

Bericht

über die Erstellung einer strukturierten Literaturrecherche zur Rolle der Geimpften am SARS-CoV-2-Pandemiegeschehen

31.10.21

1 Zusammenfassung

Relativ viele Studien und einige Metaanalysen berichten über die Wirksamkeit der Impfstoffe von AstraZeneca, BioNTech und Moderna. Studien zum Impfstoff von Johnson sind dagegen rar. Alle folgenden Ergebnisse und Betrachtungen beziehen sich eine vollständige Grundimmunisierung.

Wirksamkeit der Impfung. Vor dem Auftreten der Delta-Variante schützte die AstraZeneca-Impfung zu weniger als 80% vor einer Infektion, die BioNTech- und Moderna-Impfungen aber zu 80 bis 95%. Berücksichtigt man zusätzlich, dass auch die Infektiosität von infizierten Geimpften um etwa **40% niedriger** ist als bei infizierten Ungeimpften [26], so ist der Schutz der Impfung vor der Übertragung der Infektion sogar noch größer. Der Schutz der Impfung vor einer Infektion mit der Delta-Variante liegt für alle Impfstoffe niedriger und liegt im Bereich von **51 bis 87%**. In den hier durchgeführten Berechnungen werden Wirksamkeitswerte von 60% (pessimistisch), 70% (mittlerer Wert) und 80% (optimistisch) verwendet. Der Schutz der Impfung vor Erkrankung mit der Delta-Variante liegt im Bereich von **56 bis 86%**. Der Schutz vor sehr schweren Erkrankungen, Hospitalisierungen und Todesfällen durch die Delta-Variante liegt sogar bei **90 bis 100%**. Generell ist der Schutz älterer und multimorbider Patienten geringer als der von gesunden und jungen Patienten, was möglicherweise durch eine Auffrischungsimpfung verbessert werden könnte.

Infektionsquellen. Auch wenn es weit mehr geimpfte Personen in der Bevölkerung gibt als ungeimpfte, so wird doch die **Übertragungssituation durch die Ungeimpften dominiert**: Von der ungeimpften Minderheit gehen (je nach Annahme zur Wirksamkeit der Impfung) etwa **64 bis 78%** aller Infektionen aus.

Benötigte Durchimpfung. Wenn die optimistische Impfwirksamkeit zutrifft, müssten 86,9% der gesamten Bevölkerung geimpft sein, damit sich die Delta-Variante in einer Bevölkerung, in der 15% von einer Infektion genesen sind, selbst dann nicht weiter ausbreiten kann, wenn alle Kontakteinschränkungen aufgehoben würden. Bei der mittleren Impfwirksamkeit müssten es 93,3% sein und bei der pessimistischen Impfwirksamkeit müsste die Bevölkerung restlos geimpft werden. Wenn nur 70 bis 80% der Bevölkerung geimpft sind, kann die nötige Herdenimmunität aber trotzdem innerhalb eines Jahres erreicht werden, wenn wöchentlich 400 bis 800 Infektionen (das ist nicht identisch mit der gemeldeten Erkrankunginzidenz) pro 100.000 Einwohner stattfinden.

Booster-Impfungen. Auffrischungs-Impfungen nach einer abgeschlossenen Grundimmunisierung können helfen, um ältere und multimorbide Patienten vor einer Erkrankung zu schützen und um Ausbrüche in Alten- und Pflegeheimen zu vermindern; in Bezug auf die Übertragungssituation in der Gesamtbevölkerung würden sie aber eher einen marginalen Effekt erzielen.

2 Zusammenfassung der Literaturbefunde

2.1 Impfwirksamkeit gegen SARS-CoV-2-Infektion

Die Zusammenfassung der Ergebnisse aus Tabelle 1 ergibt:

AstraZeneca: Die Impfwirksamkeit gegen Infektion lag vor Auftreten der Delta-Variante bei 51-79%; gegen die Delta-Variante wurden **67%** berichtet (diese Werte beruhen auf wenigen Studien).

