

Wie gut schützt die COVID-19-Impfung vor SARS-CoV-2-Infektionen und -Transmission?

Systematischer Review und Evidenzsynthese

Zusammenfassung

Es wurde ein systematischer Review durchgeführt zur Frage, in welchem Maß die aktuell verfügbaren COVID-19-Impfstoffe das Auftreten von Infektionen und die sukzessive Übertragung (Transmission) von SARS-CoV-2 verhindern. Mit Stand 15.04.2021 lagen 16 Studien vor, die den Schutz vor SARS-CoV-2-Infektionen gesamt (d. h. mit und ohne klinische Symptomatik) untersuchten. Sechs Studien untersuchten dezidiert asymptomatische Infektionen. In fast allen identifizierten Studien lag nach vollständiger Impfserie die Effektivität der COVID-19-Impfung bzgl. Schutz vor jeglicher Infektion wie auch vor asymptomatischen Infektionen zwischen 80 und 90 %. Bei Personen, die trotz Impfung PCR-positiv getestet wurden, konnte darüber hinaus eine signifikant geringere Viruslast und auch eine verkürzte Dauer der Virusausscheidung nachgewiesen werden. Erste Studien zu Herdeneffekten und zur Verhinderung einer Virustransmission in Haushalten liegen vor, sind jedoch aufgrund methodischer Limitationen in ihrer Aussagekraft eingeschränkt. In der Gesamtschau legen die verfügbaren Daten nahe, dass die COVID-19-Impfung eine Virustransmission in erheblichem Maß reduziert und dass vollständig geimpfte Personen in Bezug auf die Epidemiologie der Erkrankung keine wesentliche Rolle mehr spielen.

1. Einleitung

Bei der Bekämpfung der Severe Acute Respiratory Syndrome Corona Virus 2-(SARS-CoV-2-)Pandemie kommt den seit Ende des vergangenen Jahres verfügbaren Coronavirus Disease 2019-(COVID-19-)Impfstoffen eine Schlüsselrolle zu. Für alle vier derzeit in der Europäischen Union (EU) bzw. in Deutschland zugelassenen Impfstoffe (Comirnaty von BioNTech/Pfizer, COVID-19-Vaccine Moderna von Moderna, Vaxzevria von AstraZeneca, COVID-19-

Vaccine Janssen von Janssen) konnte eine hohe Schutzwirkung von mindestens 80 % gegen eine schwere COVID-19-Erkrankung bereits in den Zulassungsstudien bzw. in nachfolgend durchgeführten nicht-randomisierten Beobachtungsstudien nachgewiesen werden (s. [wissenschaftliche Begründung der STIKO zur 4. Aktualisierung der COVID-19-Impfempfehlung](#)).¹

Im Zuge der Impfkampagne gewinnt eine Frage immer mehr an Bedeutung: In welchem Maße können sich geimpfte Personen bei Kontakt mit SARS-CoV-2 noch infizieren und ggf. andere Personen anstecken? Bereits in präklinischen Studien an nicht-humanen Primaten wurde deutlich, dass die zugelassenen COVID-19-Impfstoffe keine sog. sterile Immunität erzeugen, d. h. dass bei Exposition auch nach erfolgter Impfung noch ein Erregernachweis im Respirationstrakt der Versuchstiere möglich war.²⁻⁵ Somit stellt sich die Frage, wie gut die Impfstoffe vor einer SARS-CoV-2-Infektion bei Menschen generell und nicht nur vor einer klinisch manifesten Erkrankung schützen (was der Fokus in den Zulassungsstudien ist). Ein reiner Fokus auf die Verhinderung von asymptomatischen Infektionen zur Beantwortung der Frage, ob der Impfstoff vor einer Virusübertragung schützt, ist allerdings vor dem Hintergrund der folgenden Überlegungen nicht sachgerecht. Konzeptionell muss verstanden werden, dass die COVID-19-Impfstoffe zumindest einen Teil ihrer Wirkung dadurch erreichen, dass sie das Spektrum der Erkrankung von schweren Krankheitsausprägungen (Tod, intensivmedizinische Behandlung, Hospitalisierung) in mildere Ausprägungen (mild symptomatisch und asymptomatisch) verschieben, bei gleichzeitiger deutlicher Reduktion der Gesamtzahl an PCR-positiv getesteten Personen⁶ (s. [Abb. 1](#)). Daher muss zur Untersuchung der o. g. Frage ein breiterer Komplex von Aspekten der Impfeffektivität der COVID-19-Impf-

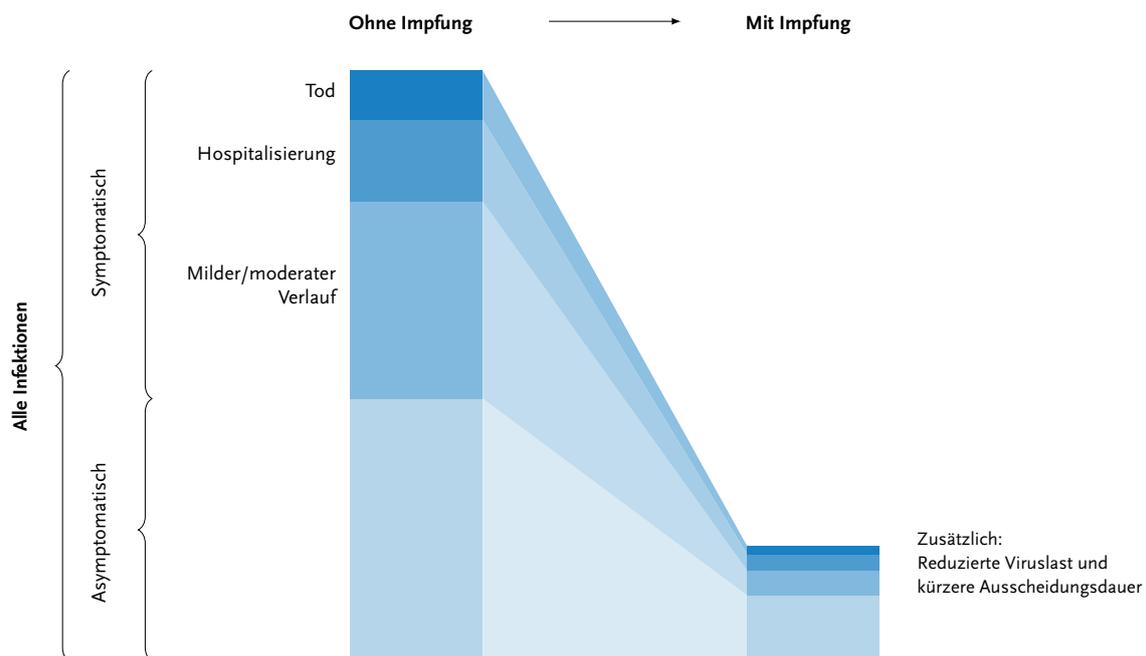


Abb. 1 | Schematische Darstellung des Wirkprinzips der COVID-19-Impfstoffe

stoffe adressiert werden, die sich in folgenden Fragestellungen abbilden:

