei Kindern mit einem „als sicher geltenden gesundheitlichen Gewinn durch die Impfung“ für den individuell Geimpften vermengt. Bei SARS-CoV-2-Infektionen ist dieser Gewinn für manche Gruppen evident, für gesunde Kinder jedoch möglicherweise eher marginal.

##### **Perspektive der Kinder und ihrer Eltern**

Kinder und Eltern interessiert primär nur die Frage: Nutzt oder schadet die Impfung mir bzw. meinem Kind? Die Höhe des etwaigen individuellen Nutzens ergibt sich aus der Effektivität der Impfstoffe und der Krankheitslast durch SARS-CoV-2-Infektionen. Gegen eine generelle COVID-19-Impfung von Kindern spricht die bekannt niedrige COVID-19-bedingte Krankheitslast in der Altersgruppe. Bei geringer Krankheitslast ist die Wahrscheinlichkeit, dass auch ein wirksamer Impfstoff individuell gesundheitlichen Nutzen bringt, eher gering. Deshalb ist die Schwelle für tolerierbare etwaige Nebenwirkungen besonders niedrig: Diese sollten weitgehend ausgeschlossen bzw. nicht relevant sein. Hinzu kommt, dass sich die Effektivität der Impfstoffe und die Krankheitslast im Verlauf der SARS-CoV-2-Pandemie durch neue dominierende Varianten ändern können und faktisch änderten.

#### **Krankheitslast durch SARS-CoV-2-Infektionen bei Kindern im Verlauf der Pandemie**

Optimale nationale Daten zu SARS-CoV-2-Infektionen bei Kindern in Deutschland aus einer Hand fehlen. Hierzu wäre ein Impfgister mit personenbezogener Vernetzung zu Testung, Erkrankung und Impfnebenwirkungen nötig. Sehr wohl jedoch wurden – mit erheblichem Aufwand – wichtige Daten durch staatliche Einrichtungen [12, 20] sowie Forschungsaktivitäten von Ad-hoc-Kooperationen [14] und von Fachgesellschaften (Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie, DGPI: COVID-19-Survey [21] und PIMS-Survey [22]) erhoben. Durch eine Vernetzung der Datenquellen konnte die Krankheitslast im Verlauf der Pandemie bei Kindern näherungsweise analysiert werden [7, 15, 16].

Bei der Beurteilung der Krankheitslast im Kontext eines pandemischen neuen Erregers, der bei Kindern häufig zu asymptomatischen Infektionen führt – wie bei der SARS-CoV-2-Infektion – sind im Rahmen der Definition von Zähler und Nenner unterschiedliche Aspekte zu berücksichtigen:

- Der zeitliche Verlauf aller, einschließlich der asymptomatischen Infektionen (Nenner) ist beurteilbar durch: repetitive Untersuchung einer Kohorte oder durch Zeitreihen (wiederholte Querschnittuntersuchungen) mit Bestimmung von serologischen Markern (Enzyme-linked Immunosorbent Assay, ELISA; [14]). Zur Bestimmung der Seroprävalenz liegen aus Deutschland mehrere Querschnittuntersuchungen vor [1, 8, 10, 14, 18]. Die größte Studie mit über 10.000 Kindern und Jugendlichen wurde durch Bundesförderung möglich [14] und wurde deshalb hier als eine Quelle der Beurteilung der Häufigkeit von SARS-CoV-2-Infektionen verwendet.
- Symptomatische und asymptomatische mithilfe der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) gesicherte Infektionen werden auch durch das RKI erfasst [12, 20]. Die kumulative Fallzahl zu jedem Zeitpunkt ist ohne systematisches Screening jedoch niedriger als die Seroprävalenz, da asymptomatische Fälle kaum vollständig erfasst werden.
- Die Risikoabschätzung für die Krankheitslast durch COVID-19, PIMS-TS und Long-COVID muss auf die Zahl der SARS-CoV-2-Infektionen bezogen werden.
- Die Messung der Krankheitslast erfordert eine individuelle Fallbeurteilung (Zähler). Nur dann kann ein wahrscheinlich kausaler Zusammenhang von Infektion und Krankheitssymptom beurteilt werden. Neben einer klaren Falldefinition ist auch ein System der Erfassung der Fälle nötig. Diese wurden durch die DGPI für COVID-19 und PIMS-TS näherungsweise bereitgestellt [15, 22, 23].

