

Tabea Heil
Oleanderstraße 83
50127 Bergheim
tabeah2004@gmail.com

Vergleichende Betrachtung der Delta- und der Omikron-Variante von SARS-CoV-2 im Hinblick auf Impfdurchbrüche in Deutschland

Gesamtschule Bergheim
Facharbeit im GK 1 Biologie
Lehrer: Herr Schewe
Schuljahr: 2021/22

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	3
1. Corona und Covid-19 – was ist was?	4
2. Was ist das SARS-CoV-2-Virus?	5
2.1 Corona-Mutation, -Mutante, -Variante – wo liegen die Unterschiede?	5
3. Die wichtigsten Varianten des Virus‘	6
3.2 Omikron – warum ist diese Variante ansteckender als Delta?	7
3.3 Mildere Verläufe bei Omikron	7
4. Impfstoffe – und wie sie wirken	8
5. Gründe für Impfdurchbrüche	10
5.2 Vergleich Delta – Omikron	12
5.3. Weitere Forschungen	13
6. Abschlussbetrachtung	14
Quellenverzeichnis	16
Anhang	18
Erklärung	20

Einleitung

Rund zwei Jahre sind vergangen seit den ersten Berichten über eine Lungenkrankheit in der chinesischen Metropole Wuhan. Innerhalb kürzester Zeit breitete sich das Virus, das diese Lungenkrankheit ausgelöst hatte, über die ganze Welt aus. Am 27. Januar 2020 bestätigt das Münchner Tropeninstitut den ersten Corona-Fall in Deutschland. Einen Monat später spricht der damalige Gesundheitsminister Jens Spahn erstmals von einer „Epidemie“.

Seit Beginn der Pandemie haben sich in Deutschland 18.994.411 Menschen nachweislich mit dem Coronavirus infiziert. Die Zahl der Todesfälle liegt bei 127.193¹.

Mit der weiteren Verbreitung des Virus⁴ arbeitete man an der Entwicklung von Impfstoffen. Im Eilverfahren sind drei Impfstoffe gegen COVID-19 in der EU zugelassen worden: zuerst der Impfstoff von Biontech/Pfizer im Dezember 2020, danach folgte Anfang Januar 2021 der Impfstoff von Moderna, Ende Januar erteilte die EU-Kommission die bedingte Zulassung für den Impfstoff von AstraZeneca. Offizieller Impfstart in Deutschland war der 27. Dezember 2020.

Zu Beginn der Impfkampagne wurden nach Priorisierungen geimpft, also so genannte Risikopatienten (Senioren und Personen mit Vorerkrankungen) zuerst. Im Laufe der Impfkampagne konnten die Priorisierungen aufgehoben werden und es konnten und können sich alle Menschen impfen lassen, inzwischen sogar Kinder ab dem fünften Lebensjahr.

Inzwischen sind fast 80 Prozent der Gesamtbevölkerung in Deutschland gegen das Corona-Virus geimpft², gleichzeitig ist die Zahl der Infizierten so hoch wie nie (7-Tage-Inzidenz: 1.733,4)³ – man spricht hier von der „vierten Welle“ (siehe Anhang Abbildung 1).

Das wirft die Frage auf, ob und wie weit Impfungen überhaupt sinnvoll sind, da es ja auf den ersten Blick so aussieht, als würde die Impfung nicht vor einer Ansteckung bzw. Erkrankungen schützen.

1 Die Bundesregierung: Die aktuellen Fallzahlen in Deutschland. Stand: 22.03.2022

2 Statista Research Department: Impfquote gegen das Coronavirus (COVID-19) in Deutschland seit Beginn der Impfkampagne im Dezember 2020. Stand: 21.03.2022

3 RKI: COVID-19: Fallzahlen in Deutschland und weltweit. Stand: 22.03.2022

Ich möchte daher im Folgenden auf diesen Zusammenhang eingehen und erörtern, wie Impfdurchbrüche zu bewerten sind und wo es Unterschiede bei Impfdurchbrüchen hinsichtlich der Corona-Varianten Delta und Omikron gibt.

1. Corona und Covid-19 – was ist was?

Das Corona-Virus ist das zentrale Thema unserer Zeit und ein weltumspannendes Problem, das seit zwei Jahren die globale Bevölkerung beschäftigt.

