



Ausarbeitung

Aktuelle Daten zur Effektivität der Corona-Schutzimpfung

Aktuelle Daten zur Effektivität der Corona-Schutzimpfung

Aktenzeichen: WD 9 - 3000 - 008/22
Abschluss der Arbeit: 22.02.2022
Fachbereich: WD 9: Gesundheit, Familie, Senioren, Frauen und Jugend

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkungen	4
2.	Fragen zur Effektivität der Impfung als Schutz vor einer Hospitalisierung	4
3.	Fragen zum Einfluss der seit der Grundimmunisierung vergangenen Zeit auf die Impfeffektivität und das Übertragungsrisiko	10
3.1.	Impfeffektivität	10
3.2.	Übertragungsrisiko	15
3.3.	Übertragungsrisiko einer mittels PCR-Test negativ getesteten Person	16

1. Vorbemerkungen

Der vorliegenden Arbeit liegen mehrere Fragen zur Effektivität der Corona-Schutzimpfung zugrunde. Der erste Teil dieser Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, wie hoch der Anteil der geimpften Personen, differenziert nach Grundimmunisierung und Auffrischimpfung, an den wegen COVID-19 hospitalisierten Personen ist und in welchem Maße die Impfung das Risiko, wegen COVID-19 hospitalisiert zu werden oder an COVID-19 zu versterben, vermindert.

Der zweite Teil der Arbeit befasst sich mit der Frage, inwiefern sich die Effektivität der Grundimmunisierung mit dem Impfstoff des Herstellers Pfizer/BioNTech im Laufe der seit der Impfung vergangenen Zeit verringert und welchen Einfluss der Zeitfaktor auf die Übertragung des Virus durch eine geimpfte und mit SARS-CoV-2 infizierte Person hat. Das Übertragungsrisiko einer geimpften und mit SARS-CoV-2 infizierten Person soll dabei mit dem einer ungeimpften Person, deren negativer PCR-Test 24 Stunden zurückliegt, verglichen werden.

Zur Beantwortung der Fragen wird im Wesentlichen auf aktuelle Daten des Robert Koch-Instituts (RKI) zurückgegriffen. Eine umfangreiche Auswertung der vorhandenen Studienlage kann im Rahmen dieser Arbeit nicht erfolgen.

2. Fragen zur Effektivität der Impfung als Schutz vor einer Hospitalisierung

Der Anteil der jeweils ungeimpften Personen, grundimmunisierten Personen und Personen mit Auffrischimpfung an den wegen COVID-19 hospitalisierten Personen kann der folgenden Tabelle des RKI entnommen werden. Diese differenziert die zwischen der dritten und der sechsten Meldewoche in 2022 gemeldeten, symptomatischen COVID-19-Fälle nach Altersgruppe, Krankheitsschwere (symptomatisch, hospitalisiert, auf Intensivstation betreut, verstorben) und Impfstatus (ungeimpft, grundimmunisiert, mit Auffrischimpfung):¹

1 RKI, Wöchentlicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19), Stand: 17. Februar 2022, S. 26, abrufbar unter https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Wochenbericht/Wochenbericht_2022-02-17.pdf?blob=publicationFile.

Tabelle 3: Impfstatus der symptomatischen COVID-19-Fälle in MW 03 - 06/2022 nach Altersgruppe und Krankheitsschwere (Datenstand 15.02.2022).

		Altersgruppe			
		5 bis 11 Jahre	12 bis 17 Jahre	18 bis 59 Jahre	60 Jahre und älter
Symptomatische COVID-19-Fälle*		69.283	43.129	257.224	32.687
davon...	ungeimpft	67.073	27.211	80.411	8.869
	grundimmunisiert	1.888	14.019	89.844	7.137
	mit Auffrischimpfung	322	1.899	86.969	16.681
Hospitalisierte symptomatische COVID-19-Fälle*		258	179	1.870	1.860
davon...	ungeimpft	253	124	936	942
	grundimmunisiert	5	49	567	383
	mit Auffrischimpfung	0	6	367	535
Auf Intensivstation betreute symptomatische COVID-19-Fälle*		2	1	78	208
davon...	ungeimpft	2	0	55	134
	grundimmunisiert	0	1	13	45
	mit Auffrischimpfung	0	0	10	29
Verstorbene symptomatische COVID-19-Fälle* **		1	0	30	294
davon...	ungeimpft	1	0	22	172
	grundimmunisiert	0	0	3	54
	mit Auffrischimpfung	0	0	5	68

* Alle symptomatischen Fälle, für welche zu „Klinische Information vorhanden“ ein „Ja“ angegeben wurde, und für die aus den übermittelten Angaben hervorgeht, dass sie entweder ungeimpft waren, eine abgeschlossene Grundimmunisierung oder eine Auffrischimpfung erhalten haben. Symptomatische Fälle mit unbekanntem Impfstatus und Fälle, für die nur eine unvollständige Impfserie angegeben war, wurden ausgeschlossen.

** Insbesondere für Todesfälle ist in den Folgewochen mit Änderungen der Fallzahl zur rechnen.

Der Anteil der grundimmunisierten Personen an den zwischen der dritten und sechsten Melde-woche in 2022 wegen COVID-19 hospitalisierten Personen, einschließlich der auf einer Intensivstation betreuten Personen, aller Altersgruppen beträgt 24 Prozent, der Anteil der Personen mit Auffrischimpfung 21 Prozent.² 55 Prozent der wegen COVID-19 hospitalisierten Personen, einschließlich der auf einer Intensivstation betreuten Personen, sind ungeimpft. Der Anteil der grundimmunisierten Personen an den wegen COVID-19 hospitalisierten Personen, einschließlich der auf einer Intensivstation betreuten Personen, in der jeweiligen Altersgruppe beträgt 2 Prozent für die Altersgruppe 5 bis 11 Jahre, 28 Prozent für die Altersgruppe 12 bis 17 Jahre, 30 Prozent für die Altersgruppe 18 bis 59 Jahre und 21 Prozent für die Altersgruppe 60 Jahre und älter. Für Personen mit Auffrischimpfung beträgt der Anteil 0 Prozent für die Altersgruppe 5 bis 11 Jahre, 3 Prozent für die Altersgruppe 12 bis 17 Jahre, 19 Prozent für die Altersgruppe 18 bis 59 Jahre und 27 Prozent für die Altersgruppe 60 Jahre und älter.