Determinanten der Krankheitslast resultieren u. a. aus unterschiedlicher Pathogenität der SARS-CoV-2-VOC sowie durch erfolgte Impfungen. Zu keinem Zeitpunkt waren geimpfte Kinder vollständig vor Infektionen geschützt; daher haben auch sie in gewissem Umfang zur weiteren Verbreitung des Erregers beitragen. Ein partieller temporärer Schutz vor Infektion bestand sehr wohl, nahm aber mit dem Auftreten neuer VOC ab. Schwere Verläufe wiederum konnten anhaltend verhindert werden.

In den folgenden Tabellen wird die Krankheitslast bezogen auf 10.000 SARS-CoV-2-Infektionen – nach Zeitraum der dominanten VOC – für alle Altersgruppen (z. T. geimpft) und für Kinder < 5 Jahre (nicht geimpft) basierend auf Publikationen zu Daten aus Deutschland dargestellt [7, 15, 16].

### » Sieben von 10.000 Infektionen mit Wildtyp/Alpha-Variante erforderten stationäre Behandlungen

Bei Infektionen mit Wildtyp bzw. der Alpha-Variante führten 10.000 SARS-CoV-2-Infektionen zu 7 Krankenhausaufnahmen mit der Notwendigkeit der Behandlung wegen COVID-19 und 2 zu einer Behandlung auf einer Intensivstation; weniger als eines von 100.000 Kindern mit SARS-CoV-2-Infektion verstarben mit/an COVID-19 (■ Tab. 1). Weitere publizierte Daten zeigten, dass Intensivbehandlungen und Todesfälle bei Kindern ohne Risikofaktoren deutlich niedriger als in der Gesamtpopulation [3, 15] waren. Hospitalisation wegen PIMS-TS, insbesondere jedoch mit Behandlung auf der Intensivstation, waren bei Kindern ohne Risikofaktoren marginal häufiger als in der Gesamtpopulation [15].

In ■ Tab. 2 sind die relativen Risiken von Covid-19 Erkrankungen unterschiedlicher Schwere unter Delta-Voc und Omikron-Voc in Prozent der Inzidenzen der an das RKI gemeldeten Fälle dargestellt. Im Stratum der Kinder unter 5 Jahren nahmen die Raten von COVID-19-Verursachten stationären und intensivpflichtigen Behandlungen sowie der Todesfälle unter Delta-Voc zu (■ Tab. 2) Eine deutliche Abnahme wurde erst unter Omikron-Voc erkennbar. Diese war deutlich niedriger als in der Gesamtpopulation der 0–18 jährigen Kinder (■ Tab. 2).

Das relative Risiko an PIMS-TS reduziert bereits unter Delta-Voc erheblich und noch ausgeprägter unter Omikron-Voc und dies nicht nur gemittelt über alle Altersgruppen, sondern auch bei den Kindern unter 5 Jahren auf ca. ein Drittel ([16]; ■ Tab. 3).

**Schlussfolgerung.** Bereits unter der Delta-VOC nahm das Risiko für PIMS-TS deut-

lich ab; schwere COVID-19-Verläufe bei jungen Kindern jedoch nicht.

### Effektivität und etwaige Nebenwirkungen der Impfung

Randomisierte Studien zur Effektivität der COVID-19-Kinderimpfstoffe erfolgten überwiegend in den ersten Jahren der Pandemie, weil nur dann ausreichend große Kohorten SARS-CoV-2-naiver Kinder rekrutiert werden konnten. Sie berichten als Endpunkt „Erkrankung an COVID-19“, betrafen frühe VOC und zeigten eine akzeptable Effektivität zur Reduktion des Erkrankungsrisikos [5, 10, 15].