BioNTech: Die Impfwirksamkeit gegen Infektion lag vor Auftreten der Delta-Variante bei 77-95%; gegen die Delta-Variante wurden **54-80%** berichtet.

Johnson: Die Impfwirksamkeit gegen Infektion lag vor Auftreten der Delta-Variante bei etwa 60% (dieser Wert beruht auf einer Studie).

Moderna: Die Impfwirksamkeit gegen Infektion lag vor Auftreten der Delta-Variante bei 82-100%; gegen die Delta-Variante wurden **51-87%** berichtet.

Für ältere und multimorbide Patienten ist die Wirksamkeit um 9-23 Prozentpunkte niedriger als für jüngere gesunde Patienten.

In der Beurteilung des Einflusses der Impfung auf das SARS-CoV-2-Panemiegeschehen werden für die Wirksamkeit der Impfung gegen Infektionen mit der Delta-Variante drei verschiedene Werte verwendet: pessimistische Variante: 60%, mittlere Variante: 70%, optimistische Variante: 80%.

2.2 Impfwirksamkeit gegen COVID-19-Erkrankung

Die Zusammenfassung der Ergebnisse aus Tabelle 2 ergibt:

AstraZeneca: Die Impfwirksamkeit gegen COVID-19-Erkrankung lag vor Auftreten der Delta-Variante bei 63%; gegen eine Mischung aus Alpha- und Delta-Variante wurde eine Wirksamkeit von **67%** berichtet (diese Werte beruhen auf wenigen Studien).

BioNTech: Die Impfwirksamkeit gegen COVID-19-Erkrankung lag vor Auftreten der Delta-Variante bei 94-95%; gegen eine Mischung aus Alpha- und Delta-Variante wurden 88% und gegen die Delta-Variante wurden **56%** berichtet.

Moderna: Die Impfwirksamkeit gegen COVID-19-Erkrankung lag vor Auftreten der Delta-Variante bei 94%; gegen die Delta-Variante wurden **86%** berichtet.

Für ältere und multimorbide Patienten ist die Wirksamkeit um 4-8 Prozentpunkte niedriger als für jüngere gesunde Patienten.

2.3 Impfwirksamkeit gegen schwere, sehr schwere oder tödliche COVID-19-Erkrankungen

Die Zusammenfassung der Ergebnisse aus Tabelle 3 ergibt:

BioNTech: Die Impfwirksamkeit gegen schwere, sehr schwere oder tödliche COVID-19-Erkrankung lag vor Auftreten der Delta-Variante bei 86-100%; gegen die Delta-Variante wurden **90-100%** berichtet.

Moderna: Die Impfwirksamkeit gegen schwere, sehr schwere oder tödliche COVID-19-Erkrankung lag vor Auftreten der Delta-Variante bei 86-100%; gegen die Delta-Variante wurden **98-100%** berichtet (diese Werte beruhen auf wenigen Studien).

Für ältere und multimorbide Patienten ist die Wirksamkeit um 0-12 Prozentpunkte niedriger als für jüngere gesunde Patienten.

3 Anhang

3.1 Abkürzungen

3.1.1 Namen, Abkürzungen und Angaben zu zugelassenen Impfstoffen

AstraZeneca	ChAdOx1-S; AZD1222; Vektor-basiert; von AstraZeneca/Oxford University
BioNTech	Pfizer-BioNTech mRNA-Impfung; BNT162b2; mRNA-Impfstoff
HB02	BBIBP-CorV; inaktivierter Impfstoff des Beijing Inst of Biol. Prod.
Moderna	mRNA-1273; mRNA-Impfstoff
Sinovac	CoronaVac; inaktivierter Impfstoff
Sputnik	Sputnik V, Gam-COVID-Vac; Vektor-basiert
WIV04	inaktivierter Impfstoff des Beijing Inst of Biol. Prod.