Fragestellungen

Um die Frage nach dem Beitrag von geimpften Personen zum Infektionsgeschehen beantworten zu können, wurden in der vorliegenden Untersuchung folgende Teilfragen adressiert:

- 1) Wie gut sind vollständig geimpfte Personen vor einer SARS-CoV-2-Infektion (mit und ohne klinische Symptomatik) geschützt?
- 2) Wie gut sind vollständig geimpfte Personen vor einer asymptomatischen Infektion mit SARS-CoV-2 geschützt?
- 3) Wie hoch ist das Risiko, dass asymptomatisch infizierte (PCR-positive) geimpfte Personen SARS-CoV-2 auf andere Personen übertragen?
- 4) In welchem Ausmaß gelten die Antworten zu Frage 1–3 auch für sog. besorgniserregende Varianten (*Variants of Concern*, VOC) von SARS-CoV-2?

2. Methoden

Methodischer Ansatz: Die o. g. Fragen 1 und 2 wurden im Rahmen eines sog. *Living Systematic Review* adressiert (s. nachfolgend Details zur Methodik).

Hierauf aufbauend wurden zur Beantwortung von Frage 3 zusätzlich Laborstudien und Studien zur SARS-CoV-2-Transmission analysiert. Zur Untersuchung von Frage 4 wurden Ergebnisse des *Living Systematic Review* sowie zusätzlich Laborstudien herangezogen.

Living Systematic Review: Zur Untersuchung der Effektivität und Sicherheit der Impfung gegen COVID-19 wurde durch die Geschäftsstelle der Ständigen Impfkommission (STIKO) ein *Living Systematic Review* initiiert. Hierbei wird prospektiv über einen definierten Zeitraum (geplant ist die Fortführung bis 30.06.2022) die Evidenz kontinuierlich systematisch recherchiert, aufgearbeitet und aktualisiert, um zeitnah mögliche Veränderungen der Evidenzlage erfassen und bewerten zu können und dadurch ggf. notwendige Anpassungen der STIKO-Empfehlung zu ermöglichen. Das Protokoll des Reviews wurde mit der verantwortlichen STIKO-Arbeitsgruppe (STIKO-AG) sowie mit einer international besetzten Arbeitsgruppe, die durch das European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) koordiniert wird, abgestimmt und im *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) veröffentlicht (Reg.-Nr. CRD42020208935).

Durch die STIKO-AG und die STIKO-Geschäftsstelle wurden im Vorfeld PICO-Fragen (Fragen zu *Population, Intervention, Comparison, Outcome*) für den systematischen Review entwickelt und mit der STIKO abgestimmt (Details s. [wissenschaftliche Begründung der STIKO zur 4. Aktualisierung der COVID-19-Impfempfehlung](#); Kapitel 8). Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche erfolgt kontinuierlich eine Suche in der COVID-19-Literaturdatenbank der Bibliothek des Robert Koch-Instituts (RKI). Diese erfasst sämtliche COVID-19-relevanten Einträge in den Datenbanken *Pubmed* und *Embase* (inkl. *Medline*) sowie auf den *Pre-Print Servern ArRxiv, BioRxiv, ChemRxiv, MedRxiv, Preprints.org, Research-Square* und *SSRN*. Diese Recherche wird wöchentlich aktualisiert (s. Anhang für die komplette Suchstrategie – Publikation des Anhangs erfolgt in KW 19). Zusätzlich werden die Referenzlisten der eingeschlossenen Studien nach weiteren Studien durchsucht. Um weitere unpublizierte bzw. als *Preprint* vorhandene Studien zu erfassen, wurde für die vorliegende Auswertung das Suchergebnis zusätzlich mit den Websites bzw. Empfehlungen anderer Public Health Institute (Kanada, USA, Vereinigtes Königreich) sowie des ECDC abgeglichen. Die vorliegende Publikation gibt den Datenstand vom 15.04.2021 wieder.

Eingeschlossen in die vorliegende Auswertung wurden alle Studien, die folgende Kriterien erfüllten:

- 1) Studienpopulation: Erwachsene jeglichen Alters (bei Comirnaty: ab 16 Jahren)
- 2) Impfung mit einem in der EU zugelassenen Impfstoff (Comirnaty von BioNTech/Pfizer, COVID-19-Vaccine Moderna von Moderna, Vaxzevria von AstraZeneca, COVID-19 Vaccine Janssen von Janssen)
- 3) Vergleichsgruppe: Placebo, keine Impfung oder Impfung mit einem Nicht-COVID-19-Impfstoff
- 4) Endpunkte: a) SARS-CoV-2-Infektion (PCR-Positivität; d.h. symptomatisch + asymptomatisch); b) asymptomatische SARS-CoV-2-Infektion

Ausgeschlossen wurden Studien, die ausschließlich symptomatische SARS-CoV-2-Infektionen (bzw. COVID-19) bzw. schwere COVID-19-Verläufe (z. B. Hospitalisierung, Tod) untersuchten.

Im ersten Schritt wurden zunächst die Titel und Abstracts der identifizierten Publikationen von zwei unabhängigen UntersucherInnen auf das Erfüllen der o. g. Einschlusskriterien überprüft und dieses Vorgehen anschließend für die verbliebenen Volltexte wiederholt. Aus den so identifizierten Studien wurden Rahmendaten und Studienschätzer von zwei unabhängigen UntersucherInnen extrahiert. Aus Studien, die Effektivitätsdaten für mehrere Zeiträume nach einer Impfdosis beschrieben, wurden für die vorliegende Auswertung die Daten für den jeweils längsten Abstand zur Impfung verwendet. Bei altersaggregierten bzw. -adjustierten Daten wurden diese anstelle von Rohdaten bzw. stratifizierten Schätzern aufgenommen. Für die vorliegende Auswertung wurden die extrahierten Studiendaten in Tabellen zusammengefasst.