Eine sterile Immunität, die eine weitere Verbreitung des Erregers bei vollständig geimpften Personen ausschließt, kann mit den verfügbaren Impfstoffen nicht erreicht werden. Die Wahrscheinlichkeit der Weiterverbreitung von SARS-CoV-2 durch geimpfte Personen war mit den frühen Varianten reduziert, aber nur temporär [5]. Der Schutz vor asymptomatischen und leichten Krankheitsverläufen nahm mit der Delta-Variante um 10–20% ab, der gegenüber schweren Verläufen jedoch nicht [6].

### » Eine sterile Immunität kann mithilfe der verfügbaren Impfstoffe nicht erreicht werden

Zu neueren VOC gibt es Beobachtungsstudien, die einen abnehmenden Schutz vor Infektion und Erkrankung bei guter Protektion gegen schwere Verläufe zeigten [9]. Von den für die STIKO-Entscheidungen relevanten Impfzielen ist für Kinder nur der Schutz vor schweren Verläufen weitgehend sicher erreichbar. Mit den verfügbaren Impfstoffen kann jedoch definitiv keine Elimination des Erregers erreicht werden, und der Populationseffekt zur Kontrolle einer Epidemie durch Impfungen ist limitiert. Deshalb hat die STIKO mehrfach explizit darauf hingewiesen, dass eine Teilhabe am sozialen Leben und an der Schule nicht vom Impfstatus abhängig gemacht werden darf. Die initiale STIKO-Empfehlung für COVID-19-Impfungen bei Kindern zum Schutz Dritter im engen Lebensumfeld wurde unter der derzeit zirkulierenden VOC auf Einzelfallentscheidungen begrenzt, weil die Effektivität nicht abschätzbar war.

**Tab. 1** Absolute Risiken für eine stationäre Behandlung zur COVID-19-Therapie, Intensivbehandlung und Tod im Verlauf der Pandemie/nach dominanter VOC pro 10.000 SARS-CoV-2-Infektionen bei Kindern und Jugendlichen sowie bei Kindern < 5 Jahre

Pandemiephasen	Hospitalisierung zur COVID-19-Therapie	Intensivpflichtige COVID-19-Behandlung	Tod durch/an COVID-19
	Risiko pro 10.000 (95 %-KI)	Risiko pro 10.000 (95 %-KI)	Risiko pro 10.000 (95 %-KI)
<b>Kinder und Jugendliche (0 bis 18 Jahre)</b>			
Mai 2020–Mai 2021 (WT bzw. Alpha-VOC)	7,13 (5,97–8,86)	2,21 (1,85–2,74)	0,09 (0,08–0,12)
Juli 2021–Okt. 2021 (Delta-VOC)	3,35 (2,57–4,77)	1,19 (0,92–1,70)	0,09 (0,07–0,12)
<b>Kinder unter 5 Jahren</b>			
Mai 2020–Mai 2021 (WT bzw. Alpha-VOC)	9,12 (7,64–11,32)	1,40 (1,17–1,74)	0,19 (0,16–0,23)
Juli 2021–Okt. 2021 (Delta-VOC)	4,35 (3,35–6,21)	0,53 (0,41–0,75)	– <sup>a</sup>

SARS-CoV-2 „severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“, VOC „variant of concern“, WT Wildtyp  
<sup>a</sup>Fallzahl < 4; aus Datenschutzgründen nicht gelistet

**Tab. 2** Relative Risiken für eine stationäre Behandlung, Intensivbehandlung zur COVID-19-Therapie und Tod durch/an COVID-19 im Verlauf der Pandemie bzw. nach Pandemiephase mit dominanter VOC bei Kindern und Jugendlichen (0 bis 18 Jahre) sowie bei Kindern < 5 Jahre