Diese Zahlen lassen jedoch nur bedingt Rückschlüsse darauf zu, um welches Maß eine Impfung das Risiko, wegen COVID-19 hospitalisiert zu werden oder an COVID-19 zu versterben, mindert. Hinsichtlich der Aussagekraft der Zahlen gilt es zu bedenken, dass mit der steigenden Impfquote

2 Die Gesamtzahl der hospitalisierten Personen aller Altersgruppen, einschließlich der auf einer Intensivstation betreuten Personen, beträgt 4456. Die Zahl der davon grundimmunisierten Personen aller Altersgruppen beträgt 1063, der Personen mit Auffrischimpfung aller Altersgruppen 947.

sowohl die Zahl der Impfdurchbrüche, als auch die Zahl der geimpften und wegen COVID-19 hospitalisierten Personen und folglich auch deren relativer Anteil an allen hospitalisierten Personen steigen. Ein hoher Anteil geimpfter Personen unter den COVID-19-Patienten im Krankenhaus lässt daher nur bedingt Rückschlüsse auf die Impfeffektivität zu.³ Um den Effekt der Impfung auf das Risiko, wegen COVID-19 hospitalisiert zu werden, besser darzustellen, empfiehlt es sich vielmehr, die nach Impfstatus differenzierten Inzidenzen der hospitalisierten COVID-19-Fälle zu betrachten und zu vergleichen.

Diese sind in dem jeweiligen Wochenbericht des RKI grafisch dargestellt. Für die Berechnung der Inzidenzen wurde die Anzahl der ungeimpften Fälle⁴ zu der ungeimpften Bevölkerung, die Anzahl der grundimmunisierten Fälle⁵ zu der grundimmunisierten Bevölkerung und die Anzahl der Fälle mit Auffrischimpfung⁶ zu der Bevölkerung mit Auffrischimpfung ins Verhältnis gesetzt.⁷ Dabei lagen für 60 Prozent der zwischen der 32. Meldewoche in 2021 und der 5. Meldewoche in 2022 übermittelten, hospitalisierten COVID-19-Fälle ausreichende Angaben zum Impfstatus vor:⁸

-
- 3 Ausführlich dazu RKI, COVID-19 und Impfen: Antworten auf häufig gestellte Fragen (FAQ), Wie lässt sich erklären, dass es mit steigender Impfquote zu immer mehr Impfdurchbrüchen kommt?, abrufbar unter <https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/COVID-Impfen/gesamt.html>; RKI, Flyer: Warum steigende Zahlen von Impfdurchbrüchen kein Zeichen für fehlenden Impfschutz sind, abrufbar über https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Impfen/ImpfungenAZ/COVID-19/Flyer_Wirksamkeit_Impfung.html;jsessionid=D011A3F4642248F234054CF07066F93E.internet112.
- 4 Fälle galten als ungeimpft, wenn für sie übermittelt wurde, dass sie nicht geimpft waren.
- 5 COVID-19-Fälle gelten als grundimmunisiert, wenn für sie in den übermittelten Daten entweder zwei Impfdosen eines COVID-19-Impfstoffes der Hersteller Pfizer/BioNTech, Moderna oder AstraZeneca oder eine Kombination daraus, beziehungsweise eine Dosis des Janssen-Impfstoffes des Herstellers Johnson & Johnson angegeben waren und das Datum der Gabe der letzten Impfdosis mindestens 14 Tage vor Erkrankungsbeginn lag oder mindestens drei Dosen eines COVID-19-Impfstoffes bzw. mindestens zwei Dosen des Janssen-Impfstoffes angegeben waren und das Datum der Gabe der letzten Impfdosis maximal sechs Tage vor Erkrankungsbeginn lag. Fälle, bei denen aus den Angaben ersichtlich war, dass sie mindestens vollständig geimpft waren und das Datum der letzten Impfdosis vor dem 1. Juni 2021 lag, wurden grundsätzlich als grundimmunisiert betrachtet, da eine Durchführung von Auffrischimpfungen vor diesem Zeitpunkt sehr unwahrscheinlich ist und es sich eher um Fehleingaben handeln könnte.
- 6 Als Fälle mit Auffrischimpfung galten Personen, für die in den übermittelten Daten mindestens drei Dosen eines COVID-19-Impfstoffes der Hersteller Pfizer/BioNTech, Moderna oder AstraZeneca oder eine Kombination daraus, beziehungsweise mindestens zwei Dosen des Janssen-Impfstoffes angegeben waren und das Datum der Gabe der letzten Impfdosis mindestens sieben Tage vor Erkrankungsbeginn lag.
- 7 Fälle, die nicht zu „grundimmunisiert“, „Auffrischimpfung“ oder „ungeimpft“ zugeordnet werden konnten, wurden komplett aus den Analysen ausgeschlossen. Hier konnten also Angaben zum Impfstatus unvollständig sein oder es wurde eine unvollständige Impfung angegeben. Die Berechnung der Gesamtzahl grundimmunisierter Personen, Personen mit Auffrischimpfungen und ungeimpfter Personen in der Bevölkerung basiert auf Daten aus dem Digitalen Impfquotenmonitoring des RKI. Als grundimmunisiert galten Personen, die eine Zweitimpfung oder eine Impfung mit dem Janssen-Impfstoff vor mindestens 14 Tagen erhalten haben und die noch keine Auffrischimpfung erhalten haben. Als Personen mit Auffrischimpfung galten die Personen, die eine Auffrischimpfung vor mindestens sieben Tagen erhalten haben. Die Anzahl Ungeimpfter wurde aus der Differenz von Bevölkerungszahl und Anzahl der Personen, die mindestens eine Impfdosis erhalten haben, berechnet.
- 8 RKI, Wöchentlicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19), Stand: 17. Februar 2022, S. 23 f., abrufbar unter https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Wochenbericht/Wochenbericht_2022-02-17.pdf?blob=publicationFile.