Coronavirus, Covid-19 oder Sars-CoV-2 – in der Umgangssprache bezeichnen alle dasselbe, aber genau genommen gibt es Unterschiede in der Bedeutung: „Covid-19“ ist die Abkürzung für „Corona virus disease 2019“, also Corona-Virus-Erkrankung 2019. Damit ist die Erkrankung gemeint und nicht das Virus.

Der Fachausdruck für das neu aufgetauchte Virus lautet: Sars-CoV-2. Diese Abkürzung steht für „Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“. Das bedeutet „Schweres-akutes-Atemwegssyndrom-Coronavirus-2“. Oder anders gesagt: Es ist das zweite Coronavirus, das schwere Atemwegsinfektionen verursacht. Es gibt nämlich auch ein erstes, nämlich das Sars-CoV-1, das 2002 bereits eine Pandemie verursacht hatte. Damals wurden 8096 Fälle bekannt, 774 Menschen starben weltweit⁴.

Die Ursprungsform des Coronavirus wird Wildtyp genannt. Seit Beginn der Pandemie wurde der Wildtyp von mehreren Varianten abgelöst: Anfang 2021 setzte sich die zunächst in Großbritannien nachgewiesene Alpha-Variante durch, sie führte im Vergleich zum Wildtyp von SARS-CoV 2 zu schwereren Krankheitsverläufen und war leichter übertragbar. Doch auch Alpha wurde von einer noch infektiöseren Variante abgelöst: Die Delta-Variante trat in Deutschland erstmals Ende April 2021 auf und wurde innerhalb weniger Monate dominant⁵.

⁴ Medinside: Wie heisst das Virus nun eigentlich? 01.04.2020/16.04.2020

⁵ Stegmann, Rebecca: Wettlauf der Corona-Varianten. 16.01.2022

2. Was ist das SARS-CoV-2-Virus?

Beim SARS-CoV-2-Virus handelt es sich um einen Erreger, dessen Erbgut in RNA-Form codiert ist und aus rund 30.000 Nukleotiden besteht. Wie bei allen Viren kommt es auch bei dem Coronavirus zu spontanen Veränderungen des Genoms – zu Mutationen. Die vor einiger Zeit in Großbritannien („B.1.1.7“), Südafrika („B.1.351“) oder zuletzt in Brasilien und Japan („P.1“) aufgetauchten Varianten weisen jeweils mehrere Mutationen gemeinsam auf, durch die sie sich vom „Wildtyp“ unterscheiden.

Im Gegensatz etwa zum HI-Virus verändert sich das SARS-CoV-2-Virus mit einer vergleichsweise geringen Geschwindigkeit von wenigen neuen Mutationen pro Monat. Schon seit Beginn der Pandemie beobachten Wissenschaftler weltweit die Änderungen im Erbgut, indem sie das Viren-Genom stichprobenartig in seiner Gesamtheit analysieren. In Österreich bemüht sich das Forschungszentrum für Molekulare Medizin (CeMM) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) in Kooperation mit zahlreichen Partnerinstitutionen um diese Analysen. Weltweit wurden bereits hunderttausende einzelne Genome derart aufgeschlüsselt und zugänglich gemacht, wie es auf der Website der „Global Initiative on Sharing All Influenza Data“ (GISAID) heißt.

Erstmals beobachtet wurde der sogenannte „B.1.1.7.-Cluster“ – vulgo „britische Variante“ – im September 2020 in Großbritannien, wo auch bisher international die meisten Genomsequenzierungen durchgeführt wurden. Bei dem Mutations-Ensemble handelt es sich um zumindest 17 gemeinsam auftretende Veränderungen des Erbguts des SARS-CoV-2-Virus. Einige betreffen das charakteristische Spike-Protein, mit dem der Erreger an menschlichen Zellen andockt und die er zum Eindringen benützt. Eine davon ist die Mutation mit der Bezeichnung „N501y“.⁶

2.1 Corona-Mutation, -Mutante, -Variante – wo liegen die Unterschiede?

Eine Mutation ist eine spontane Veränderung. Beim Coronavirus SARS-CoV-2 bedeutet Mutation eine Veränderung in dessen Erbgut. Viren mutieren ständig, die meisten Mutationen aber haben kaum oder gar keine Auswirkungen. In manchen

⁶ Corona-Mutationen: Der "Wildtyp" und ein Buchstaben-Ziffern-Salat. 26.01.2021

Fällen aber kann der leicht mutierte Bauplan das Virus so verändern, dass es beispielsweise für den Menschen ansteckender wird. Der Begriff Mutation bezeichnet hier die Veränderung an sich. Der Begriff Mutante bezeichnet das mutierte Virus selbst sowie alle seine Nachkommen. Meist treten mehrere Mutationen gleichzeitig auf. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einer Variante des Virus⁷.