Pandemiephasen	Hospitalisierung zur COVID-19-Therapie	Intensivpflichtige COVID-19-Behandlung	Tod durch/an COVID-19
	Anteil (%) der Referenzphase (95 %-KI)	Anteil (%) der Referenzphase (95 %-KI)	Anteil (%) der Referenzphase (95 %-KI)
<b>Kinder und Jugendliche (0 bis 18 Jahre)</b>			
März–Juni 2021 (KW 9–24) (Alpha-VOC)	Referenz: 100 %	Referenz: 100 %	Referenz: 100 %
Juli–Dez 2021 (KW 25–52) (Delta-VOC)	60 % (58–62 %)	51 % (48–53 %)	80 % (65–300 %)
Jan–April 2022 (KW 1–16) (Omikron-VOC)	27 % (26–28 %)	6,5 % (6,3–6,6 %)	23 % (17–100 %)
<b>Kinder unter 5 Jahren</b>			
März–Juni 2021 (KW 9–24) (Alpha-VOC)	Referenz: 100 %	Referenz: 100 %	Referenz: 100 %
Juli–Dez 2021 (KW 25–52) (Delta-VOC)	124 % (117–134 %)	144 % (127–185 %)	– <sup>a</sup>
Jan–April 2022 (KW 1–16) (Omikron-VOC)	72 % (64–82 %)	17 % (15–20 %)	– <sup>a</sup>

VOC „variant of concern“  
<sup>a</sup>Fallzahl < 4; aus Datenschutzgründen nicht gelistet

Eine eher hohe Reaktogenität zeigte sich in Zulassungsstudien. Für die Identifikation seltener Nebenwirkungen sind die Zulassungsstudien bei Weitem zu klein. Feldstudien identifizierten ein gesichertes, aber niedriges Risiko für eine Myokardi-

tis, wobei dieses bei jüngsten Kindern am niedrigsten war. Die Begründungen der jeweiligen STIKO-Empfehlungen geben eine exzellente Darstellung der Risikoabwägungen für die jeweiligen Empfehlungen [9, 17].

## Rückblick und offene Fragen zu Impfpfehlungen

In den ersten Monaten der Pandemie schienen Impfstoffe für Kinder nicht das dringendste Desiderat zu sein. Bei einer Krankheitsschwere, die etwa mit der von Varizellen vergleichbar schien, war eine generelle Impfpfehlung für alle Kinder nicht dringlich, zumal pädiatrische Risikogruppen für schwere Verläufe identifizierbar waren. Für diese Kinder wurde die Zulassung der Kinderimpfstoffe dringend erwartet und die Impfpfehlung für Risikogruppen zeitnah ausgesprochen [17]. Nach Berichten über das Auftreten von PIMS-TS hatte sich die Situation geändert: Circa die Hälfte der Fälle benötigte eine Intensivbehandlung; eine Risikogruppe mit deutlich erhöhter Wahrscheinlichkeit für schwere Verläufe war nicht identifizierbar. Wenn eine Impfprävention von PIMS-TS angestrebt würde, dann würde eine Impfpfehlung für alle Kinder notwendig sein. Die Zulassungsstudien waren jedoch nicht für diesen Endpunkt angelegt. Andererseits war das Risiko für relevante Impfkomplicationen, wie eine Myokarditis, zum Zeitpunkt der Zulassung der Kinderimpfstoffe nicht quantifizierbar. Die generelle Impfpfehlung erfolgte erst, nachdem Beobachtungsstudien das Risiko der Impfung und die Effektivität für PIMS-TS berechenbar machten. Der zu erwartende Gewinn für geimpfte Kinder hinsichtlich der Vermeidung schwerer COVID-19-Verläufe und von PIMS-TS nach einer SARS-CoV-2-Infektion war deutlich größer als das Risiko der Impfung.