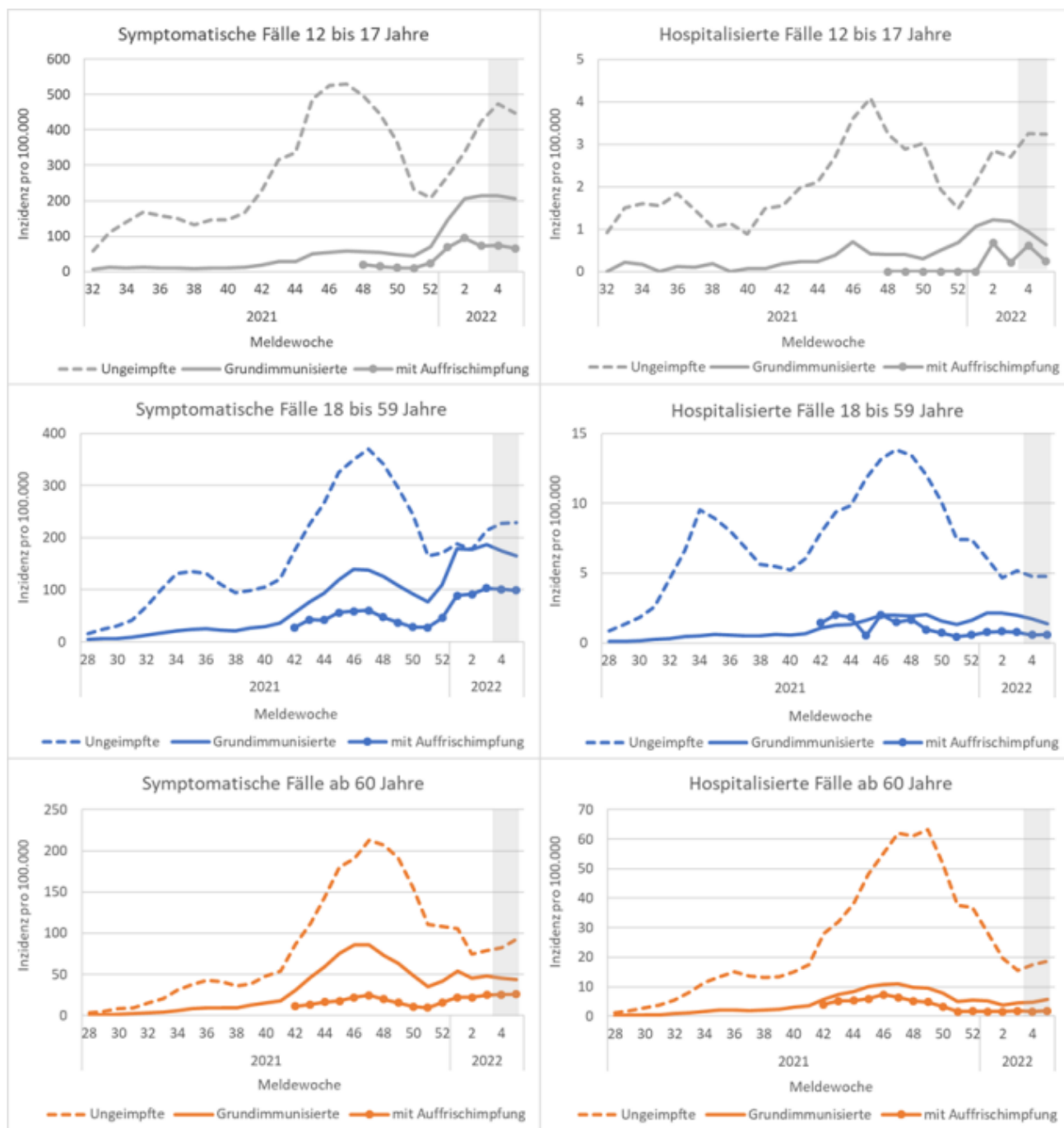


Abbildung 19: Inzidenz symptomatischer und hospitalisierter COVID-19-Fälle pro 100.000 nach Altersgruppen, Impfstatus (Grundimmunisierte, mit Auffrischimpfung, Ungeimpfte) und Meldewoche (Datenstand 15.02.2022). Bitte die unterschiedliche Skalierung der y-Achsen beachten. Insbesondere für die letzten beiden Kalenderwochen ist aufgrund von zu erwartenden Nachmeldungen mit Änderungen der Werte zu rechnen.

Die Hospitalisierungs-Inzidenzen ungeimpfter Personen liegen erkennbar über denen geimpfter Personen, wodurch sich die Effektivität der Impfung gegenüber einer Hospitalisierung zeigt. Dabei lassen sich für Personen mit Auffrischimpfung noch niedrigere Inzidenzen als für grundimmunisierte Personen beobachten.

Um die Impfeffektivität gegenüber einer Hospitalisierung grob abschätzen zu können, vergleicht das RKI den Anteil geimpfter Personen unter den hospitalisierten COVID-19-Fällen mit dem Anteil geimpfter Personen in der Bevölkerung anhand der sogenannten Screening-Methode nach Farrington.⁹ Die Impfeffektivität errechnet sich danach wie folgt:

$$\text{Impfeffektivität} = 1 - \frac{\text{Anteil der geimpften Fälle}}{1 - \text{Anteil der geimpften Fälle}} * \frac{1 - \text{Anteil der geimpften Bevölkerung}}{\text{Anteil der geimpften Bevölkerung}}$$

Eine Grundimmunisierung hat laut dem RKI demzufolge eine Impfeffektivität gegenüber einer Hospitalisierung von 64 Prozent für die Altersgruppe 12 bis 17 Jahre, 67 Prozent für die Altersgruppe 18 bis 59 Jahre und 78 Prozent für die Altersgruppe 60 Jahre und älter. Für Personen mit Auffrischimpfung beträgt die Impfeffektivität gegenüber einer Hospitalisierung für die Altersgruppe 12 bis 17 Jahre laut dem RKI 91 Prozent, für die Altersgruppe 18 bis 59 Jahre 87 Prozent und für die Altersgruppe 60 Jahre und älter 93 Prozent:¹⁰

Tabelle 4: Mittelwerte der letzten 4 Wochen für den Anteil der Geimpften unter den hospitalisierten COVID-19-Fällen, für den Anteil der Geimpften in der Bevölkerung¹² sowie für die berechnete Impfeffektivität für die MW 03 - 06/2022 nach Impfstatus und Altersgruppe (Datenstand 15.02.2022).

	12 bis 17 Jahre	18 bis 59 Jahre	60 Jahre und älter
nur Grundimmunisierung			
Anteil nur grundimmunisierte Bevölkerung ¹²	52%	63%	64%
Anteil nur grundimmunisierte hospitalisierte Fälle ¹²	28%	36%	28%
Impfeffektivität gegenüber Hospitalisierung	64%	67%	78%
Auffrischimpfung			
Anteil Bevölkerung mit Auffrischimpfung ¹²	34%	75%	88%
Anteil hospitalisierte Fälle mit Auffrischimpfung ¹²	5%	29%	36%
Impfeffektivität gegenüber Hospitalisierung	91%	87%	93%

Die Wahrscheinlichkeit einer COVID-19-bedingten Hospitalisierung ist laut dem RKI beispielsweise bei einer 60-jährigen Person mit Auffrischimpfung somit um etwa 93 Prozent geringer als bei einer nicht geimpften Person.¹¹

-
- 9 Ausführlich RKI, Wöchentlicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19), Stand: 17. Februar 2022, S. 26, abrufbar unter https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Wochenbericht/Wochenbericht_2022-02-17.pdf?blob=publicationFile.
- 10 RKI, Wöchentlicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19), Stand: 17. Februar 2022, S. 27, abrufbar unter https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Wochenbericht/Wochenbericht_2022-02-17.pdf?blob=publicationFile.
- 11 Vgl. dazu auch RKI, Wirksamkeit, Wie wirksam sind die COVID-19-Impfstoffe?, Stand: 15.2.2022, abrufbar unter https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/COVID-Impfen/FAQ_Liste_Wirksamkeit.html.