3. Ergebnisse

Mit Stand 15.04.2021 wurden mit der o. g. Suchstrategie 2.979 Einträge in der Datenbank des RKI identifiziert und nachfolgend auf das Zutreffen der Einschlusskriterien untersucht. Nach Abschluss des Volltext-Screenings wurden 20 Studien⁷⁻²⁶ als relevant identifiziert und eingeschlossen (s. Anhang für den PRISMA-Flowchart – Publikation des Anhangs erfolgt in KW 19). Zusätzlich wurden 6 Studien zur Beantwortung der o. g. Fragen 3 und 4 hinzugezogen.²⁷⁻³²

3.1. Schutzwirkung der Impfung vor Infektion (mit und ohne klinische Symptomatik)

Von den o. g. 20 Studien untersuchten 16 Studien die Effektivität von COVID-19-Impfstoffen bei der Verhinderung von SARS-CoV-2-Infektionen, wobei symptomatische und asymptomatische Infektionen zusammengefasst und in der Regel als Anteil der PCR-positiv getesteten Personen in den Studiengruppen berichtet wurden (s. [Tab.1](#)). Die Studien wurden in 5 Ländern durchgeführt (Israel, USA, Vereinigtes Königreich, Spanien, Dänemark) und schlossen zwischen 463⁹ und 1,2 Mio.¹¹ TeilnehmerInnen in der Altersspanne zwischen 15 Jahren¹¹ und 86 Jahren¹⁸ ein. Eine Studie wurde als randomisierte kontrollierte Studie (RCT) durchgeführt,¹² 12 Studien hatten ein Kohortenstudien-Design, während 3 Studien Fall-Kontroll-Studien (inkl. *test-negative design*) waren. In 9 Studien wurde die Effek-

Studie (Quelle) u. Publikationsdatum	Land	Studiendesign	Studienpopulation (n)	Alter	Zirkulierende Virusvariante	Impfstoff	Zeitpunkt der Analyse nach Dosis	Adjustierte Impfeffektivität (95 % KI)	
								Nach Dosis 1	Nach Dosis 2
1 Amit; ⁷ 18.02.2021	Israel	Retrospektive Kohortenstudie	Gesundheitspersonal; (n=9.109)	Erwachsene	k. A.	Comirnaty	max. 22 Tage nach der 1. Dosis	75 % (72–84 %)	k. A.
2 Andrejko; ⁸ 10.04.2021	USA	Fall-Kontroll-Studie (test-negative design)	Allgemeinbevölkerung (325 Fälle, 320 Kontrollen)	Erwachsene	k. A.	Comirnaty, Moderna	7 Tage nach 1. bzw. 2. Dosis	66 % (–69–93 %)	86 % (67–94 %)
3 Britton; ⁹ 19.03.2021	USA	Retrospektive Kohortenstudie	PflegeheimbewohnerInnen (n=463)	k. A.	k. A.	Comirnaty	>14 Tage nach 1. Dosis	63 % (33–79 %)	k. A.
4 Chodick; ¹⁰ 29.01.2021	Israel	Retrospektive Kohortenstudie	Versicherte (n=503.875)	≥16 Jahre	k. A.	Comirnaty	>13 Tage nach 1. Dosis	51,4 % (–7,2–78 %)	k. A.
5 Dagan; ¹¹ 15.04.2021	Israel	Gematchte Fall-Kontroll-Studie	Versicherte (n=1.193.236)	≥16 Jahre	80 % B.1.1.7	Comirnaty	ab 7 Tage nach 2. Dosis	k. A.	92 % (88–95 %)
6 Emary; ¹² 30.03.2021	UK	RCT	Randomisierte Studienpopulation (Impfstoffgruppe n=4.244; Kontrollgruppe n=4.290)	≥18 Jahre	B.1.1.7; Nicht-B.1.1.7	Vaxzevria	>7 Tage nach 1. Dosis	Nicht-B.1.1.7: 69,7 % (33,0–86,3 %); B.1.1.7: 28,9 % (–77,1–71,4 %)	k. A.
7 Glampson; ¹³ 10.04.2021	UK	Retrospektive Kohortenstudie	Allgemeinbevölkerung (n=2.183.939; (davon n=389.587 Geimpfte)	≥16 Jahre	B.1.1.7	Comirnaty; Vaxzevria	28 Tage nach 2. Dosis	k. A.	Vaxzevria: 74 % (HR: 0,26 (0,19–0,35)) Comirnaty: 78 % (HR: 0,22 (0,18–0,27))
8 Guijarro; ¹⁴ 26.03.2021	Spanien	Kohortenstudie	Gesundheitspersonal: n=2.590 (Vergleich mit Allgemeinbevölkerung: n=170.513)	k. A.	k. A.	Comirnaty	7 Tage nach 2. Dosis	k. A.	99 % Inzidenzreduktion (verglichen mit Allgemeinbevölkerung)
9 Haas; ¹⁵ 24.03.2021	Israel	Kohortenstudie	Surveillance-Daten (national); n=202.684 SARS-CoV-2-Infektionen; n=102.012 Ungeimpfte	≥15 Jahre	B.1.1.7 (93,9 %)	Comirnaty	>7 Tage nach der 2. Dosis	k.A.	94,1 % (93,4–94,7 %)
10 Hall (SIREN-Studie); ¹⁶ 22.02.2021	UK	Kohortenstudie	Gesundheitspersonal (n=23.324)	k. A.	B.1.1.7	Comirnaty	21 Tage nach 1. Dosis; 7 Tage nach 2. Dosis	72 % (58–86)	86 % (76–97)
11 Lumley; ¹⁷ 12.03.2021	UK	Kohortenstudie	Gesundheitspersonal (n=13.109)	Median: 39 Jahre (Spanne: 30–50)	B.1.1.7	Comirnaty; Vaxzevria	>14 Tage nach 1. Dosis >14 Tage nach 2. Dosis	67 % (aIRR=0,33 (0,21–0,52))	90 % (aIRR=0,10 (0,02–0,38))
12 Monge; ¹⁸ 15.04.2021	Spanien	Retrospektive Kohortenstudie	PflegeheimbewohnerInnen (n=299.209)	Mittelwert: 85,9 Jahre	k. A.	99,8 % Comirnaty	≥7 Tage nach 2. Dosis	k.A.	81,8 % (81,0–82,7)
13 Moustsen-Helms; ¹⁹ 09.03.2021	Dänemark	Retrospektive Kohortenstudie	PflegeheimbewohnerInnen (n=39.040) Gesundheitspersonal (n=331.039)	84 Jahre (IQR: 77–90); 47 Jahre (IQR: 36–57)	k. A.	Comirnaty	>14 Tage nach 1. Dosis; >7 Tage nach 2. Dosis	Gesundheitspersonal: 17 % (4–28), Pflegeheimbew.: kein protektiver Effekt	Gesundheitspersonal: 90 % (82–95); Pflegeheimbew.: 64 % (14–84)
14 Pawlowski; ²⁰ 27.02.2021	USA	Gematchte Fall-Kontroll-Studie	62.138 Personen, die an Mayo-Kliniken auf COVID-19 getestet wurden	≥18 Jahre	k. A.	Comirnaty, Moderna	36 Tage nach 1. Dosis	88,7 % (68,4–97,1)	k.A.