3 Die wichtigsten Varianten des Virus‘

Corona-Variante Delta (B.1.617.2):

Die Delta-Variante wurde erstmals im Oktober 2020 in Indien nachgewiesen. Es handelt sich dabei um eine Doppelmutation, das heißt, die bereits bekannten Mutationen E484Q und L452R sind in dieser Virusvariante kombiniert. Variante Delta ist infektiöser und unempfindlicher gegen Antikörper, die gegen den Wildtyp des Coronavirus gerichtet sind. Die WHO erklärte Delta am 10. Mai 2021 zur VOC (VOC: Variants of Concern, sinngemäß zu übersetzen mit „besorgniserregende Virusvariante“).

Corona-Variante Omikron (B.1.1.529):

Am 24. November 2021 berichtete das südafrikanische Gesundheitsministerium zum ersten Mal über die Variante Omikron. Am 26.11.2021 wurde sie von der WHO zur VOC erklärt, wenig später wurde sie als „sehr hohes“ Risiko eingestuft. Die Omikron-Variante besitzt im Vergleich zum ursprünglichen SARS-CoV-2 aus Wuhan eine ungewöhnlich hohe Zahl von circa 30 Aminosäureänderungen im Spike-Protein. Bei einigen von diesen ist bekannt, dass sie Einfluss auf die Übertragbarkeit des Virus haben und auf dessen Fähigkeit, der Immunantwort auszuweichen.

Ende November 2021 wurden die ersten Corona-Fälle mit der Omikron-Variante in Deutschland gemeldet, infiziert waren Reiserückkehrer aus Südafrika. Die Omikron-Variante weist mehr als 30 Mutationen im Spike-Protein auf. Omikron ist nicht nur noch deutlich ansteckender als Delta, sondern entgeht dem Impfschutz zu einem gewissen Grad. Zurzeit sind Delta und Omikron zusammen für fast 100 Prozent der Infektionen in Deutschland verantwortlich, davon gehen laut dem

⁷ BR Wissen: Welche Corona-Varianten gibt es und wie gefährlich sind sie? 28.01.2022

zuletzt veröffentlichten RKI Wochenbericht inzwischen 73,3 Prozent aller Infektionen auf Omikron zurück.^{8 9}

⁸ BR Wissen: Welche Corona-Varianten gibt es und wie gefährlich sind sie? 28.01.2022

⁹ Stegmann, Rebecca: Wettlauf der Corona-Varianten. 16.01.2022

3.1 Omikron – warum ist diese Variante ansteckender als Delta?

Zu Übertragung, Ansteckung, Schweregrad von Erkrankungen und Auswirkungen auf die Immunabwehr gibt es wegen fehlender Daten noch Unsicherheiten. Bekannt ist, dass sich Omikron vermutlich vor allem im oberen Atemwegstrakt vermehrt statt in der tiefen Lunge (wie bei Delta), was zu einer schnelleren Ausbreitung des Virus beitragen kann. Schon nach drei Tagen kann eine infizierte Person Omikron weitergeben, bei Delta dauert es einen Tag länger. Die Übertragung ist nicht nur schneller, sondern auch drei Mal häufiger als die von Delta, wie eine englische Studie zeigt.¹⁰

3.2 Mildere Verläufe bei Omikron

Dass Omikron eher milde Verläufe verursacht, also nicht so krank macht wie die anderen Corona-Viren, liegt unter anderem daran, dass die Viren – wie bereits erwähnt - in der Regel nur die oberen Atemwege, also Nasen-, Mund- und Rachenraum, die Mandeln sowie die Halslymphknoten befallen – im Gegensatz zu Delta, die die Lunge angreift. Das führt nicht nur dazu, dass das Immunsystem im oberen Bereich der Atemwege weniger stark reagiert und dadurch auch weniger Antikörper bildet, sondern dass das Hauptimmunsystem auf die Eindringlinge ebenfalls kaum reagiert und wenig Abwehrmaßnahmen einleitet. Deshalb ist es laut Experten möglich, sich mehrmals mit dem Virus zu infizieren - auch wenn die Abstände dazwischen immer größer werden.¹¹

Die einzige Möglichkeit, das Virus in all seinen Mutationen zu bekämpfen bzw. auszurotten und eine Durchseuchung der Gesamtbevölkerung zu verhindern, besteht im Impfen.