Anhand einer weiteren Grafik stellt das RKI den zeitlichen Verlauf der Impfeffektivität sowohl einer Grundimmunisierung als auch einer Auffrischimpfung gegenüber verschiedenen Endpunkten (u. a. Hospitalisierung und Tod) und in den einzelnen Altersgruppen dar:¹²

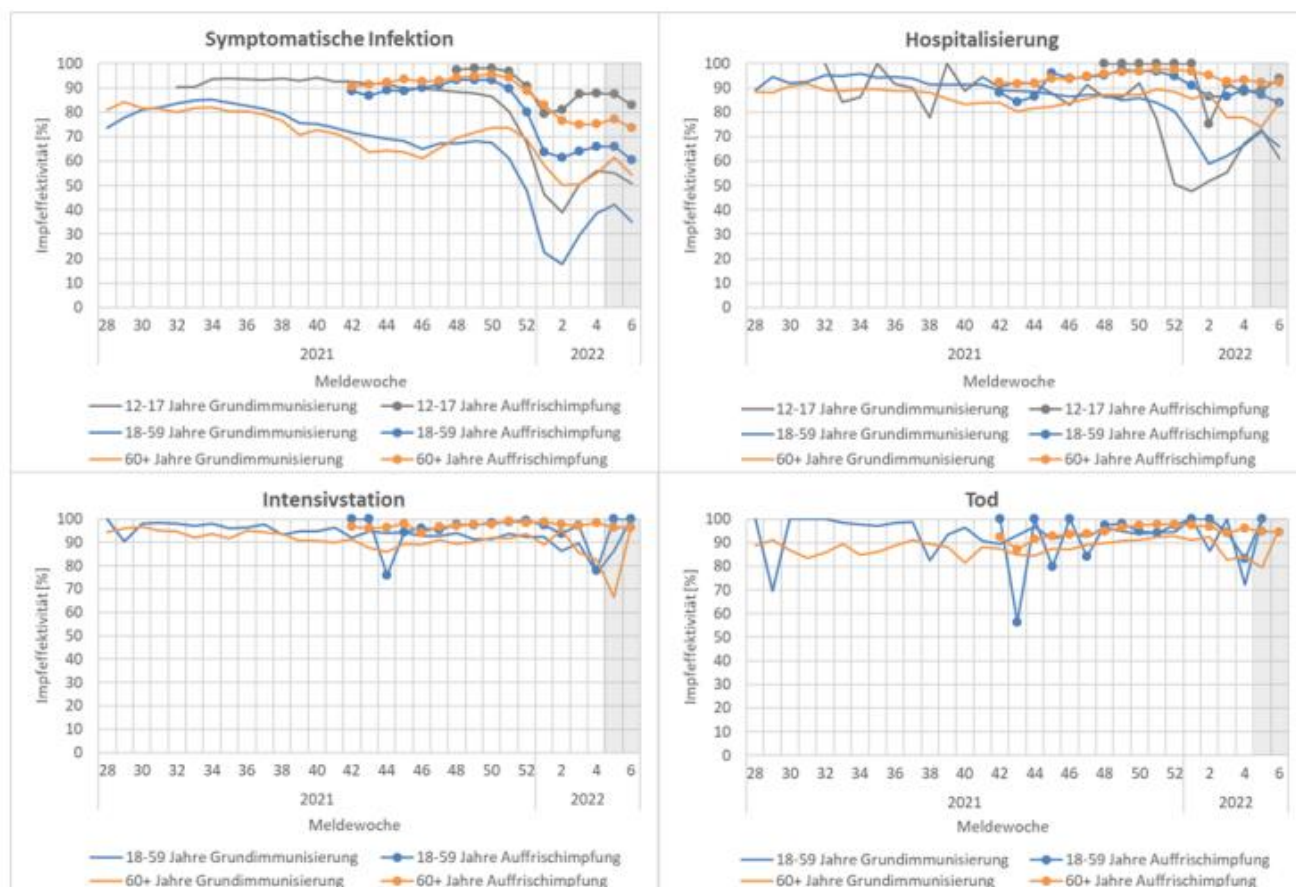


Abbildung 20: Effektivität der COVID-19-Impfungen gegenüber symptomatischer COVID-19-Erkrankung, COVID-19 assoziierter Hospitalisierung, Intensivmedizinischer Behandlung und Tod und nach Altersgruppe (Datenstand 15.02.2022). Insbesondere für die letzten beiden Kalenderwochen ist aufgrund von zu erwartenden Nachmeldungen mit Änderungen der berechneten Impfeffektivität zu rechnen. Bei fehlenden Fällen in einzelnen Altersgruppen nach Impfstatus kann für einzelne MW keine Effektivität berechnet werden. Schwankende wöchentliche Werte sprechen für eine mögliche Anfälligkeit der Effektivitätsberechnungen für Verzerrungen, die vermutlich den niedrigen wöchentlichen Fallzahlen geschuldet sind.

In dem Verlauf zeige sich laut dem RKI eine verminderte Effektivität der COVID-19-Impfung gegenüber der Omikron-Variante, da die Impfeffektivität ab der 50. Meldewoche 2021 und somit zeitgleich mit Vorherrschen der Omikron-Variante in Deutschland in den Altersgruppen 12-17

12 RKI, Wöchentlicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19), Stand: 17. Februar 2022, S. 27, abrufbar unter https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Wochenbericht/Wochenbericht_2022-02-17.pdf?blob=publicationFile.

und 18-59 Jahre insbesondere gegenüber einer Hospitalisierung deutlich abgesunken sei.¹³ Die Impfeffektivität gegenüber einer Hospitalisierung bei Vorliegen der Delta-Variante sei gegenüber der Alpha-Variante unverändert.¹⁴ Studien, die den Schutz der Impfstoffe unter der Omikron-Variante vor schwerer Erkrankung untersuchen, gäbe es bislang jedoch kaum. Die bereits vorhandenen Studien würden allerdings ebenfalls eine verminderte Effektivität der COVID-19-Impfung gegenüber der Omikron-Variante beschreiben.¹⁵

Eine am 28. Januar 2022 veröffentlichte US-amerikanische Studie, welche die Wirksamkeit der Impfung gegenüber einer Hospitalisierung bei Erwachsenen, bei Vorherrschen der Delta- und Omikron-Varianten untersuchte, gelangte zu dem Ergebnis, dass die Impfeffektivität gegenüber einer Hospitalisierung 14 Tage nach Erhalt der zweiten Impfstoffdosis hinsichtlich der Delta-Variante 90 Prozent und hinsichtlich der Omikron-Variante 81 Prozent betrage. Die Impfeffektivität gegenüber einer Hospitalisierung 14 Tage nach Erhalt einer dritten Impfstoffdosis betrage hinsichtlich der Delta-Variante 94 Prozent und hinsichtlich der Omikron-Variante 90 Prozent.

Für die Studie siehe **Thompson Mark u. a.**, Effectiveness of a Third Dose of mRNA Vaccines Against COVID-19–Associated Emergency Department and Urgent Care Encounters and Hospitalizations Among Adults During Periods of Delta and Omicron Variant Predominance — VISION Network, 10 States, August 2021–January 2022, abrufbar unter https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/71/wr/mm7104e3.htm?s_cid=mm7104e3_w#suggestedcitation.

3. Fragen zum Einfluss der seit der Grundimmunisierung vergangenen Zeit auf die Impfeffektivität und das Übertragungsrisiko

3.1. Impfeffektivität

Laut dem RKI gäbe es eindeutige Hinweise für einen mit der Zeit nachlassenden Impfschutz.¹⁶ Insbesondere gegenüber der Omikron-Variante scheine die Wirksamkeit der Grundimmunisierung gegenüber symptomatischer Erkrankung mit der Zeit deutlich nachzulassen. Sie falle laut dem RKI nach zwei bis drei Monaten stark ab. Es gebe außerdem Hinweise darauf, dass auch die

13 RKI, Wöchentlicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19), Stand: 17. Februar 2022, S. 28, abrufbar unter https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Wochenbericht/Wochenbericht_2022-02-17.pdf?blob=publicationFile.