### Fazit für die Praxis

- Das wesentliche und weitgehend erreichbare Impfziel der von der Ständigen Impfkommission (STIKO) empfohlenen COVID-19-Impfungen bei Kindern ist die Vermeidung schwerer Verläufe dieser Krankheit.
- Die Wahrscheinlichkeit für diese Verläufe und für das Paediatric inflammatory multisystem syndrome temporally associated with SARS-CoV-2 (PIMS-TS) hat unter den beobachteten Omikron-Varianten – auch in ungeimpften Altersgruppen – deutlich abgenommen.
- Eine deutlichere Abnahme in partiell geimpften Altersgruppen könnte durch den Effekt der Impfungen und/oder den Effekt eines besseren Immunschutzes durch natürliche Infektionen erklärt werden.

**Tab. 3** Fälle des „paediatric inflammatory multisystem syndrome temporay associated with SARS-CoV-2“ (PIMS-TS) pro 10.000 PCR-gesicherte und vom RKI erfasste SARS-CoV-2-Infektionen als Risiko sowie als relatives Risiko (Anteil [%]) der Rate im Vergleich zur Referenzperiode (Alpha-VOC-Phase) bei Kindern und Jugendlichen (0 bis 18 Jahre) sowie bei Kindern < 5 Jahre in Dominanz von Delt- bzw. Omikron-Voc.

Pandemiephasen (Zeitraum für PIMS-TS-Fälle 4 bis 6 Wochen nach Infektion mit einer VOC)	SARS-CoV-2-Infektionen bei Kindern	PIMS-TS-Fälle	% PIMS-TS-Fälle
–	Anzahl (n)	Risiko/10.000 SARS-CoV-2-Positive Fälle (95 %-KI)	Anteil (%) der Referenzphase (95 %-KI)
<b>Kinder und Jugendliche (0 bis 18 Jahre)</b>			
März–Aug 2021 (KW 9–31) (Alpha-VOC)	231.114	6,19 (5,17–7,20)	Referenz: 100 %
Aug 21–Jan 22 (KW 32–4) (Delta-VOC)	1.732.623	1,68 (1,49–1,87)	27 % (26–29 %)
Jan–April 2022 (KW 5–16) (Omikron-VOC)	3.260.445	0,30 (0,24–0,36)	5 % (5–5 %)
<b>Kinder unter 5 Jahren</b>			
März–Aug 2021 (KW 9–31) (Alpha-VOC)	61.238	7,84 (5,62–10,06)	Referenz: 100 %
Aug 21–Jan 22 (KW 32–4) (Delta-VOC)	319.973	2,44 (1,90–2,98)	31 % (29–34 %)
Jan–April 2022 (KW 5–16) (Omikron-VOC)	667.691	0,57 (0,39–0,75)	7 % (7–7 %)
PCR „polymerase chain reaction“, RKI Robert Koch-Institut, VOC „variant of concern“			

- Bei Kindern mit erhöhtem Risiko für schwere Verläufe muss weiterhin die optimale Immunprotektion durch eine Impfung angestrebt werden.
- Offene Fragen in der postpandemischen Periode betreffen die etwaige Impfung aktueller und kommender Geburtskohorten sowie die etwaige Notwendigkeit einer hybriden Immunität durch Impfung und Infektion zur Verhinderung schwerer Infektionen bei gesunden Kindern.

#### Korrespondenzadresse



#### Prof. Rüdiger von Kries

Institut für Soziale Pädiatrie und Jugendmedizin, Abteilung Pädiatrische Epidemiologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, Partenkirchenerstr 17, 81377 München, Deutschland  
 ruediger.kries@med.uni-muenchen.de

#### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** R. von Kries und M. Jank waren an der bereits veröffentlichten SARS-CoV-2-KIDS-Studie [14], die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert wurde (FKZ: 01KI20131A), beteiligt. Der Sponsor war nicht an der Verfassung dieses Beitrags beteiligt.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt.

Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

#### Literatur

1. Brinkmann F, Diebner HH, Matenar C et al (2021) Longitudinal rise in seroprevalence of SARS-coV-2 infections in children in western Germany—a blind spot in epidemiology? *Infect Dis Rep* 13:957–964. <https://doi.org/10.3390/idr13040088>
2. Brodin P (2022) SARS-CoV-2 infections in children: understanding diverse outcomes. *Immunity* 55:201–209. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2022.01.014>
3. Doenhardt M, Gano C, Sorg A-L et al (2022) Burden of pediatric SARS-coV-2 hospitalizations during the omicron wave in Germany. *Viruses* 14:2102. <https://doi.org/10.3390/v14102102>
4. Gudbjartsson DF, Helgason A, Jonsson H et al (2020) Spread of SARS-CoV-2 in the Icelandic population. *N Engl J Med* 382:2302–2315. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2006100>
5. Harder T, Koch J, Vygen-Bonnet S et al (2021) Wie gut schützt die COVID-19-Impfung vor SARS-CoV-2-Infektionen und -Transmission? RKI <https://doi.org/10.25646/8442>
6. Harder T, Külper-Schiek W, Reda S et al (2021) Effectiveness of COVID-19 vaccines against SARS-CoV-2 infection with the Delta (B.1.617.2) variant: second interim results of a living systematic review and meta-analysis, 1 January to 25 August 2021. *Euro Surveill* 26:2100920. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2021.26.41.2100920>
7. Jank M, Oechsle A-L, Armann J et al (2023) Comparing SARS-CoV-2 variants among children and adolescents in Germany: relative risk of COVID-19-related hospitalization, ICU admission and mortality. *Infection*. <https://doi.org/10.1007/s15010-023-01996-y>
8. Kirsten C, Unrath M, Lück C et al (2021) SARS-CoV-2 seroprevalence in students and teachers: a longitudinal study from May to October 2020 in German secondary schools. *BMJ Open* 11:e49876. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-049876>
9. Koch J, Piechotta V, Vygen-Bonnet S et al (2022) Wissenschaftliche Begründung der STIKO für die COVID-19-Impfempfehlung für Kinder im Alter von 6 Monaten bis 4 Jahren sowie zur Anpassung der COVID-19-Impfempfehlung für Kinder im Alter von 5–11 Jahren. *Epidemiol Bull* 46:22–47. <https://doi.org/10.25646/10780>
10. Leone V, Meisinger C, Temizel S et al (2022) Longitudinal change in SARS-CoV-2 seroprevalence in 3-to 16-year-old children: the Augsburg plus study. *PLoS ONE* 17:e272874. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272874>
11. RKI (2022) Standardvorgehensweise (SOP) der STIKO. [https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/STIKO/Aufgaben\\_Methoden/SOP.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/STIKO/Aufgaben_Methoden/SOP.pdf?__blob=publicationFile). Zugegriffen: 25. Febr. 2023
12. RKI (2022) Coronavirus disease 2019 (COVID-19) daily situation report of the Robert Koch institute. [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Situationsberichte/Dez\\_2020/2020-12-26-en.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Dez_2020/2020-12-26-en.pdf?__blob=publicationFile). Zugegriffen: 25. Febr. 2023
13. Sorg A-L, Becht S, Jank M et al (2022) Association of SARS-CoV-2 seropositivity with myalgic encephalomyelitis and/or chronic fatigue syndrome among children and adolescents in Germa-