¹⁰ NDR Info: Coronavirus-Variante Omikron: Was über BA.1 und BA.2 bekannt ist. 10.03.2022

¹¹ <https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Omikron-Genesene-Immun-gegen-eine-Corona-Reinfektion,omikron258.html>

4. Impfstoffe – und wie sie wirken

Aktuell werden die folgenden Impfstoffe verimpft:

Protein-basierte Impfstoffe: Sie werden auch Subunit-Impfstoffe genannt und zu den so genannten Totimpfstoffen gezählt, weil in ihnen keine lebenden Viren enthalten sind. Diese Impfstoffe enthalten einige Mikrogramm eines ausgewählten Proteins von SARS-CoV-2. Technisch wird das Protein aber nicht direkt aus dem Coronavirus gewonnen, sondern gentechnisch hergestellt. Beispiele sind die Impfstoffe von Novavax (zugelassen), Sanofi / GSK (in Entwicklung) und dem Texas Children's Hospital / Baylor College / Biological E (zugelassen in Indien). Typischerweise enthalten Impfstoffe mit Virusprotein noch einen Wirkverstärker (Adjuvans), der das Immunsystem direkt nach der Impfung in Alarmbereitschaft versetzt. Dadurch wird es besonders aufmerksam für das injizierte Fremdprotein und baut eine Abwehr dagegen auf; die kann dann auch die eigentlichen Viren bekämpfen. Impfstoffe mit Virusprotein haben sich schon gegen andere Krankheiten bewährt, beispielsweise Hepatitis B und Grippe (hier wird das Protein allerdings meist direkt aus den Viren gewonnen).

mRNA-Impfstoffe: Diese Impfstoffe enthalten statt eines ausgewählten Virusproteins das zugehörige Gen dafür; und zwar in Form einer mRNA (messenger-RNA), eingebettet in kleine Bläschen (Lipidnanopartikel), die sie schützen und ihnen das Eindringen in Zellen ermöglichen. Für Zellen sind mRNAs etwas Alltägliches, sie erstellen sich selbst ständig mRNA-Abschriften von Genen im Zellkern, wenn sie die entsprechenden Proteine herstellen wollen. Sie benutzen eine von außen zugeführte mRNA genauso wie eine eigene: Sie stellen mehrmals damit das darin beschriebene Protein her und bauen sie dann ab. Auf diese Weise entsteht nach der Impfung im Körper Virusprotein, das dann genauso das Immunsystem aktiviert, wie es Impfstoffe mit Virusprotein tun. mRNA-Impfstoffe haben den Vorteil, dass das Herstellungsverfahren unabhängig vom jeweiligen Erreger immer gleich ist; man spart also Entwicklungszeit für das Produktionsverfahren.

Zwei mRNA-Impfstoffe gegen Covid-19 sind in der EU schon zugelassen (Comirnaty von BioNTech/Pfizer und Spikevax von Moderna). Weitere sind in Entwicklung.

DNA-Impfstoffe: Ähnlich wie mRNA-Impfstoffe funktionieren auch DNA-Impfstoffe. Bei ihnen ist das Gen für ein Virusprotein auf einem Stück DNA enthalten (beispielsweise auf einem DNA-Ring (= Plasmid). Nach dem Impfen muss das DNA-Stück in Zellen gelangen und die Zellen müssen daraufhin davon ausgehend Abschriften in mRNA erstellen, die wiederum zur Herstellung von Virusprotein dienen, das dann wie bei einem Impfstoff mit Virusprotein wirkt. Es sind hier also noch mehr Schritte zum Erzielen der Impfwirkung nötig als bei mRNA-Impfstoffen; und damit die DNA überhaupt in die Zellen gelangt, sind besondere Impfggeräte erforderlich. Ein Vorteil gegenüber mRNA-Impfstoffen ist aber, dass DNA stabiler ist und DNA-Impfstoffe deshalb weniger stark gekühlt werden müssen. In Indien hat das Unternehmen Zydus Cadila die Zulassung für den ersten DNA-Impfstoff gegen Covid-19 erhalten, genannt ZyCoV-D (es ist damit sogar der weltweit erste DNA-Impfstoff überhaupt); bislang wurde aber noch keine EU-Zulassung beantragt.