Tab. 1 | Studien zur Schutzwirkung der COVID-19-Impfung vor Infektion (symptomatisch und asymptomatisch)

HR = hazard ratio; k.A. = keine Angabe; IQR = *interquartile range*; RCT = randomisierte kontrollierte Studie

Studie (Quelle) u. Publikationsdatum	Land	Studiendesign	Studienpopulation (n)	Alter	Zirkulierende Virusvariante	Impfstoff	Zeitpunkt der Analyse nach Dosis	Adjustierte Impfeffektivität (95 % KI)	
								Nach Dosis 1	Nach Dosis 2
15 Shrotri; ²¹ 07.04.2021	UK	Kohortenstudie	PflegeheimbewohnerInnen (n=10.412)	Mittelwert: 86 Jahre	Hauptsächlich B.1.1.7	Comirnaty (33 %), Vaxzevria (67 %)	35–48 Tage nach 1. Dosis	62 % (HR: 0,38 (0,19–0,77))	k.A.
16 Thompson; ²² 02.04.2021	USA	Prospektive Kohortenstudie	Gesundheitspersonal, Ersthelfer und Personen aus anderen systemrelevanten Berufsgruppen: n=3.950	≥18 Jahre	k. A.	Comirnaty (62,7 %), Moderna (29,6 %), unbekannt welcher mRNA-Impfstoff (7,7 %)	≥14 Tage nach der 1. Dosis; ≥14 Tage nach der 2. Dosis	80 % (95 % KI = 59 %–90 %)	90 % (68–97)

Tab. 1 (Fortsetzung) | Studien zur Schutzwirkung der COVID-19-Impfung vor Infektion (symptomatisch und asymptomatisch)
HR = hazard ratio; k.A. = keine Angabe; IQR = *interquartile range*; RCT = randomisierte kontrollierte Studie

tivität von Comirnaty (BionTech/Pfizer) untersucht, eine Studie untersuchte den Impfstoff Vaxzevria (AstraZeneca) und 6 Studien analysierten mehr als einen Impfstoff.

In 11 Studien wurde die Effektivität der COVID-19-Impfung zur Verhinderung von Infektionen nach der 1. Impfstoffdosis untersucht. Hier lagen die Effektschätzer zwischen 17 %¹⁹ und 88,7 %²⁰, wobei zu berücksichtigen ist, dass der erstgenannte Wert die mit Abstand niedrigste Schätzung im Sinne eines Ausreißers darstellt, während die Mehrzahl der Studien im Bereich zwischen ca. 60 und 70 % lag. Tendenziell waren die Effektschätzer bei älteren Personen (z. B. PflegeheimbewohnerInnen) eher niedriger als bei jüngeren StudienteilnehmerInnen (z. B. Gesundheitsdienstpersonal). In vielen Studien war eine solche Unterscheidung allerdings nicht möglich, da eine vergleichsweise breite Altersspanne untersucht wurde (s. Tab. 1). Soweit beurteilbar, hatten der verwendete Impfstoff und das Studiendesign keinen Einfluss auf die Impfeffektivität.

Zur Effektivität nach der 2. Impfstoffdosis lagen Daten aus 10 Studien vor. Die Schätzer der Impfeffektivität lagen im Bereich zwischen 64 %¹⁹ und 94,1 %¹⁵; eine weitere Studie berichtete eine Inzidenzreduktion von 99 %.¹⁴ Auch hier stellt der Wert aus der Studie von Moustsen-Helms et al. aus Dänemark die mit Abstand niedrigste Schätzung dar, während die Mehrzahl der Studien im Bereich zwischen ca. 80 % und 90 % lag. Soweit beurteilbar, waren die

Effektschätzer bei älteren Personen denjenigen von jüngeren StudienteilnehmerInnen so ähnlich, dass ein systematischer Altersunterschied in der Effektivität kaum erkennbar war. Auch hier hatten der verwendete Impfstoff und das Studiendesign keinen wesentlichen Einfluss auf die errechnete Impfeffektivität.

3.2. Schutzwirkung der Impfung vor asymptomatischer Infektion

Von den o. g. 20 Studien untersuchten 6 Studien die Effektivität bei der Verhinderung von asymptomatischen SARS-CoV-2-Infektionen (s. Tab. 2). Die Studien wurden in Israel, den USA bzw. dem Vereinigten Königreich durchgeführt, eine weitere Studie (COVID-19 Vaccine Janssen) hatte ein multizentrisches Studiendesign mit Standorten in den USA, Südamerika und Südafrika. Die Studien schlossen zwischen 6.286 und mehr als 300.000 TeilnehmerInnen ein. Eine Studie war ein RCT und untersuchte den Impfstoff von Janssen, die übrigen waren Kohortenstudien und untersuchten den Impfstoff Comirnaty (BionTech/Pfizer) bzw. Comirnaty und COVID-19-Vaccine Moderna oder Vaxzevria.

In 4 Studien wurde die Effektivität nach der 1. Impfstoffdosis im Sinne einer unvollständigen Impfserie mit dem Impfstoff Comirnaty bzw. Comirnaty und COVID-19-Vaccine Moderna oder Vaxzevria untersucht.^{17,23–25} Hier lagen die Schätzer für die Verhinderung von asymptomatischen Infektionen zwischen 61 % und 79 %. Für den Impfstoff von Jans-

Studie (Quelle)	Land	Studiendesign	Studienpopulation	Alter	Zirkulierende Virusvariante	Impfstoff	Zeitpunkt der Analyse nach Dosis	Adjustierte Impfeffektivität (95 % KI)	
								Nach Dosis 1	Nach Dosis 2
1 Haas; ¹⁵ 24.03.2021	Israel	Kohortenstudie	Surveillance Daten (national); n=202.684 SARS-CoV-2-Infektionen; n=102.012 Ungeimpfte	≥15 Jahre	B.1.1.7 (93,9%)	Comirnaty	>7 Tage nach 2. Dosis	k. A.	90,4% (89,1–91,5)
2 Lumley; ¹⁷ 12.03.2021	UK	Kohortenstudie	Gesundheitspersonal: 13.109	Median: 39 Jahre (Spanne: 30–50)	B.1.1.7	Comirnaty; Vaxzevria	>14 Tage nach 1. Dosis >14 Tage nach 2. Dosis	64% (aIRR=0,36 (0,26–0,52))	85% (aIRR=0,15 (0,08–0,26))
3 Tande; ²³ 10.03.2021	USA	Retrospektive Kohortenstudie	Allgemeinbevölkerung; PatientInnen der Mayo-Kliniken (n=39.156)	≥18 Jahre	k. A.	Comirnaty; Moderna	>10 Tage nach 1. Dosis; >0 Tage nach 2. Dosis	79% (RR=0,21; 95% KI: 0,12–0,37%)	80% (RR=0,20; 95% KI: 0,09–0,44)
4 Jones; ²⁵ 08.04.2021	UK	Retrospektive Kohortenstudie	Gesundheitspersonal (n=8.776)	Erwachsene im Erwerbsalter	Hauptsächlich B.1.1.7	Comirnaty	≥12 Tage nach 1. Dosis	75%*	k. A.
5 Heyman; ²⁴ 03.03.2021	Israel	Retrospektive Kohortenstudie	Versicherte (n=6.286)	≥16 Jahre	Hauptsächlich B.1.1.7, zusätzlich B.1.351	Comirnaty	≥14 Tage nach 1. Dosis; ≥7 Tage nach 2. Dosis	61% (49–71%)	89% (82–94%)
6 EMA-Assessment report COVID-19 Vaccine Janssen; ²⁶ 11.03.2021	Multi-zentrisch (u. a. USA, Brasilien, Südafrika)	RCT (Phase 3-Zulassungsstudie)	Impfstoffgruppe (n=19.306); Placebogruppe (n=19.178)	≥18 Jahre	B.1.351; P.2; D614G-carrying "WT/ref"	COVID-19 Vaccine Janssen	14 Tage nach Dosis	74% (27,9–92,4%)	k. A.