Ad26.COV2.S
BBV152

3.1.2 Sonstige Abkürzungen

adj.	adjustiert
CI	Konfidenzintervall (wenn nicht anders angegeben: 95%-Konfidenzintervall)
HCW	Health Care Workers
OR	Odds Ratio (Chancenquotient)
RR	Relatives Risiko

3.1.3 Allgemeine Informationen zu Varianten

Alpha	B.1.1.7
Beta	B.1.351
Gamma	P.1 (B.1.1.28.1)
Delta	B.1.617.2 AY
R1	Variante in US-Altenheim; heute von Delta verdrängt, nicht mehr verbreitet

3.2 Tabellarische Zusammenfassungen

Tabelle 1. Impfwirksamkeit gegen SARS-CoV-2-Infektion. Ergebnisse für die Delta-Variante (δ) sind hellrot markiert, Ergebnisse für in Deutschland nicht relevante Varianten sind blau markiert. CI: 95%-Konfidenzintervall.

AstraZeneca	50,9% (CI 41-59)	UK, Okt 20 – Jan 21	[5]
	79% (CI 65-88)	UK, Dez 20 – Mai 21 Haushaltsübertragungsstudie	[15]
	18-34 Jahre: 73% (CI 65-80) 35-64 Jahre: 54% (CI 40-65) gegen α : 79% (CI 56-90) gegen δ : 67% (CI 62-71)	UK, Mai – Aug 21	[9]
BioNTech	gegen α : 89,5% (CI 85,9-92,3) gegen β : 75% (CI 70,5-78,9)	Qatar, Dez 20 – Mrz 21	[52]
	92% (CI 88-95)	Israel, Dez 20 – Jan 21	[6]
	Personal: 80% (CI 77-83) 65+ Jahre: 86% (CI 78-91) multimorbide: 71% (CI 58-80) Altenheimbewohner: 53% (CI 29-69)	Dänemark, Dez 20 – Apr 21	[45]
	gegen α : 89,5% (CI 85,9-92,3) gegen β : 75,0% (CI 70,5-78,9)	Qatar, Jan – Mrz 21	[8]
	88,7% (CI 68,4-97,1)	USA, Jan 20 – Aug 21	[10]
	80% (CI 73-85%)	UK, Dez 20 – Mai 21 Haushaltsübertragungsstudie	[15]
	90%	Israel, Dez 20 – Feb 21	[17]
	91,5% (CI 90,7-92,2)	Israel, Jan – Mrz 21	[18]
	93% (CI 78-98)	USA, Dez 20 – Apr 21	[19]
	78,1% (CI 71,1-82,0)	USA; Jan – Mrz 21	[21]
	Incidence Rate Ratio 0,1 (CI 0,04-0,22)	USA, Dez 20 – Mrz 21	[22]
	gegen R1: 66,2% (CI 40,5-80,8)	USA, Jan – Mrz 21	[23]
	89% (CI 82-94)	Israel, Jan – Feb 21	[24]
	95,1% (CI 62,4-99,4)	Italien, Dez 20 – Mrz 21	[25]
	80,5% (CI 78,9-82,1)	Israel, Jun 20 – Mrz 21 Haushaltsübertragungsstudie	[26]
	gegen δ : 59,6% (CI 50,7-66,9)	Qatar, Mrz – Jul 21	[28]
	haupts. gegen δ : 52,4% (CI 48,0-56,4)	Jun – Aug 21	[29]
	86,1% (CI 82,4-89,1)	USA, Dez 20 – Apr 21	[10]
	18-34 Jahre: 90% (CI 85-93) 35-64 Jahre: 77% (CI 63-85) gegen δ : 80% (CI 77-83)	UK, Mai – Aug 21	[9]
	gegen α : 89,5% gegen β : 75,0%	Qatar	[50]
gegen δ : 53,5% (CI 43,9-61,4)	Qatar, Dez 20 – Jul 21	[48]	
Johnson	59,7% (CI 32,8-76,6)	Sept 20 – Jan 21	[3]
Moderna	82% (CI 20-96)	USA, Dez 20 – Apr 21	[20]
	91,2% (CI 80,6-96,1)	USA, Jan – Mrz 21	[21]
	gegen δ : 86,1% (CI 78,0-91,3)	Qatar, Mrz – Jul 21	[28]
	haupts. gegen δ : 50,6% (CI 45,0-55,7)	Jun – Aug 21	[29]
	93,3% (CI 85,7-97,4)	USA, Dez 20 – Apr 21	[10]
	gegen α : 100% gegen β : 96,4%	Qatar	[49] [50]
	gegen δ : 84,8% (CI 75,9-90,8)	Qatar, Dez 20 – Jul 21	[48]
	gegen α : 98,4% (CI 96,9-99,1) gegen δ : 86,7% (CI 84,3-88,7) 18-64 Jahre: 97,9% (CI 85,5-89,9) 65+ Jahre: 75,2% (CI 59,6-84,8) kurz nach Impf.: 94,1% (CI 90,5-96,3) 151-180d nach: 80,0% (CI 70,2-86,6)	USA, Jan – Jul 21	[53]