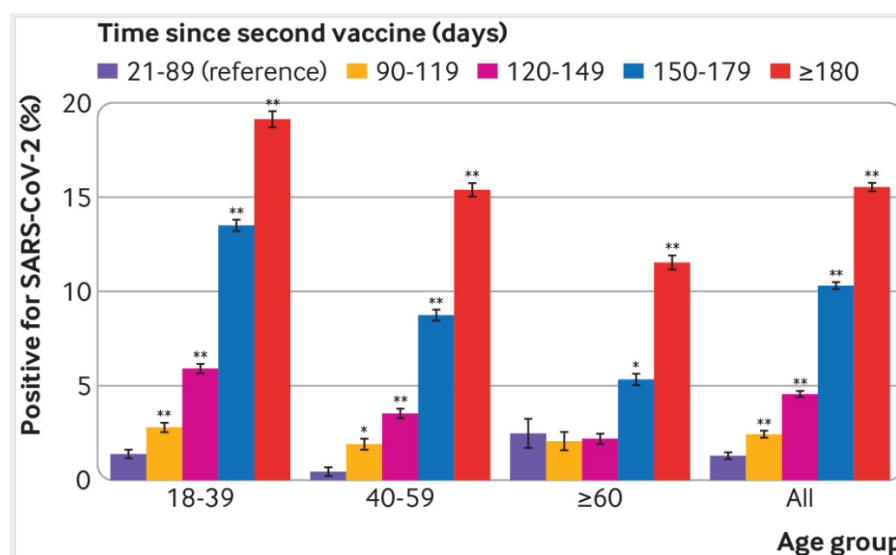
14 RKI, Können Personen, die vollständig geimpft sind, das Virus weiterhin übertragen?, Stand: 7. Februar 2022, m. w. Nachweisen, abrufbar unter https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/COVID-Impfen/FAQ_Transmission.html; siehe dazu auch Harder, Thomas u. a., Effectiveness of COVID-19 vaccines against SARS-CoV-2 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, abrufbar unter <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2021.26.41.2100920>.

15 Vgl. dazu auch RKI, Wirksamkeit, Was ist bisher über die Impfstoffwirksamkeit gegen die Omikron-Variante bekannt?, Stand: 15. Februar 2022, abrufbar unter https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/COVID-Impfen/FAQ_Liste_Wirksamkeit.html; RKI, Wöchentlicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19), Stand: 17. Februar 2022, S. 28, abrufbar unter https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Wochenbericht/Wochenbericht_2022-02-17.pdf?blob=publicationFile.

16 Vgl. dazu auch RKI, Wirksamkeit, Wie wirksam sind die COVID-19-Impfstoffe?, Stand: 15. Februar 2022, abrufbar unter https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/COVID-Impfen/FAQ_Liste_Wirksamkeit.html.

Effektivität gegenüber der Delta-Variante schneller abnehme als die Effektivität gegenüber vorherigen Varianten.¹⁷ Die Beantwortung der Frage, in welchem konkreten Maße die Effektivität der Schutzimpfung mit dem Impfstoff von Pfizer/BioNTech im Laufe der Zeit abnimmt, hängt jedoch von mehreren Faktoren ab. So spielen insbesondere das Alter und die klinische Disposition der geimpften Person sowie die Virusvariante eine Rolle. Zudem macht es einen Unterschied, ob die Veränderung der Impfeffektivität beispielsweise gegenüber einer symptomatischen Infektion oder gegenüber einer Hospitalisierung untersucht wird. Dies verdeutlichen insbesondere die im Folgenden dargestellten Studien:

Den Zusammenhang zwischen der Zeit, die seit der Verabreichung der zweiten Dosis des Impfstoffs von Pfizer/BioNTech¹⁸ verstrichen ist und dem Risiko einer Covid-19-Erkrankung untersuchte eine am 25. November 2021 veröffentlichte Studie israelischer Forscher. Sie gelangte zu dem Ergebnis, dass der Impfschutz bereits nach 90 Tagen abnehme und das Risiko einer Durchbruchinfektion mit SARS-CoV-2 im Vergleich zum Schutz während der ersten 90 Tage (Referenzzeitraum) progressiv ansteige. Dies veranschaulicht die folgende, in der Studie dargestellte Grafik:



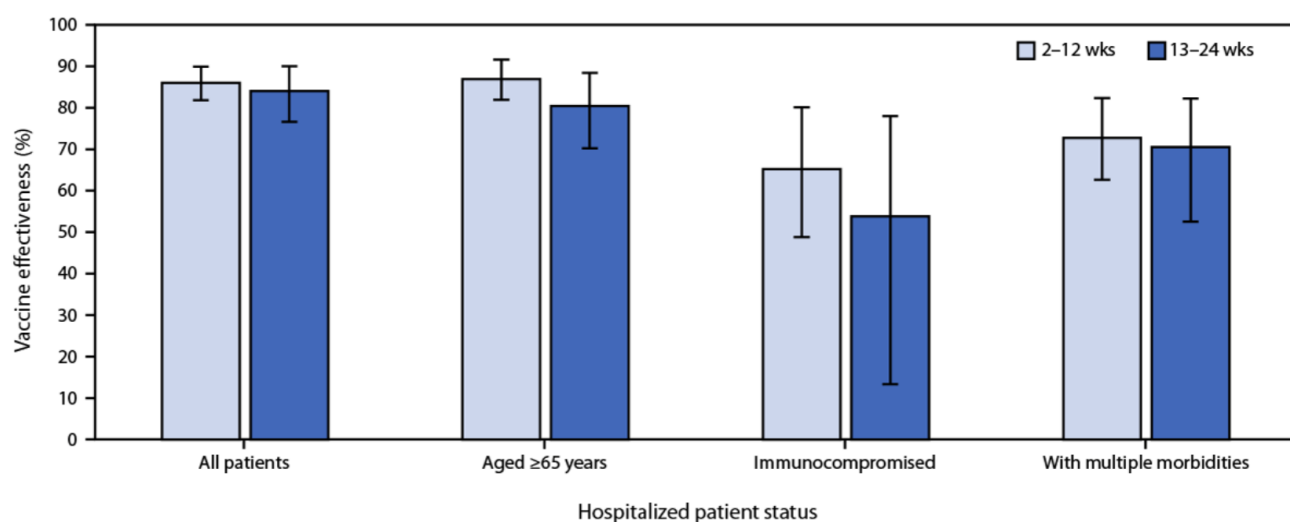
Für die Studie siehe **Israel, Ariel u. a.**, Elapsed time since BNT162b2 vaccine and risk of SARS-CoV-2 infection: test negative design study, British Medical Journal (BMJ) 2021, 375, abrufbar unter <https://doi.org/10.1136/bmj-2021-067873>.