Impfstoffe mit Vektorviren: Wie bei mRNA- und DNA-Impfstoffen geht es bei Vektorviren-Impfstoffen darum, Körperzellen durch Einbringen eines Gens zur Bildung eines Proteins von SARS-CoV-2 zu bringen, das dann eine Abwehrreaktion im Immunsystem stimuliert. Das betreffende Gen wird hier jedoch mit Hilfe eines anderen, harmlosen Virus in die Zellen gebracht. Solche harmlosen, als Überbringer tauglichen Viren werden Vektorviren genannt. Beispiele sind einige Adenoviren von Schimpansen oder Gorillas und das „Modifizierte Vaccinia-Virus Ankara“ (MVA). In der EU zugelassen sind Vektorviren-Impfstoffe gegen Covid-19 von AstraZeneca (Vaxzevria) und Janssen (von Johnson & Johnson).

Impfstoffe mit inaktivierten SARS-CoV-2-Viren: Solche Impfstoffe basieren auf einem der ältesten Prinzipien der Impfstoffherstellung: Im Prinzip werden SARS-CoV-2-Viren selbst (produziert in Zellkulturen) als Impfstoff zur Stimulation einer schützenden Immunreaktion verwendet. Nur werden sie zuvor so geschädigt („abgetötet“), dass sie nicht mehr zur Vermehrung fähig sind. Solche Impfstoffe zählen nach allen unterschiedlichen Definitionen zu den Totimpfstoffen. Ein Beispiel liefert der Covid-19-Impfstoff VLA2001 von Valneva, für den positive Ergebnisse aus einer Phase III-Studie vorliegen: Das Unternehmen Valneva rechnet damit, dass sein Corona-Impfstoff im April 2022 von der EU zugelassen wird.

Peptid-Impfstoffe: Solche Impfstoffe ähneln den Impfstoffen mit Virusprotein – sie enthalten beispielsweise kein genetisches Material, aber einen Wirkverstärker (Adjuvans). Aber statt ganzer Proteine enthalten sie nur kleine Bruchstücke davon. Diese sind besonders gut dafür geeignet, nach dem Impfen eine schützende Abwehrreaktion durch T-Zellen (einen bestimmten Typ von Immunzellen) zu stimulieren. Das ist von Bedeutung für Menschen, die aufgrund einer Krebs-Chemotherapie oder eines angeborenen Immundefektes nicht gut Antikörper bilden können und daher auf ihre T-Zellen für eine Virenabwehr angewiesen sind. Noch ist kein solcher Impfstoff zugelassen, aber unter anderem die Universität Tübingen (CoVac-1) und das Berliner Unternehmen Belyntic arbeiten daran (siehe Anhang, Abbildung 3).¹²

Als vollständig geimpft gilt bislang, wer eine abgeschlossene Impfserie (zwei Dosen Moderna-, Biontech- oder Astrazeneca-Vakzine oder eine Dosis Johnson&Johnson-Impfstoff) vorweisen kann, wobei mindestens zwei Wochen zum Abschluss der Impfserie vergangen sein müssen.

4.1 Impfdurchbrüche

Als einen Impfdurchbruch definiert das Robert Koch-Institut (RKI) symptomatische Corona-Infektionen, die trotz einer vollständigen Impfung diagnostiziert werden. Geimpfte Personen, die sich infizieren, aber keine Symptome entwickeln – asymptomatische Infektionen – werden nicht dazugezählt.

Aktuell nimmt die Anzahl an Impfdurchbrüchen zu. Die Gründe für die steigende Zahl von Impfdurchbrüchen sind:

- Es gibt keinen 100%igen Schutz. Die Impfstoffe haben zwar eine sehr gute Wirksamkeit, sie beträgt aber nicht 100 Prozent. Zudem ist die Wirksamkeit der COVID-19-Impfstoffe insbesondere bei der Virusvariante Omikron geringer. Daher können die Impfungen nicht bei allen Geimpften Infektionen

¹² Die forschenden Pharma-Unternehmen: Impfstoffe zum Schutz vor der Coronavirus-Infektion Covid-19. 23.03.2022

verhindern. Infektionen bei Geimpften verlaufen aber meist ohne Symptome oder nur mit leichter Erkrankung.