Tabelle 2. Impfwirksamkeit gegen COVID-19-Erkrankung. Ergebnisse für die Delta-Variante (δ) sind hellrot oder dunkelrot (Mischergebnisse) markiert. CI: 95%-Konfidenzintervall; RR: Risk ratio.

AstraZeneca	RR 0,37 (CI 0,29-0,49)	2 Studien: UK, Mai – Okt 20, und Brasilien + Süd-Afrika, Apr – Nov 20	[33] [34]
	gegen α oder δ : 67,0% (CI 61,3-71,8)	England, Apr – Mai 21	[27]
BioNTech	RR 0,05 (CI 0,02-0,10)	2 Studien: USA, Mai – Jun 20, und USA + Argentinien + Brasilien + Süd-Afrika, Jul – Nov 20	[35] [36]
	94% (CI 87-98)	Israel, Dez 20 – Jan 21	[6]
	gegen α oder δ : 88,0% (CI 85,3-90,1) gegen δ : 56,1% (CI 41,1-67,2)	England, Apr – Mai 21 Qatar, Dez 20 – Jul 21	[27] [48]
Johnson			
Moderna	insgesamt: 94,1% (CI 89,3-96,8) 18-65 Jahre: 95,6% (CI 90,6-97,9) 66+ Jahre: 86,4% (CI 61,4-95,2) ohne Risiko: 95,1% (CI 89,6-97,7) mit Risiko: 90,9% (CI 74,7-96,7)	USA, Jul – Okt 20	[3]
	RR 0,06 (CI 0,03-0,11)	USA, Jul – Nov 20	[37]
	gegen δ : 85,8% (CI 70,6-93,9)	Qatar, Dez 20 – Jul 21	[48]

Tabelle 3. Impfwirksamkeit gegen schwere, sehr schwere und tödliche COVID-19-Erkrankungen. Ergebnisse für die Delta-Variante (δ) sind hellrot markiert, Ergebnisse für in Deutschland nicht relevante Varianten sind blau markiert. CI: 95%-Konfidenzintervall.

AstraZeneca			
BioNTech	gegen α : 100% (CI 81,7-100) gegen β : 100% (CI 73,7-100)	Qatar, Dez 20 – Mrz 21	[52]
	Hospitalisierung: 87% (CI 55-100) schwere Erkrank.: 92% (CI 75-100) 16-39 Jahre: 94% (CI 87-97) 40-69 Jahre: 90% (CI 82-95) 70+ Jahre: 95% (CI 87-100) 0 Vorerkrankungen: 91% (CI 83-96) 1 Vorerkrankung: 95% (CI 88-98) 2+ Vorerkrankungen: 86% (CI 72-95)	Israel, Dez 20 – Jan 21	[6]
	Wirksamkeit gegen Hospitalisierung 65+ Jahre: 87% (CI 70-95) multimorbide: 81% (CI 49-93) Altenheimbew.: 75% (CI 46-89)	Dänemark, Dez 20 – Apr 21	[45]
	gegen. Hospit.: 88,8% (CI 75,5-95,7) gegen Intensiv.: 100% (CI 51,4-100)	USA, Dez 20 – Apr 21	[10]
	gegen δ : 89,7% (CI 61,0-98,1)	Qatar, Dez 20 – Jul 21	[48]
	gegen tödlichen Verlauf: 65+ Jahre: 97% (CI 88-99) Altenheimbew.: 89% (CI 81-93)	Dänemark, Dez 20 – Apr 21	[45]
	Johnson		
Moderna	gegen. Hospit.: 86% (CI 71,6-93,9) gegen Intensiv.: 100% (CI 43,3-100)	USA, Dez 20 – Apr 21	[10]
	gegen δ : 100% (CI 41,2-100)	Qatar, Dez 20 – Jul 21	[48]
	gegen δ (Hosp.): 97,6% (92,8-99,2)	USA, Jan – Jul 21	[53]