17 Vgl. dazu auch RKI, Wirksamkeit, Welchen Einfluss haben die neuen Varianten von SARS-CoV-2 auf die Wirksamkeit der COVID-19-Impfstoffe?, Stand: 15. Februar 2022, abrufbar unter https://www.rki.de/Shared-Docs/FAQ/COVID-Impfen/FAQ_Liste_Wirksamkeit.html.

18 Bei dem Impfstoff von Pfizer/BioNTech handelt es sich um den in Deutschland am häufigsten verwendeten Impfstoff, vgl. RKI, Tabelle mit den gemeldeten Impfungen nach Bundesländern und Impfquoten nach Altersgruppen Stand: 17. Februar 2022, abrufbar unter https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Daten/Impfquotenmonitoring.html;sessionid=2CDF9D25BD2E308ECA93858656B77B3D.inter-net052?nn=13490888.

Eine am 27. August 2021 veröffentlichte Studie US-amerikanischer Forscher evaluiert die Dauer der Wirksamkeit des Impfstoffs von Pfizer/BioNTech gegen COVID-19-assoziierte Krankenhausaufenthalte bei Erwachsenen im Alter von über 18 Jahren in 21 Krankenhäusern in 18 Bundesstaaten. In dem Betrachtungszeitraum war die Alpha-Variante die vorherrschende Variante. Ein Vergleich der Impfeffektivität während der ersten zwölf Wochen nach der zweiten Impfdosis einerseits (86 Prozent) und zwischen der 13. und 24. Woche andererseits (84 Prozent) hätte keinen signifikanten Unterschied ergeben. Die Wirksamkeit von zwei Dosen des Impfstoffs gegen COVID-19-assoziierte Krankenhausaufenthalte sei somit über einen Zeitraum von 24 Wochen bzw. sechs Monaten erhalten geblieben. Dieses Ergebnis veranschaulicht die folgende Grafik der Studie:

FIGURE 2. Sustained vaccine effectiveness* against COVID-19 among hospitalized adults, by patient status^{†,§} and interval since vaccination — 21 medical centers in 18 states,[¶] March–July 2021

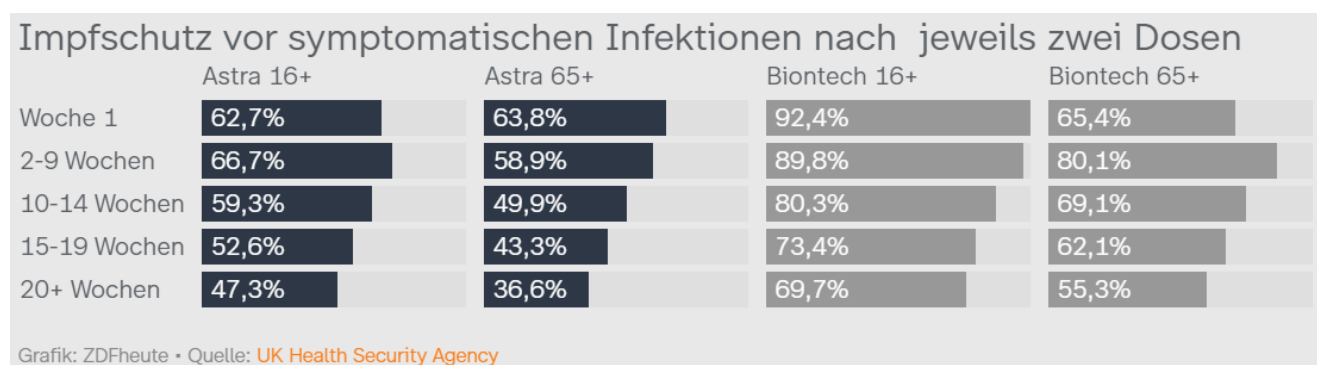


Für die Studie siehe **Tenforde Mark, u. a.**, Sustained Effectiveness of Pfizer-BioNTech and Moderna Vaccines Against COVID-19 Associated Hospitalizations Among Adults — United States, March–July 2021, Morbidity and Mortality Weekly Report, 27. August 2021, Vol. 70, No. 34, abrufbar unter https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/70/wr/mm7034e2.htm?s_cid=mm7034e2_w.

In einer neueren US-amerikanischen Studie, welche 87.904 Krankenhausaufenthalte bei Erwachsenen im Alter von über 18 Jahren aus 259 Krankenhäusern in 10 Bundesstaaten zwischen dem 26. August 2021 und dem 5. Januar 2022 auswertete, wurde die Effektivität der Impfung gegenüber einer Hospitalisierung für den Zeitraum, in dem die Delta- und Omikron-Variante vorherrschen, untersucht. Danach betrug die Impfeffektivität gegen laborbestätigte COVID-19-assoziierte Krankenhausaufenthalte in dem Zeitraum, in dem die Delta-Variante vorherrschte, während der ersten 14 bis 179 Tage nach der zweiten Impfstoffdosis 90 Prozent und ab 180 Tagen 81 Prozent. Während die Omikron-Variante vorherrschte, lagen die Schätzungen der Impfeffektivität gegenüber einer Hospitalisierung für die gleichen Zeiträume nach der Impfung bei 81 und 57 Prozent. Neben weiteren Limitationen wird in der Studie jedoch darauf hingewiesen, dass die Genauigkeit der geschätzten Impfeffektivität gegenüber der Omikron-Variante aufgrund der begrenzt verfügbaren Daten verringert sei. Die Gründe für den Rückgang der Impfeffektivität hinsichtlich der Omikron-Variante seien laut der Studie unklar.

Für die Studie siehe **Thompson Mark u. a.**, Effectiveness of a Third Dose of mRNA Vaccines Against COVID-19—Associated Emergency Department and Urgent Care Encounters and Hospitalizations Among Adults During Periods of Delta and Omicron Variant Predominance — VISION Network, 10 States, August 2021–January 2022, Weekly / January 28, 2022 / 71(4);139–145, abrufbar unter https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/71/wr/mm7104e3.htm?s_cid=mm7104e3_w#suggestedcitation.