Tab. 2 | Studien zur Schutzwirkung der Impfung vor asymptomatischer Infektion

* selbst berechnet

sen, der mit einem 1-Dosis-Schema zugelassen ist, wurde in der Zulassungsstudie eine Effektivität von 74 % ermittelt.²⁶ In vier Kohortenstudien, die auf Surveillance-,¹⁵ Versicherten-²⁴ bzw. Krankenhausdaten^{17,23} beruhten und daher breite Altersspannen untersuchten, lag die Effektivität gegen asymptomatische Infektionen nach der 2. Impfstoffdosis zwischen 80 % und 90 %.

3.3. Virusübertragung durch Menschen, die trotz Impfung PCR-positiv sind

Es liegen Studien vor, die die Viruslast bzw. -ausscheidung bei Personen untersucht haben, die trotz Impfung einen positiven PCR-Nachweis hatten. So wurden in der Zulassungsstudie zu Vaxzevria von AstraZeneca eingeschlossene TeilnehmerInnen auch auf Viruslast und Dauer der Ausscheidung untersucht. Dabei zeigte sich, dass Personen, die trotz Impfung infiziert wurden, eine signifikant geringere Viruslast (d. h. *Ct-Shift*) und auch eine im Durchschnitt um 1 Woche verkürzte Dauer eines

Virusnachweises (d. h. kürzeres *Shedding*) hatten.¹² Ganz ähnlich berichteten Shrotri et al.²¹ aus einer Kohortenstudie an PflegeheimbewohnerInnen im Vereinigten Königreich, dass es nach Impfung mit Comirnaty von BioNTech/Pfizer oder Vaxzevria von AstraZeneca zu einer geringeren Viruslast bei Infektionen kam, die ab dem 28. Tag nach Impfung auftraten. Auch in einer Studie aus Israel wurde eine deutliche Reduktion der Viruslast bei geimpften Personen nachgewiesen (*4-fold reduced*).²⁷ Eine solche Reduktion wird als Indikator einer verminderten Übertragbarkeit durch Geimpfte gewertet, da, wie in einer Studie aus Spanien nachgewiesen, die Viruslast einen Haupttreiber der Transmission darstellt.²⁸

3.4. Studien zu indirekten Effekten einer COVID-19-Impfung (Haushalte bzw. Bevölkerung)

Shah et al.²⁹ untersuchten im Rahmen einer Kohortenstudie an 144.525 MitarbeiterInnen im Gesund-

heitsdienst (*Health Care Workers*, HCW) in England und deren 194.362 Haushaltsangehörigen, ob bereits 14 Tage nach der ersten Impfstoffdosis (Comirnaty von BioNTech/Pfizer oder Vaxzevria von AstraZeneca) ein Effekt auf die Übertragung von SARS-CoV-2 innerhalb des Haushaltes (d. h. auf die ungeimpften Haushaltsmitglieder) nachweisbar war. Sie ermittelten, dass Haushaltsangehörige von geimpften HCW ein um mindestens 30% (Hazard Ratio: 0,70; 95% KI: 0,63–0,78%) vermindertes Risiko hatten, sich mit SARS-CoV-2 zu infizieren. Dies wird von den AutorInnen als Beleg dafür interpretiert, dass die Impfung die Transmission des Virus reduziert. Sie wiesen jedoch auch darauf hin, dass eine Ansteckung auch außerhalb des Haushaltes erfolgt sein könnte, so dass dieses einen eher konservativen Schätzer darstellt. Monge et al.¹⁸ untersuchten bei PflegeheimbewohnerInnen in Spanien, ob es in Heimen, in denen die Mehrzahl der BewohnerInnen und Pflegekräfte geimpft war (Comirnaty von BioNTech/Pfizer oder COVID-19-Vaccine Moderna), eine indirekte Protektion ungeimpfter BewohnerInnen gab. Sie ermittelten eine indirekte Impfeffektivität von 57,3% (95% KI: 48,0–66,3%) zur Verhinderung von Infektionen.

Erste Hinweise auf eine Reduktion der Transmission im Sinne der Ausbildung einer Herdenimmunität wurden in einer Studie aus Israel berichtet. Milman et al.³⁰ verglichen die Impfquoten (Comirnaty von BioNTech/Pfizer) in 223 Kommunen mit der Rate an positiven Tests in denselben Kommunen bei Kindern/Jugendlichen im Alter unter 16 Jahren, d. h. in einer Gruppe, die lt. Zulassung des Impfstoffs nicht geimpft werden kann. Sie ermittelten eine stark negative Korrelation zwischen beiden Variablen, d. h. je höher die Impfquote in der Altersgruppe ≥ 16 Jahre war, desto geringer war die Rate an positiven Tests in der Altersgruppe < 16 Jahre, was als erstes Anzeichen der Entstehung einer Herdenimmunität interpretiert werden kann.

3.5. Schutz vor Infektion bzw. asymptomatischer Infektion bei Vorliegen von besorgniserregenden Varianten (VOC)

Zur Frage, inwieweit die oben getroffenen Aussagen auch bei Infektionen mit VOC gelten, kann zunächst auf die in den Tabellen 1 und 2 dargestellten Daten zu den im Studienzeitraum bzw. am Studien-

ort zirkulierenden Varianten zurückgegriffen werden. In 10 von 20 Studien waren Angaben zur Virusvariante in den Publikationen verfügbar und wurden extrahiert. Sieben der 10 Studien bezogen sich (vorwiegend) auf die VOC B.1.1.7, nur 3 Studien enthielten Daten zu anderen Varianten. Wie aus den Tabellen ersichtlich, deuten die bisher vorliegenden Studien darauf hin, dass die Wirksamkeit gegen Infektionen bzw. asymptomatische Infektionen bei Vorliegen von B.1.1.7 gegenüber dem Wildtyp nicht abgeschwächt ist. Nachfolgend werden die Aussagen einzelner Studien beispielhaft illustriert und zu weiteren Datenquellen (z. B. Ausbruchsuntersuchungen) in Beziehung gesetzt.