3.3 Literaturliste

1. Mostaghimi D, Valdez CN, Larson HT, Kalinich CC, Iwasaki A. Prevention of host-to-host transmission by SARS-CoV-2 vaccines. *Lancet Infect Dis* 2021. Published Online September 14, 2021. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00472-2](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00472-2).
2. US Food and Drug Administration. Briefing document FDA. Moderna COVID-19 vaccine. 2020. <https://www.fda.gov/media/144453/download> (accessed Jul 8, 2021). Zitiert aus [1].
3. Baden LR, El Sahly HM, Essink B, et al. Efficacy and safety of the mRNA-1273 SARS-CoV-2 vaccine. *N Engl J Med* 2021; 384: 403–16.
4. US Food and Drug Administration. Briefing document FDA. Janssen Ad26.COV2.S vaccine for the prevention of COVID-19. 2021. <https://www.fda.gov/media/146217/download> (accessed Jul 8, 2021). Zitiert aus [1].
5. Emary KRW, Golubchik T, Aley PK, 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: 1351–62. Zitiert aus [1].
6. Dagan N, Barda N, Kepten E, et al. BNT162b2 mRNA Covid-19 vaccine in a nationwide mass vaccination setting. *N Engl J Med* 2021; 384: 1412–23.
7. Hall VJ, Foulkes S, Saei A, et al. COVID-19 vaccine coverage in health-care workers in England and effectiveness of BNT162b2 mRNA vaccine against infection (SIREN): a prospective, multicentre, cohort study. *Lancet* 2021; 397: 1725–35. Zitiert aus [1].
8. Abu-Raddad LJ, Chemaitelly H, Butt AA. Effectiveness of the BNT162b2 Covid-19 vaccine against the B.1.1.7 and B.1.351 variants. *N Engl J Med* 2021; 385: 187–89. Zitiert aus [1].
9. Tande AJ, Pollock BD, Shah ND, et al. Impact of the COVID-19 vaccine on asymptomatic infection among patients undergoing pre-procedural COVID-19 molecular screening. *Clin Infect Dis* 2021; published online March 10. <https://doi.org/10.1093/cid/ciab229>.
10. Pawlowski C, Lenehan P, Puranik A, et al. FDA authorized mRNA COVID-19 vaccines are effective per real-world evidence synthesized across a multistate health system. *Med (NY)* 2021;2: 979–92.e8.
11. Jones NK, Rivett L, Seaman S, et al. Single-dose BNT162b2 vaccine protects against asymptomatic SARS-CoV-2 infection. *eLife* 2021; 10: e68808. Zitiert aus [1].
12. Daniel W, Nivet M, Warner J, Podolsky DK. Early evidence of the effect of SARS-CoV-2 vaccine at one medical center. *N Engl J Med* 2021; 384: 1962–63. Zitiert aus [1].
13. Keehner J, Horton LE, Pfeffer MA, et al. SARS-CoV-2 infection after vaccination in health care workers in California. *N Engl J Med* 2021; 384: 1774–75.
14. Benenson S, Oster Y, Cohen MJ, Nir-Paz R. BNT162b2 mRNA Covid-19 vaccine effectiveness among health care workers. *N Engl J Med* 2021; 384: 1775–77. Zitiert aus [1].
15. Pritchard E, Matthews PC, Stoesser N, Eyre DW, Gethings O, Vihta KD, Jones J, House T, VanSteenHouse H, Bell I, Bell JI, Newton JN, Farrar J, Diamond I, Rourke E, Studley R, Crook D, Peto TEA, Walker AS, Pouwels KB. Impact of vaccination on new SARS-CoV-2 infections in the United Kingdom. *Nat Med*.
16. White EM, Yang X, Blackman C, Feifer RA, Gravenstein S, Mor V. 1 62 Incident SARS-CoV-2 infection among mRNA-vaccinated and unvaccinated nursing home residents. *N Engl J Med* 2021; 385: 474–76. Zitiert aus [1].