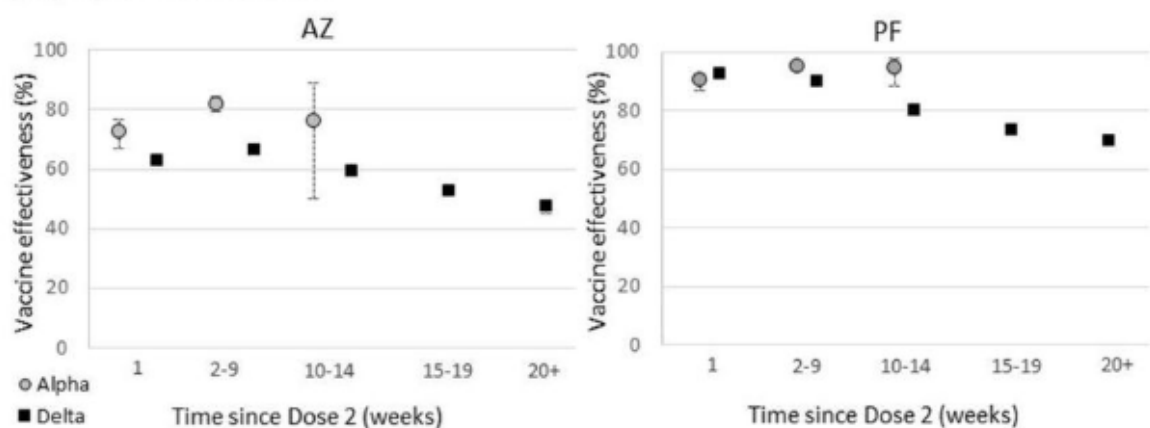
Eine Studie britischer Forscher, welche bislang jedoch nur als Preprint vorliegt, untersuchte den Einfluss der seit der Grundimmunisierung mit dem Impfstoff von Pfizer/BioNTech vergangenen Zeit auf die Impfeffektivität, differenziert nach der Alpha- und Delta-Variante sowie der Krankheitsschwere. Die Ergebnisse der Studie sind in der folgenden Grafik des ZDF veranschaulicht:¹⁹



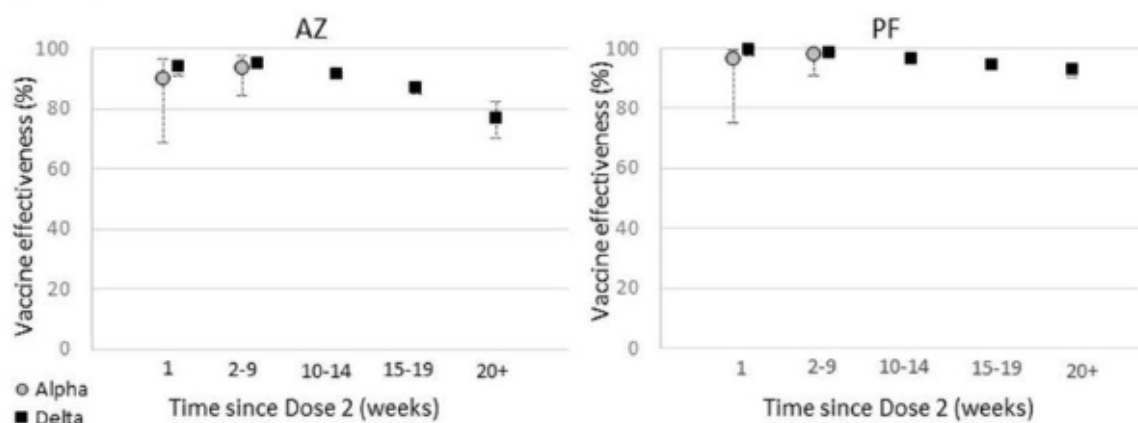
Die Impfeffektivität habe bei den über 65-Jährigen sowie bei Personen aus einer klinischen Risikogruppestärker stärker abgenommen als bei jüngeren Personen. Zudem sei die Wirksamkeit des Impfstoffs gegenüber einer Hospitalisierung weniger stark zurückgegangen als gegenüber einer symptomatischen Infektion. Dies veranschaulicht wiederum die folgende, in der Studie dargestellte Grafik (AZ= AstraZeneca; PF=Pfizer/BioNTech):

19 Klaus, Julia/Schneider, Jan, Infiziert trotz Zweifach-Impfung - Wie lange hält mein Corona-Impfschutz?, Zdf.de, 16. November 2021, abrufbar unter <https://www.zdf.de/nachrichten/panorama/corona-impfschutz-impfstoffe-dauer-100.html>.

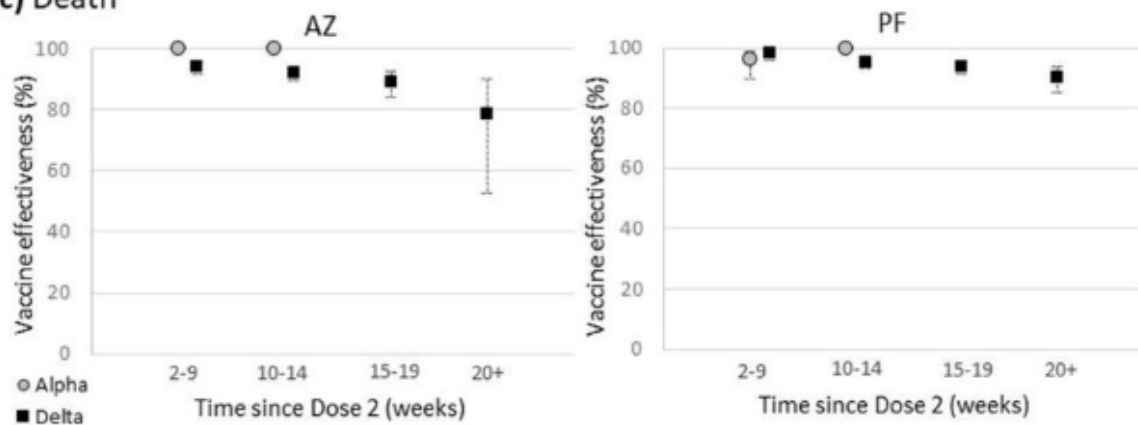
a) Symptomatic disease



b) Hospitalisation



c) Death



Für den Preprint der Studie siehe **Andrews, Nick u. a.**, Vaccine effectiveness and duration of protection of Comirnaty, Vaxzevria and Spikevax against mild and severe COVID-19 in the UK, medRxiv 2021, abrufbar unter <https://doi.org/10.1101/2021.09.15.21263583>.

3.2. Übertragungsrisiko

Zu der Frage, wie hoch das Übertragungsrisiko einer geimpften und mit SARS-CoV-2 infizierten Person ist, heißt auf der Internetseite des RKI auszugsweise wie folgt: „Daten aus Zulassungsstudien wie auch aus Untersuchungen im Rahmen der breiten Anwendung (sog. Beobachtungsstudien) belegen, dass die in Deutschland zur Anwendung kommenden COVID-19-Impfstoffe SARS-CoV-2 Infektionen mit der **Delta-Variante** (symptomatisch und asymptomatisch) in einem erheblichen Maße verhindern [...]. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Person trotz vollständiger Impfung PCR-positiv wird, ist signifikant vermindert [...]. **Darüber hinaus ist die Virusausscheidung bei Personen, die trotz Impfung eine SARS-CoV-2 Infektion haben, kürzer als bei ungeimpften Personen mit einer SARS-CoV-2 Infektion. In welchem Maß die Impfung die Übertragung des Virus reduziert, kann derzeit nicht genau quantifiziert werden [...]. Wie hoch das Transmissionsrisiko unter Omikron ist, kann derzeit noch nicht bestimmt werden.** Es muss jedoch davon ausgegangen werden, dass Menschen nach Kontakt mit SARS-CoV-2 trotz Impfung PCR-positiv werden und dabei auch Viren ausscheiden und infektiös sind. Dabei können diese Menschen entweder Symptome einer Erkrankung (die zumeist eher milde verläuft) oder überhaupt keine Symptome entwickeln. Zudem lässt der Impfschutz über die Zeit nach und die Wahrscheinlichkeit trotz Impfung PCR-positiv zu werden nimmt zu.“²⁰