B.1.1.7: Unter den Studien, die in Settings mit dominanter B.1.1.7-Zirkulation durchgeführt wurden, war bspw. die in England durchgeführte prospektive Kohortenstudie von Hall et al.¹⁶ Hier wurde eine Impfeffektivität von 86% (95% KI: 76–97%) gegen jegliche Infektion (mit und ohne klinische Symptomatik) bei mit zwei Dosen Comirnaty von BioNTech/Pfizer geimpftem seronegativem Gesundheitspersonal beobachtet. In derselben Studie wurde ermittelt, dass der Schutz vor Re-Infektion bei Personen nach durchgemachter Infektion in derselben Größenordnung lag (90%, 95% KI: 88–92%). Auch in der in Israel durchgeführten Fall-Kontroll-Studie von Dagan et al.¹¹ wurde die Impfeffektivität im Kontext einer dominanten Zirkulation von B.1.1.7 untersucht, deren Anteil zum Ende der Untersuchungsperiode auf 80% angestiegen war. Auch hier wurde eine sehr hohe Impfeffektivität ermittelt (92%, 95% KI: 88–95%). Die einzigen Daten, die eine verminderte Effektivität gegenüber dieser VOC berichten, kommen aus der Fortführung der Zulassungsstudie von Vaxzevria von AstraZeneca.¹² Hier muss allerdings hervorgehoben werden, dass der Effektschätzer aufgrund geringer Fallzahlen ein sehr weites, nicht signifikantes Konfidenzintervall aufweist und damit nur eingeschränkt aussagefähig ist.

B.1.351: Zur Abschätzung der Effektivität der COVID-19-Impfung gegen Infektionen mit der VOC B.1.351 gibt es bisher nur limitierte, z. T. indirekte Evidenz. Eine Studie in Südafrika zeigt eine deutlich reduzierte Wirksamkeit im Vergleich zum Wildtyp in Bezug auf die Verhinderung von symp-

tomatischen Erkrankungen bei PatientInnen, die mit Vaxzevria von AstraZeneca geimpft wurden.³¹ In welchem Umfang dies auch auf alle bzw. asymptomatische Infektionen zutrifft, ist unklar. Vorläufige Daten aus der Zulassungsstudie des Janssen-Impfstoffs könnten auf eine reduzierte Wirksamkeit gegen B.1.351 hindeuten, da die Effektivität an den Studienstandorten in Südafrika (wo diese VOC dominant war) auf 52,0 % (95 % KI: 30,3–67,4 %) verringert war, während sie an Standorten in den USA 74,4 % (95 % KI: 65,0–81,6 %) betrug.²⁶ Allerdings muss auch hier einschränkend hinzugefügt werden, dass sich diese Daten auf symptomatische Infektionen beziehen. Darüber hinaus gibt es indirekte Evidenz aus einer Studie, die in Israel Impfdurchbrüche untersuchte.³² In dieser Fall-Kontroll-Studie wurde bei etwa 1% (n=9) der untersuchten Sequenzen B.1.351 nachgewiesen. Davon waren 8 Impfdurchbrüche bei vollständig Geimpften (PCR-positiv ≥ 7 Tage nach der 2. Impfung) aufgetreten; ein weiterer Nachweis erfolgte bei einer ungeimpften Kontrollperson. Im Vergleich dazu waren in diesem Studienkollektiv 7 Impfdurchbrüche und 10 Infektionen bei ungeimpften Kontrollpersonen mit dem Wildtyp aufgetreten. Die Zirkulation dieser VOC war zum Studienzeitpunkt in dem Land nur wenig ausgeprägt.

4. Diskussion und Schlussfolgerung

Aus den oben zusammengefassten Studien kann geschlossen werden, dass nach derzeitiger Datenlage die Impfung gegen COVID-19 unabhängig vom verwendeten Impfstofftyp zu einer deutlichen Reduktion der SARS-CoV-2-Infektionen führt. Diese liegt nach vollständiger Impfserie in den bisher vorliegenden Studien im Bereich zwischen 80 und 90% und ist damit ähnlich hoch wie die Effektivität der Impfstoffe bei der Verhinderung von schwerem COVID-19.¹ Weitere Daten belegen, dass selbst bei Personen, die trotz Impfung PCR-positiv werden bzw. asymptomatisch infiziert sind, die Viruslast signifikant reduziert und die Virusausscheidung verkürzt ist. In der Gesamtschau legen die Daten damit nahe, dass die Impfung die Transmissionswahrscheinlichkeit in erheblichem Maß reduziert. Die Daten zeigen, dass die o.g. Reduktion der Infektionswahrscheinlichkeit auch auf Infektionen mit der VOC B.1.1.7 zutrifft. Für die übrigen VOC liegen

bisher nur wenige Daten oder nur indirekte Evidenz vor, die auf eine zumindest reduzierte Effektivität gegenüber der VOC B.1.351 schließen lassen.

4.1. Limitationen

Methodische Limitationen der vorliegenden Analyse ergeben sich v. a. aus der hochgradigen Dynamik des Publikationsgeschehens zur COVID-19-Impfung. Insbesondere nicht-randomisierte Studien (Beobachtungsstudien) zur *Real-World-Effectiveness* der Impfung erscheinen gegenwärtig in schneller Folge und in der Regel zunächst auf *Preprint*-Servern. Obwohl für die vorliegende Untersuchung systematisch die Einträge in 7 dieser Server ausgewertet wurden, kann nicht ausgeschlossen werden, dass weitere Studien auf anderen Servern oder Plattformen veröffentlicht wurden, die bisher keinen Eingang in einschlägige Datenbanken gefunden haben. Zu berücksichtigen ist außerdem, dass diese Publikationen (noch) keinen klassischen *Peer-Review*-Prozess durchlaufen haben, so dass fehlerhafte Ergebnisse nicht ausgeschlossen werden können. Dies kann auch dazu führen, dass zu einem späteren Zeitpunkt abweichende Fassungen derselben Studien veröffentlicht werden, wenn diese nachfolgend zur Publikation in einem Journal eingereicht werden und damit einen *Peer-Review*- und Korrekturprozess durchlaufen haben.³³ Weitere Limitationen resultieren daraus, dass die derzeit vorliegenden Studien nur aus einer vergleichsweise kleinen Anzahl von Ländern stammen, darunter v. a. solche, in denen bereits seit längerer Zeit ein COVID-19-Impfprogramm implementiert ist. In diesem Zusammenhang ist insbesondere bei der Bewertung der Studien aus Israel zu beachten, dass nicht auszuschließen ist, dass in diesen Studien teilweise überlappende Kohorten analysiert wurden, so dass die Effektschätzer ggf. keine komplett voneinander unabhängigen Stichproben darstellen. Aus diesem Grund erfolgte für die vorliegende Auswertung auch zunächst keine statistische Zusammenfassung der Ergebnisse im Sinne einer Meta-Analyse. Limitierend wirkt auch, dass die vorliegenden Studien überwiegend mit Comirnaty von BioNTech/Pfizer geimpfte Personen einschließen. Zu den anderen Impfstoffen lassen sich daher nur in begrenztem Umfang Aussagen treffen. Schließlich muss berücksichtigt werden, dass die bisher vorliegenden Studien nur vergleichsweise kurze Nachbeobach-

tungszeiträume nach der Impfung hatten, so dass über die Dauer des Effekts der COVID-19-Impfstoffe auf die Verhinderung von SARS-CoV-2-Infektionen und Virusübertragung noch keine Aussagen generiert werden können.