17. Angel Y, Spitzer A, Henig O, et al. Association between vaccination with BNT162b2 and incidence of symptomatic and asymptomatic 5 SARS-CoV-2 infections among health care workers. *JAMA* 2021; 325: 2457–65. Zitiert aus [1].
18. Haas EJ, Angulo FJ, McLaughlin JM, et al. Impact and effectiveness of mRNA BNT162b2 vaccine against SARS-CoV-2 infections and 64 COVID-19 cases, hospitalisations, and deaths following a nationwide vaccination campaign in Israel: an observational study using national surveillance data. *Lancet* 2021; 397: 1819–29. Zitiert aus [1].
19. Thompson MG, Burgess JL, Naleway AL, et al. Prevention and attenuation of Covid-19 with the BNT162b2 and mRNA-1273 vaccines. *N Engl J Med* 2021; 385: 320–29. Zitiert aus [1].
20. Harris RJ, Hall JA, Zaidi A, Andrews NJ, Dunbar JK, Dabrera G. Effect of vaccination on household transmission of SARS-CoV-2 in England. *N Engl J Med* 2021; 385: 759–60.
21. Swift MD, Breeher LE, Tande AJ, et al. Effectiveness of mRNA 67 COVID-19 vaccines against SARS-CoV-2 infection in a cohort of healthcare personnel. *Clin Infect Dis* 2021; published online April 26. <https://doi.org/10.1093/cid/ciab361>. Zitiert aus [1].
22. Tang L, Hijano DR, Gaur AH, et al. Asymptomatic and symptomatic SARS-CoV-2 infections after BNT162b2 vaccination in a routinely screened workforce. *JAMA* 2021; 325: 2500–02. Zitiert aus [1].
23. Cavanaugh AM, Fortier S, Lewis P, et al. COVID-19 outbreak associated with a SARS-CoV-2 R.1 lineage variant in a skilled nursing facility after vaccination program—Kentucky, March 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2021; 70: 639–43. Zitiert aus [1].
24. Zacay G, Shasha D, Bareket R, et al. BNT162b2 vaccine effectiveness in preventing asymptomatic infection with SARS-CoV-2 virus: a nationwide historical cohort study. *Open Forum Infect Dis* 2021; 8: ofab262.
25. Fabiani M, Ramigni M, Gobetto V, Mateo-Urdiales A, Pezzotti P, Piovesan C. Effectiveness of the Comirnaty (BNT162b2, BioNTech/ Pfizer) vaccine in preventing SARS-CoV-2 infection among healthcare workers, Treviso province, Veneto region, Italy, 27 December 2020 to 24 March 2021. *Euro Surveill* 2021; 26: 2100420. Zitiert aus [1].
26. Prunas O, Warren JL, Crawford FW, Gazit S, Patalon T, Weinberger DM, Pitzer VE. Vaccination with BNT162b2 reduces transmission of SARS-CoV-2 to household contacts in Israel. *medRxiv*. 2021 Jul 16 (preprint).
27. Bernal JL, Andrews N, Gower C, Gallagher E, Simmons R, Thelwall S, Stowe J, Tessier E, Groves N, Dabrera G, Myers R. Effectiveness of Covid-19 vaccines against the B. 1.617. 2 (Delta) variant. *New England Journal of Medicine*. 2021 Aug 12. Zitiert aus [1].
28. Tang P, Hasan MR, Chemaitelly H, Yassine HM, Benslimane F, Al Khatib HA, Al-Mukdad S, Coyle P, Ayoub HH, Al Kanaani Z, Al Kuwari E. BNT162b2 and mRNA-1273 COVID-19 vaccine effectiveness against the Delta (B. 1.617. 2) variant in Qatar. *medRxiv*. 2021 Aug 31. Zitiert aus [1].
29. Nanduri S. Effectiveness of Pfizer-BioNTech and Moderna vaccines in preventing SARS-CoV-2 infection among nursing home residents before and during widespread circulation of the SARS-CoV-2 B. 1.617. 2 (Delta) Variant—National Healthcare Safety Network, March 1–August 1, 2021. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2021;70 (accessed Sept 2, 2021). Zitiert aus [1].