- ny. JAMA Netw Open. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.33454>
14. Sorg A-L, Bergfeld L, Jank M et al (2022) Cross-sectional seroprevalence surveys of SARS-CoV-2 antibodies in children in Germany, June 2020 to May 2021. *Nat Commun* 13:3128. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-30482-6>
  15. Sorg A-L, Hufnagel M, Doehardt M et al (2022) Risk for severe outcomes of COVID-19 and PIMS-TS in children with SARS-CoV-2 infection in Germany. *Eur J Pediatr* 181:3635–3643. <https://doi.org/10.1007/s00431-022-04587-5>
  16. Sorg AL, Schönfeld V, Siedler A et al (2022) SARS-CoV-2 variants and the risk of pediatric inflammatory multisystem syndrome temporally associated with SARS-CoV-2 among children in Germany. *Infection*. <https://doi.org/10.1007/s15010-022-01908-6>
  17. STIKO (2022) Ständige Impfkommission: Beschluss der STIKO zur 23. Aktualisierung der COVID-19-Impfempfehlung. *Epidemiol Bull* 46:22–47. <https://doi.org/10.25646/10788>
  18. Thamm R, Buttman-Schweiger N, Fiebig J et al (2021) Seroprevalence of SARS-CoV-2 among children and adolescents in Germany—an overview. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 64:1483–1491. <https://doi.org/10.1007/s00103-021-03448-0>
  19. Viner RM, Mytton OT, Bonell C et al (2021) Susceptibility to SARS-CoV-2 infection among children and adolescents compared with adults: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatr* 175:143–156. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2020.4573>
  20. RKI Coronavirus SARS-CoV-2 – Anzahl und Anteile von VOC und VOI in Deutschland. [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Daten/VOC\\_VOI\\_Tabelle.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Daten/VOC_VOI_Tabelle.html). Zugegriffen: 15. Nov. 2022
  21. DGPI: Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie Ergebnisse des COVID-19-Surveys (01.01.2020–30.11.2022). <https://dgpi.de/covid-19-survey-update/>. Zugegriffen: 22. Febr. 2023
  22. DGPI: Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie PIMS-Survey, wöchentliches Update. <https://dgpi.de/pims-survey-update/>. Zugegriffen: 22. Febr. 2023
  23. WHO Multisystem inflammatory syndrome in children and adolescents temporally related to COVID-19. <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/multisystem-inflammatory-syndrome-in-children-and-adolescents-with-covid-19>. Zugegriffen: 22. Febr. 2023

## COVID-19 vaccination in children and adolescents. Did we have everything under control?

**Background:** The COVID-19 pandemic posed special challenges for the existing structures for vaccination prevention in Germany with respect to 1) understanding the role and aims of those involved and the interests of the children and 2) the definition of adequate criteria and assessment of the risk of severe diseases in children.

**Objectives:** Do the priorities of different groups of interest differ in the recommendations for COVID-19 vaccination? Which data on the pathogenicity of different variants of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) are necessary and how did they change during the pandemic?

**Methods:** The tasks, objectives and perception of politics and the German national vaccination advisory committee regarding vaccination of children are discussed in the face of summarized recent data on clinical manifestations of pediatric SARS-CoV-2 infections among children and adolescents in Germany, which could be estimated by combining different German data sources.

**Results:** The perspectives of politics and children differ but are legitimate when they are clearly stated. The decisive risk for a severe course or the pediatric inflammatory multisystem syndrome temporally associated with SARS-CoV-2 (PIMS-TS) per 10,000 SARS-CoV-2 infections for the decision on vaccination from the perspective of children, decreased during the course of the pandemic with dominance of the omicron variant. Severe courses of COVID-19 still predominantly affect children with underlying diseases. The age-stratified analysis of vaccinated and nonvaccinated children showed that the alterations in the pathogenicity of the virus in the course of the pandemic is particularly reflected in the reduction in the risk of PIMS-TS. The general reduction of severe courses of COVID-19 again can be explained by the characteristics of variants of concern (VOC) as well as increasing vaccination rates and immunity following a SARS-CoV-2 infection.

**Conclusion:** The primary goal of COVID-19 vaccination in children and adolescents is the prevention of severe courses of the disease. In pediatric risk groups the best possible immunity or immune protection by vaccination should be strived for. It is currently unclear whether catch-up vaccination in already infected or vaccinated children or whether forthcoming healthy children will need vaccination, aiming for hybrid immunity.

### Keywords

SARS-CoV-2 variants · Pathogenicity · Immunity · Pandemic · Conflict of interest