4.2. Relevanz der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Aus Public Health-Sicht erscheint das Risiko einer Virusübertragung nach gegenwärtigem Kenntnisstand sehr stark durch die Impfung reduziert, so dass davon ausgegangen werden kann, dass Geimpfte bei der Epidemiologie der Erkrankung keine wesentliche Rolle mehr spielen. Die hier vorliegenden Daten fließen in die Diskussion ein, ob Geimpfte von antiepidemischen Maßnahmen ausgenommen werden können. Das RKI hat bereits seine Empfehlungen zu Quarantänemaßnahmen nach Kontakt zu einer mit SARS-CoV-2 infizierten Person angepasst (vgl. dazu: [Kontaktpersonen-Nachverfolgung bei SARS-CoV-2-Infektionen](#). Stand: 30.4.2021).

Auch wenn das Risiko einer Infektion deutlich reduziert ist, so handelt es sich nicht um eine sog. sterile Immunität. Es muss davon ausgegangen werden, dass einige Menschen nach SARS-CoV-2-Exposition trotz Impfung PCR-positiv getestet wer-

den und potenziell das Virus auch weiterverbreiten können. Das Restrisiko einer Übertragung kann jedoch durch zusätzliche Maßnahmen (Einhalten der AHA+L-Regeln, Selbstisolierung bei Symptomen) zusätzlich reduziert werden.

Von welchen antiepidemischen Maßnahmen Geimpfte ausgenommen werden können, hängt unter anderem von der aktuellen Epidemiologie, der Umsetzbarkeit der Maßnahmen und der Impfquote in der Bevölkerung ab. Der Schutz der Impfung hinsichtlich Infektion und Erkrankung ist nach vorliegenden Daten bei den aktuell in Deutschland dominant zirkulierenden Virusvarianten nicht eingeschränkt. Ein kontinuierliches Monitoring von VOC und deren Effekt auf die Wirksamkeit der Impfstoffe ist jedoch dringend erforderlich und wird durch das RKI durchgeführt.

Zur Steigerung der Impfakzeptanz und Impfmotivation sollte neben dem individuellen Schutz der Impfung auch der Schutz von Personen in der privaten wie auch beruflichen Umgebung sowie die Aussicht, durch hohe Impfquoten die Virustransmission in der Bevölkerung zu minimieren und die Pandemie zu einem Ende zu bringen, in den Kommunikationsaktivitäten berücksichtigt werden.

Literatur

- 1 Vygen-Bonnet S, Koch J BC, Harder T, Heininger U, Kling K, Littmann M, Meerpohl J, Meyer H, Mertens T, Michaelis K, Schmid-Küpke N, Scholz S, Terhardt M, Treskova-Schwarzbach M, Überla K, van der Sande M, Waize M, Wichmann O, Wicker S, Wiedermann U, Wild V, von Kries R: Ständige Impfkommission (STIKO): Beschluss der STIKO zur 4. Aktualisierung der COVID-19-Impfempfehlung und die dazugehörige wissenschaftliche Begründung. *Epid Bull.* 2021;16:3-78.
- 2 Vogel A, Kanevsky I, Che Y, Swanson K, Muik A, Vormehr M, et al.: A prefusion SARS-CoV-2 spike RNA vaccine is highly immunogenic and prevents lung infection in non-human primates. Preprint online vorab am 8. September 2020 (zuletzt besucht am 21.12.2020). *bioRxiv.* 2020.
- 3 Mercado NB, Zahn R, Wegmann F, Loos C, Chandrashekar A, Yu J, et al.: Single-shot Ad26 vaccine protects against SARS-CoV-2 in rhesus macaques. *Nature.* 2020;586(7830):583-8.
- 4 Corbett KS, Flynn B, Foulds KE, Francica JR, Boyoglu-Barnum S, Werner AP, et al.: Evaluation of the mRNA-1273 Vaccine against SARS-CoV-2 in Nonhuman Primates. *N Engl J Med.* 2020;383(16):1544-55.
- 5 van Doremalen N, Lambe T, Spencer A, Belij-Rammerstorfer S, Purushotham JN, Port JR, et al.: ChAdOx1 nCoV-19 vaccination prevents SARS-CoV-2 pneumonia in rhesus macaques. *Nature.* 2020;Oct; 586 (7830):578-82.
- 6 Voysey M, Clemens SAC, Madhi SA, Weckx LY, Folegatti PM, Aley PK, et al.: Single dose administration,