30. Elliott P, Haw D, Wang H, Eales O, Walters C, Ainslie K, Atchison C, Fronterre C, Diggle P, Page A, Trotter A. REACT-1 round 13 final report: exponential growth, high prevalence of SARS-CoV-2 and vaccine effectiveness associated with Delta variant in England during May to July 2021. Zitiert aus [1].
31. Public Health England. SARS-CoV2 susceptibility and transmission risk in children: an overview of current evidence from PHE surveillance work, 19 August 2020. 2020 (<https://www.gov.uk/government/publications/phe-sars-cov2-susceptibility-and-transmission-risk-in-children-an-overview-of-current-evidence-from-phe-surveillance-work-19-august-2020>), accessed Oct 30 2021.
32. Cheng H, Peng Z, Luo W, Si S, Mo M, Zhou H, Xin X, Liu H, Yu Y. Efficacy and Safety of COVID-19 Vaccines in Phase III Trials: A Meta-Analysis. *Vaccines (Basel)*. 2021 Jun 1;9(6):582. doi: 10.3390/vaccines9060582. PMID: 34206032; PMCID: PMC8228087.
33. Ramasamy, M.N.; Minassian, A.M.; Ewer, K.J.; Flaxman, A.L.; Folegatti, P.M.; Owens, D.R.; Voysey, M.; Aley, P.K.; Angus, B.; Babbage, G.; et al. Safety and immunogenicity of ChAdOx1 nCoV-19 vaccine administered in a prime-boost regimen in young and old adults (COV002): A single-blind, randomised, controlled, phase 2/3 trial. *Lancet* 2021, 396, 1979–1993. Zitiert aus [32].
34. Voysey, M.; Costa Clemens, S.A.; Madhi, S.A.; Weckx, L.Y.; Folegatti, P.M.; Aley, P.K.; Angus, B.; Baillie, V.L.; Barnabas, S.L.; Bhorat, Q.E.; 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: A pooled analysis of four randomised trials. *Lancet* 2021, 397, 881–891. Zitiert aus [32].
35. Walsh, E.E.; Frenck, R.W., Jr.; Falsey, A.R.; Kitchin, N.; Absalon, J.; Gurtman, A.; Lockhart, S.; Neuzil, K.; Mulligan, M.J.; Bailey, R.; et al. Safety and Immunogenicity of Two RNA-Based Covid-19 Vaccine Candidates. *N. Engl. J. Med.* 2020, 383, 2439–2450. Zitiert aus [32].
36. Polack, F.P.; Thomas, S.J.; Kitchin, N.; Absalon, J.; Gurtman, A.; Lockhart, S.; Perez, J.L.; Pérez Marc, G.; Moreira, E.D.; Zerbini, C.; et al. Safety and Efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine. *N. Engl. J. Med.* 2020, 383, 2603–2615. Zitiert aus [32].
37. Baden, L.R.; El Sahly, H.M.; Essink, B.; Kotloff, K.; Frey, S.; Novak, R.; Diemert, D.; Spector, S.A.; Rouphael, N.; Creech, C.B.; et al. Efficacy and Safety of the mRNA-1273 SARS-CoV-2 Vaccine. *N. Engl. J. Med.* 2021, 384, 403–416. Zitiert aus [32].
38. Logunov, D.Y.; Dolzhikova, I.V.; Shcheblyakov, D.V.; Tukhvatulin, A.I.; Zubkova, O.V.; Dzharullaeva, A.S.; Kovyshina, A.V.; Lubenets, N.L.; Grousova, D.M.; Erokhova, A.S.; et al. Safety and efficacy of an rAd26 and rAd5 vector-based heterologous prime-boost COVID-19 vaccine: An interim analysis of a randomised controlled phase 3 trial in Russia. *Lancet* 2021, 397, 671–681. Zitiert aus [32].
39. Palacios, R.; Batista, A.P.; Albuquerque, C.S.N.; Patiño, E.G.; Santos, J.D.P. Efficacy and Safety of a COVID-19 Inactivated Vaccine in Healthcare Professionals in Brazil: The PROFISCOV Study. *SSRN* 2021, 66. Zitiert aus [32].
40. Al Kaabi, N.; Zhang, Y.; Xia, S.; Yang, Y.; Al Qahtani, M.M.; Abdulrazzaq, N.; Al Nusair, M.; Hassany, M.; Jawad, J.S.; Abdalla, J.; et al. Effect of 2 Inactivated SARS-CoV-2 Vaccines on Symptomatic COVID-19 Infection in Adults: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2021, 324, 951–960. Zitiert aus [32].
41. Meggiolaro A et al. (2021, PREPRINT). Effectiveness of vaccination against symptomatic and asymptomatic SARS-CoV-2 infection: a systematic review and meta-analysis.
42. Wu K et al. (2021 PREPRINT) Preliminary Analysis of Safety and Immunogenicity of a SARS-CoV-2 Variant Vaccine Booster.
43. Higdon MM et al. (2021 PREPRINT). A systematic review of COVID-19 vaccine efficacy and effectiveness against SARS-CoV-2 infection and disease.
44. Liu C et al. (2021 PREPRINT) A Retrospective Analysis of COVID-19 mRNA Vaccine Breakthrough Infections – Risk Factors and Vaccine Effectiveness.