- Darüber hinaus lässt der Immunschutz durch die Impfung mit der Zeit nach. Am wenigsten bei Spikevax, gefolgt von Comirnaty und Vaxzevria, während es die meisten Impfdurchbrüche bei Janssen gibt. Ein nachlassender Impfschutz ist nicht ungewöhnlich, auch einige andere Schutzimpfungen (z.B. Tetanus) müssen aufgefrischt werden.
- Verantwortlich für einen Impfdurchbruch kann auch ein schwaches Immunsystem sein. Einige Menschen bauen trotz vollständiger Impfung keinen wirksamen Immunschutz auf, weil sie zum Beispiel Medikamente nehmen müssen, die die Reaktionsfähigkeit des Immunsystems einschränken. Dazu gehören beispielsweise Krebserkrankte und Organtransplantierte. Außerdem nimmt im Alter die Fähigkeit, eine Immunantwort nach dem Impfen aufzubauen, ab. Deshalb haben auch viele ältere Menschen mitunter keinen stabilen Immunschutz mehr.¹³

Anfang 2022 berichtete das RKI, dass von den 4.000 gemeldeten Omikron-Fällen über 95 Prozent geimpft waren. WDR-Wissenschaftsredakteurin Ruth Schulz sagt dazu: „Man darf die Zahlen nicht so interpretieren, dass die Impfung quasi eine Omikron-Infektion begünstigt. Je mehr Menschen geimpft sind, desto höher sei der Anteil der Geimpften auch in Krankenhäusern.“¹⁴

Hinzu kommt: Junge Geimpfte reisen mehr, sind mobiler, haben mehr Kontakte. Sie sind somit mit Abstand häufiger dem Risiko ausgesetzt, sich mit der hochansteckenden Omikron-Variante zu infizieren als Ungeimpfte, für die viele Einschränkungen gelten.¹⁵

Das eigentlich Wichtige ist deshalb der Schutz vor schweren Verläufen. Dieser konnte in den Zulassungsstudien nicht untersucht werden, weil es zu wenige Fälle gab, um das gesichert zu beurteilen. Real-World-Studien (das sind

13 RKI: Wöchentlicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19). 30.09.2021

14 WDR: Geimpft und trotzdem mit Omikron infiziert - Wie kann das sein? 03.01.2022

15 Eckert, Nadine: COVID-19-Impfung: Wie lange der Schutz anhält. 2021

Untersuchungen an der allgemeinen Bevölkerung im realen Praxisalltag) an Millionen Menschen zeigen aber, dass auch nach sechs Monaten alle Impfstoffe fast gleich gut vor schweren Verläufen schützen, wie es kurz nach der Impfung am Gipfel der Immunantwort der Fall ist¹⁶.

Auch in einer amerikanischen Studie konnte gezeigt werden, dass nach der Impfung mit Comirnaty nach circa vier bis fünf Monaten deutlich mehr Durchbruchinfektionen stattfinden können. Die Wirksamkeit gegen schwere Erkrankungen mit einer Krankenhauseinweisung war aber immer noch hoch. Das würde zu den Immunitätsdaten anderer Studien passen, die zeigen konnten, dass insbesondere die Antikörperwerte über die Zeit abnehmen. Eine Infektion könnte die Folge sein, die auch übertragbar sein kann. Dass nach wie vor schwere Verläufe gut verhindert werden, könnte mit der sehr langfristigen Bildung von Immungedächtniszellen erklärbar sein. Solche Zellen reagieren leicht zeitverzögert nach einer Infektion und verhindern

so ein starkes Ausbreiten des Virus. Das Vorhandensein dieser wichtigen Zellen, kann aber nicht eindeutig gemessen werden.^{17 18}

4.2 Vergleich Delta – Omikron

In Bezug auf Erkrankungen mit der Delta-Variante geht das RKI bislang weiterhin von einer sehr guten Schutzwirkung der Impfstoffe von Biontech, Moderna und AstraZeneca gegen schwere Covid-19-Erkrankungen nach einer Infektion aus. Die Wahrscheinlichkeit einer symptomatischen Infektion sei bei vollständig Geimpften um 75 Prozent geringer, das Risiko eines schweren Verlaufs sinke sogar um etwa 90 Prozent.