- and the influence of the timing of the booster dose on immunogenicity and efficacy of ChAdOx1 nCoV-19 (AZD1222) vaccine. *The Lancet*. 2020;Preprint.
- 7 Amit S, Regev-Yochay G, Afek A, Kreiss Y, Leshem E: Early rate reductions of SARS-CoV-2 infection and COVID-19 in BNT162b2 vaccine recipients. *The Lancet*. 2021.
 - 8 Andrejko K, Pry J, Myers JF, Jewell NP, Openshaw J, Watt J, et al.: Early evidence of COVID-19 vaccine effectiveness within the general population of California. *medRxiv*. 2021:2021.04.08.21255135.
 - 9 Britton A, Slifka KMJ, Edens C, Nanduri SA, Bart SM, Shang N, et al.: Effectiveness of the Pfizer-BioNTech COVID-19 vaccine among residents of two skilled nursing facilities experiencing COVID-19 outbreaks – Connecticut, December 2020 – February 2021. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2021;70(11):396.
 - 10 Chodick G, Tene L, Patalon T, Gazit S, Tov AB, Cohen D, et al.: The effectiveness of the first dose of BNT162b2 vaccine in reducing SARS-CoV-2 infection 13-24 days after immunization: real-world evidence. *medRxiv*. 2021:2021.01.27.21250612.
 - 11 Dagan N, Barda N, Kepten E, Miron O, Perchik S, Katz MA, et al.: BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine in a Nationwide Mass Vaccination Setting. *N Engl J Med*. 2021.
 - 12 Emary KRW, Golubchik T, Aley PK, Ariani CV, Angus B, Bibi S, et al.: Efficacy of ChAdOx1 nCoV-19 (AZD1222) vaccine against SARS-CoV-2 variant of concern 202012/01 (B.1.1.7): an exploratory analysis of a randomised controlled trial. *Lancet*. 2021;397(10282):1351-62.
 - 13 Glampson B, Brittain J, Kaura A, Mulla A, Mercuri L, Brett S, et al.: North West London Covid-19 Vaccination Programme: Real-world evidence for Vaccine uptake and effectiveness. *medRxiv*. 2021:2021.04.08.21254580.
 - 14 Guijarro C, Galán I, Martínez-Ponce D, Pérez-Fernández E, José Goyanes M, Castilla V, et al.: Dramatic drop of new SARS-CoV-2 infections among health care workers after the first dose of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine. *medRxiv*. 2021:2021.03.24.21254238.
 - 15 Haas EJ, Angulo FJ, McLaughlin JM, Anis E, Singer SR, Khan F, et al.: Nationwide Vaccination Campaign with BNT162b2 in Israel Demonstrates High Vaccine Effectiveness and Marked Declines in Incidence of SARS-CoV-2 Infections and COVID-19 Cases, Hospitalizations, and Deaths. 2021.
 - 16 Hall VJ, Foulkes S, Saei A, Andrews N, Oguti B, Charlett A, et al.: Effectiveness of BNT162b2 mRNA Vaccine Against Infection and COVID-19 Vaccine Coverage in Healthcare Workers in England, Multi-centre Prospective Cohort Study (the SIREN Study).
 - 17 Lumley SF, Rodger G, Constantinides B, Sanderson N, Chau KK, Street TL, et al.: An observational cohort study on the incidence of SARS-CoV-2 infection and B.1.1.7 variant infection in healthcare workers by antibody and vaccination status. *medRxiv*. 2021:2021.03.09.21253218.
 - 18 Monge S, Olmedo C, Alejos B, Lapeña MF, Sierra MJ, Limia A: Direct and indirect effectiveness of mRNA vaccination against SARS-CoV-2 infection in long-term care facilities in Spain. *medRxiv*. 2021:2021.04.08.21255055.
 - 19 Moustsen-Helms IR, Emborg H-D, Nielsen J, Nielsen KF, Krause TG, Molbak K, et al.: Vaccine effectiveness after 1st and 2nd dose of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine in long-term care facility residents and healthcare workers – a Danish cohort study. *MedRxiv*. 2021.
 - 20 Pawlowski C, Lenehan P, Puranik A, Agarwal V, Venkatakrisnan A, Niesen MJ, et al.: FDA-authorized COVID-19 vaccines are effective per real-world evidence synthesized across a multi-state health system. *MedRxiv*. 2021.
 - 21 Shrotri M, Krutikov M, Palmer T, Giddings R, Azmi B, Subbarao S, et al.: Vaccine Effectiveness of the First Dose of ChAdox1 nCOV-19 and BNT162b2 Against SARS-CoV-2 Infection in Residents of Long Term Care Facilities (VIVALDI Study). 2021.
 - 22 Thompson MG, Burgess JL, Naleway AL, Tyner HL, Yoon SK, Meece J, et al.: Interim Estimates of Vaccine Effectiveness of BNT162b2 and mRNA-1273 COVID-19 Vaccines in Preventing SARS-CoV-2 Infection Among Health Care Personnel, First Responders, and Other Essential and Frontline Workers – Eight US Locations, December 2020 – March 2021. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2021;70(13):495.
 - 23 Tande AJ, Pollock BD, Shah ND, Farrugia G, Virk A, Swift M, et al.: Impact of the COVID-19 vaccine on asymptomatic infection among patients undergoing pre-procedural COVID-19 molecular screening.

Clinical Infectious Diseases: an Official Publication of the Infectious Diseases Society of America. 2021.

- 24 Heymann AD, Zacay G, Shasha D, Bareket R, Kadim I, Sikron FH, et al.: BNT162b2 Vaccine Effectiveness in Preventing Asymptomatic Infection with SARS-CoV-2 Virus: A Nationwide Historical Cohort Study. Available at SSRN 3796868.
- 25 Jones NK, Rivett L, Seaman S, Samworth RJ, Warne B, Workman C, et al.: Single-dose BNT162b2 vaccine protects against asymptomatic SARS-CoV-2 infection. *Elife*. 2021;10.
- 26 European Medicines Agency. Assessment report – COVID-19 Vaccine Janssen; Webseite zuletzt besucht am 06.04.2021. 2021.
- 27 Levine-Tiefenbrun M, Yelin I, Katz R, Herzel E, Golan Z, Schreiber L, et al.: Decreased SARS-CoV-2 viral load following vaccination. 2021. Als Preprint vom 08. Februar 2021 verfügbar unter <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.02.06.21251283v1.full.pdf> (zuletzt aufgesucht am 17.03.2021). medRxiv.2021.02.06.21251283.
- 28 Marks M, Millat-Martinez P, Ouchi D, Roberts Ch, Alemany A, Corbacho-Monné M, et al.: Transmission of COVID-19 in 282 clusters in Catalonia, Spain: a cohort study. *The Lancet Infectious Diseases*. 2021;21(5):629-36.
- 29 Shah AS, Gribben C, Bishop J, Hanlon P, Caldwell D, Wood R, et al.: Effect of vaccination on transmission of COVID-19: an observational study in health-care workers and their households. *MedRxiv*. 2021.
- 30 Milman O, Yelin I, Aharony N, Katz R, Herzel E, Ben-Tov A, et al.: SARS-CoV-2 infection risk among unvaccinated is negatively associated with community-level vaccination rates. *MedRxiv*. 2021.
- 31 Madhi SA, Baillie V, Cutland CL, Voysey M, Koen AL, Fairlie L, et al.: Safety and efficacy of the ChAdOx1 nCoV-19 (AZD1222) Covid-19 vaccine against the B.1.351 variant in South Africa. *medRxiv*. 2021:2021.02.10.21251247.
- 32 Kustin T, Harel N, Finkel U, Perchik S, Harari S, Tahor M, et al.: Evidence for increased breakthrough rates of SARS-CoV-2 variants of concern in BNT162b2 mRNA vaccinated individuals. *medRxiv*. 2021:2021.04.06.21254882.
- 33 <https://doi.org/10.1101/2021.04.12.21255329>

Autorinnen und Autoren

Dr. Thomas Harder | Dr. Judith Koch | Dr. Sabine Vygen-Bonnet | Stefan Scholz | Antonia Pilic | Sarah Reda | PD Dr. Ole Wichmann

Robert Koch-Institut, Fachgebiet Impfprävention

Korrespondenz: HarderT@rki.de

Vorgeschlagene Zitierweise

Harder T, Koch J, Vygen-Bonnet S, Scholz S, Pilic A, Reda S, Wichmann O: Wie gut schützt die COVID-19-Impfung vor SARS-CoV-2-Infektionen und SARS-CoV-2-Transmission? – Systematischer Review und Evidenzsynthese

Epid Bull 2021;19:13-23 | DOI 10.25646/8442

(Dieser Artikel ist online vorab am 6. Mai 2021 erschienen.)

Interessenkonflikt

Alle Autorinnen und Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.