45. Emborg HD et al. (2021 PREPRINT) Vaccine effectiveness of the BNT162b2 mRNA COVID-19 vaccine against RT-PCR confirmed SARS-CoV-2 infections, hospitalisations and mortality in prioritised risk groups.
46. Ghazy RM et al. (2021 PREPRINT) Efficacy and Effectiveness of SARS-CoV-2 vaccine: A systematic review and a meta-analysis.
47. Kislaya I et al. (2021 PREPRINT) Delta variant and mRNA Covid-19 vaccines effectiveness: higher odds of vaccine infection breakthroughs.
48. Tang P et al. (2021 PREPRINT) BNT162b2 and mRNA-1273 COVID-19 vaccine effectiveness against the Delta (B.1.617.2) variant in Qatar.
49. Abu-Raddad, L.J., Chemaitelly, H., Butt, A.A. & National Study Group for Covid-19 Vaccination. Effectiveness of the BNT162b2 Covid-19 Vaccine against the B.1.1.7 and B.1.351 Variants. *N Engl J Med* (2021). Zitiert aus [48].
50. Abu-Raddad, L.J., et al. Pfizer-BioNTech mRNA BNT162b2 Covid-19 vaccine protection against variants of concern after one versus two doses. *J Travel Med* (2021). Zitiert aus [48].
51. Pouwels KB (2021 PREPRINT) Impact of Delta on viral burden and vaccine effectiveness against new SARS-CoV-2 infections in the UK.
52. Abu-Raddad LJ, Chemaitelly H, Butt AA; National Study Group for COVID-19 Vaccination. Effectiveness of the BNT162b2 Covid-19 Vaccine against the B.1.1.7 and B.1.351 Variants. *N Engl J Med*. 2021 Jul 8;385(2):187-189. doi: 10.1056/NEJMc2104974. Epub 2021 May 5. PMID: 33951357; PMCID: PMC8117967.
53. Bruxvoort KJ *et al.* 2021 (PREPRINT) Effectiveness of mRNA-1273 against Delta, Mu, and other emerging variants.