Anders bei Omikron: Nach neuesten Angaben des Robert Koch-Instituts sind Geboosterte auf deutschen Intensivstationen kaum zu finden: Das Risiko eines Geboosterten im Alter von 60 Jahren oder älter mit Covid-19-Symptomen

16 Ärzteblatt: Impfstoffe schützen laut RKI-Daten zuverlässig vor schwerem COVID-19-Verlauf. 01.10.2021

17 The Lancet: Effectiveness of mRNA BNT162b2 COVID-19 vaccine up to 6 months in a large integrated health system in the USA: a retrospective cohort study. 04.10.2021

18 Ärzteblatt: BNT162b2: Schutz vor Hospitalisierung hält auch gegen Delta mehr als 6 Monate an. 05.10.2021

intensivmedizinisch behandelt werden zu müssen, betrug zuletzt weniger als 0,2 Prozent. Im Vergleich dazu ist die Wahrscheinlichkeit für einen Ungeimpften neun Mal höher. Schon eine Grundimmunisierung reduziert das Risiko erheblich - um gut 66 Prozent im Vergleich zu Erkrankten ohne Impfung.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kam die britische Gesundheitsbehörde UK Health Security Agency anhand der ihr vorliegenden Daten. Demnach verhindere der Booster etwa 88 Prozent der Klinikaufnahmen aufgrund von Corona.

In Bezug auf die Omikron-Variante lässt der Impfschutz bei zweifach Geimpften vermutlich relativ schnell nach. Ersten Erkenntnissen zufolge bestehe bereits ab 15 Wochen nach der zweiten Impfung kein ausreichender Schutz mehr gegenüber Omikron. Nach einer Auffrischungsimpfung mit Biontech wurde zudem eine gute Schutzwirkung auch bei Omikron festgestellt. Von dieser Wirksamkeit könne man auch bei dem Moderna-Impfstoff ausgehen, schreibt das RKI.¹⁹

Noch ist unklar, wie lange der Schutz nach Auffrischungsimpfung anhält. Daten der britischen Gesundheitsbehörde zufolge könnte auch die Wirkung des Boosters mit der Zeit nachlassen. So scheint das Risiko für Geboosterte, sich mit der Omikron-Variante zu infizieren, etwa zehn Wochen nach der Auffrischungsimpfung wieder anzusteigen. Die Gefahr schwerer Verläufe bleibt aber den Daten zufolge gering.

Wegen der jüngsten Erkenntnisse besonders zur Omikron-Variante empfiehlt die Stiko allen Menschen ab 12 Jahren eine Auffrischungsimpfung (Booster) mit einem mRNA-Impfstoff. Die dritte Impfung soll laut Empfehlung der Kommission nach mindestens drei Monaten erfolgen. Das gilt auch für Genesene: Unabhängig davon, ob sie zum Zeitpunkt der Erkrankung ungeimpft oder bereits ein- oder zweifach geimpft waren, sollten sie drei Monate nach der Infektion ebenfalls eine Auffrischungsimpfung erhalten. Menschen ab 70 Jahren sowie Pflegeheimbewohnern, Beschäftigten im Gesundheitsbereich und Immungeschwächten empfiehlt die Kommission zudem eine vierte Impfung frühestens drei Monate nach der Booster-Impfung.

Wer eine Impfung mit dem Vakzin von Johnson & Johnson erhalten hat, sollte nach der Erstimpfung eine zweite Impfung nach vier Wochen und eine Auffrischungsimpfung nach weiteren drei Monaten jeweils mit einem mRNA-

¹⁹ RKI: COVID-19-Fälle nach Meldewoche und Geschlecht sowie Anteile mit für COVID-19 relevanten Symptomen, Anteile Hospitalisierter/Verstorbener und Altersmittelwert/-median. 10.03.22

Impfstoff bekommen. Nach den jüngsten Beschlüssen gilt, wer mit Johnson & Johnson geimpft wurde, erst nach dieser dritten Impfung ebenfalls als geboostert. Diese Regelung gilt, weil Impfdurchbrüche laut RKI nach Impfungen mit dem Präparat von Johnson & Johnson relativ häufig auftraten.²⁰

4.3 Weitere Forschungen

Forschungsergebnisse aus Japan legen nahe, dass eine Covid-19-Impfung, auf die Monate später eine Infektion mit Sars-CoV-2 folgt, einen besseren Schutz gegen die Omikron-Variante bietet als ein Impfdurchbruch, der sich vergleichsweise zeitnah nach der Immunisierung ereignet.