Britische Wissenschaftler untersuchten in einer Studie die Auswirkungen der Impfung auf die Übertragung von SARS-CoV-2, einschließlich etwaiger Unterschiede zwischen der Alpha- und Delta-Variante sowie mit Blick auf die, seit der zweiten Impfung des Indexfalles vergangene Zeit. Der Preprint der Studie, auf den auch das RKI verweist, kommt zu dem Ergebnis, dass die Impfung die Übertragung der Delta-Variante von SARS-CoV-2 verringere, allerdings in geringerem Maße als bei der Alpha-Variante. Die mit dem Impfstoff assoziierte Verringerung der Übertragung sei durch die Delta-Variante im Vergleich zur Alpha-Variante um das 1,6-fache reduziert. Hinsichtlich der Alpha-Variante wurde vermutet, dass die verringerte Übertragung durch geimpfte Personen im Vergleich zu ungeimpften Personen auf eine **verminderte Viruslast** zurückzuführen sei. Bei mit der Delta-Variante infizierten Personen sei die Viruslast geimpfter und ungeimpfter Personen demgegenüber ähnlich. Für die dennoch geringere Übertragung der Delta-Variante durch geimpfte Personen im Vergleich zu ungeimpften Personen könne eine möglicherweise **verminderte Dauer der Virusausscheidung** sprechen. Die Impfung könne eine schnellere Beseitigung lebensfähiger infektiöser Viren bewirken, aber geschädigte ineffektive Viren zurücklassen, die immer noch mittels PCR nachweisbare RNA enthalten. Dies müsse jedoch weiter untersucht werden.

Die mit der Impfung assoziierte Verringerung der Übertragung sinke mit der Zeit, die seit der zweiten Impfung der Indexfälle verstrichenen sei. Mit jeder Verdoppelung der nach der Grundimmunisierung vergangenen Wochen sei die Rate der PCR-positiven Kontakte um das 1,08-fache (AstraZeneca) bzw. das 1,13-fache (Pfizer/BioNTech) gestiegen. Hinsichtlich der Alpha-Variante sei erkennbar, dass die Übertragung des Virus zwei Wochen nach der zweiten Dosis des Impfstoffs um 68 Prozent (Pfizer/BioNTech) bzw. um 52 Prozent (AstraZeneca) reduziert gewesen

20 RKI, Können Personen, die vollständig geimpft sind, das Virus weiterhin übertragen?, Stand: 7. Februar 2022, m. w. Nachweisen, abrufbar unter https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/COVID-Impfen/FAQ_Transmission.html; vgl. dazu auch RKI, Wirksamkeit, Was ist bisher über die Impfstoffwirksamkeit gegen die Omikron-Variante bekannt?, Stand: 15.2.2022, abrufbar unter https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/COVID-Impfen/FAQ_Liste_Wirksamkeit.html.

sei. Nach zwölf Wochen sei die Reduzierung der Übertragung auf 52 Prozent (Pfizer/BioNTech) bzw. auf 38 Prozent (Astrazeneca) gesunken. Hinsichtlich der Delta-Variante sei die Übertragung zwei Wochen nach der zweiten Impfung um 50 Prozent (Pfizer/BioNTech) bzw. 24 Prozent (AstraZeneca), nach zwölf Wochen hingegen nur noch um 24 Prozent (Pfizer/BioNTech) bzw. 2 Prozent (AstraZeneca) reduziert gewesen. In dem Preprint wird auf einige Limitationen der Studie hingewiesen. Insbesondere wurden nur Kontaktpersonen berücksichtigt, die sich einem PCR-Test unterzogen haben, wodurch die absolute Schutzwirkung der Impfung auf die Übertragung möglicherweise unterschätzt sei, da geimpfte, nicht infizierte Kontaktpersonen sich möglicherweise nicht haben testen lassen.

Für den Preprint der Studie siehe **Eyre, David, Taylor, Donald, Purver, Mark u. a.**, The impact of SARS-CoV-2 vaccination on Alpha & Delta variant transmission, in: MedRxiv, The Preprint Server for Health Sciences, abrufbar unter <https://doi.org/10.1101/2021.09.28.21264260>.

3.3. Übertragungsrisiko einer mittels PCR-Test negativ getesteten Person

Wie hoch demgegenüber das Übertragungsrisiko einer mittels PCR-Test negativ getesteten Person ist, hängt maßgeblich von der Aussagekraft des Testergebnisses ab. Diese ist umso höher, je verlässlicher das Testverfahren ist. Die Verlässlichkeit eines Testverfahrens wird durch zwei Parameter angegeben – Sensitivität und Spezifität. Die Sensitivität eines Tests gibt an, bei wie viel Prozent der Infizierten ein Test die Infektion erkennt. Die Spezifität gibt dagegen an, zu wie viel Prozent ein Test eine gesunde Person als gesund erkennt. In der praktischen Anwendung weisen die PCR-Tests keine hundertprozentige Sensitivität auf. Ein negatives PCR-Ergebnis schließt die Möglichkeit einer Infektion mit SARS-CoV-2 somit nicht vollständig aus. Falsch-negative Ergebnisse können beispielsweise auf eine schlechte Qualität der Probenentnahme oder einen unsachgemäßen Transport zurückzuführen sein. Zudem stellt ein negatives PCR-Testergebnis lediglich eine Momentaufnahme dar. Ein falsch-negatives Ergebnis kann daher auch auf einem ungünstigen Zeitpunkt der Probenentnahme bezogen auf den Krankheitsverlauf beruhen. Unmittelbar nach der Ansteckung ist ein diagnostischer Nachweis noch nicht möglich, da in dieser Phase der Infektion noch keine nachweisbare Vermehrung des Virus im oberen Respirationstrakt erfolgt. Die Erregerlast nimmt im frühen (etwa dem präsymptomatischen) Infektionsstadium zunächst zu, erreicht dann einen Spitzenwert beziehungsweise ein Plateau und nimmt anschließend wieder ab. Bei einem negativen Testergebnis besteht insofern weiterhin das Risiko einer sich im Anfangsstadium befindlichen Infektion mit SARS-CoV-2.²¹

21 Vgl. Hinweise zur Testung von Patienten auf Infektion mit dem neuartigen Coronavirus SARS-CoV-2, Stand: 12. Januar 2022, abrufbar unter https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Vorl_Testung_nCoV.html?sessionid=1CD599F3034FAD9A7819078D6EE783DD&inter-net082?nn=13490888#doc13490982bodyText10; Ausführlich dazu Gillissen, Adrian, Übersicht zu Sensitivität und Spezifität des SARS-CoV-2-Nachweises mittels PCR." *Pneumo news* 2020, Vol. 12(5), S. 21-23, abrufbar unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7445394/>.