Takeshi Arashiro vom Nationalen Institut für Infektionskrankheiten in Tokio und seine Kollegen wollten herausfinden, ob die Menschen auf Grund dieser überwiegend aus einer Quelle stammenden Immunität besonders anfällig für Omikron sind. Bislang gab es in dem Land nur wenige Impfdurchbrüche, aber »wir befürchten, dass sich ein ganz anderes Bild ergeben könnte, sobald sich die Omikron-Variante in Japan ausbreitet«, erklärt Arashiro.

Das Team sammelte Antikörper von Menschen in Japan, die zwei Dosen des Impfstoffs von Biontech/Pfizer erhalten hatten und sich später entweder mit der Alpha- oder der Delta-Variante infizierten. Anschließend testeten die Forscher die Fähigkeit dieser Antikörper, Zellen in Kultur vor einer Infektion mit dem Coronavirus zu schützen. Dabei stellten sie fest, dass die Zeitspanne zwischen der Impfung einer Person und dem Impfdurchbruch stark damit korrelierte, wie gut die Antikörper der Person die Zellen vor einer Infektion schützten – insbesondere bei Omikron.

Die Impfung führt ebenso wie eine natürliche Infektion zu einem explosionsartigen Anstieg der Antikörperproduktion, erklärt Immunologin Jenna Guthmiller von der University of Chicago in Illinois. Wenn sich eine Person kurz nach der Impfung infiziert, zirkulieren diese Antikörper wahrscheinlich noch im Blut, wo sie sich an das Virus binden und es schnell eliminieren. Stecke sich eine Person jedoch erst Monate später an, bilden langlebige Zellen, die sich an den Erreger erinnern, einen neuen und verbesserten Satz von Antikörpern. Trifft der Körper erneut auf

²⁰ RKI: STIKO-Empfehlung zur COVID-19-Impfung, 20.01.2022

das Virus, werden diese Gedächtniszellen wieder zum Einsatz gerufen und haben die Möglichkeit, die Antikörper zu verfeinern, so dass sie einen besseren Schutz gegen nachfolgende Infektionen bieten.²¹

Es ist also anzunehmen, dass in Zukunft nicht nur der Impfstoff und die Häufigkeit der Impfungen („Booster“), sondern auch der Zeitpunkt aller weiteren Impfungen wichtig werden könnten, um sich wirksam gegen eine Covid-Erkrankung zu schützen.

5. Abschlussbetrachtung

Angesichts der dargestellten Erkenntnisse über die Omikron-Variante ist anzunehmen, dass es in naher Zukunft immer mehr Impfdurchbrüche geben wird – die

immer weiter steigenden Infektionen und die gleichzeitige Zunahme an Impfungen bestätigen das. Interessant daran ist, dass eine Infektion bei einer Vollimmunisierung sogar noch einen größeren Schutz zu bieten hat als eine weitere Booster-Impfung. Forscher um den Molekularbiologen Tafesse Fikadu von der Universität Portland in den USA haben nämlich herausgefunden, dass Menschen, die von einem Impfdurchbruch genesen sind, vier bis fünf Mal so viele neutralisierende Antikörper im Blut hatten wie die doppelt geimpfte Vergleichsgruppe, die nicht erkrankt war. Laut der Studie hatten die Personen mit einer überstandenen Durchbruchinfektion etwa fünf Mal so viele Antikörper vom Typ IgA wie die lediglich vollständig Geimpften. IgA-Antikörper kommen vor allem auf den Atemschleimhäuten vor. Dieser Unterschied ergebe sich möglicherweise durch die unterschiedlichen Wege, wie die Antigene in den Körper gelangen. Bei der Impfung erfolgt das durch eine Spritze ins Muskelgewebe, bei der Infektion über Aerosole in die Atemwegszellen²².

Es ist deshalb anzunehmen und es steht zu hoffen, dass das Virus ausgerottet werden kann, indem viele Menschen einen Impfdurchbruch erleiden – so gesehen hat ein Impfdurchbruch etwas Positives.

21 Sidik, Saima May: Immunität gegen Omikron könnte eine Frage des Timings sein. 12.01.2022

22 mdr: Antikörper-Boost nach Impfdurchbruch: zehn mal stärker als nach Impfung. 16.12.2021

Quellenverzeichnis

1 – Ärzteblatt: BNT162b2: Schutz vor Hospitalisierung hält auch gegen Delta mehr als 6 Monate an.

In: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/sw/COVID-19?s=&p=1&n=1&nid=127889>), 24.03.2022

2 - Ärzteblatt: Impfstoffe schützen laut RKI-Daten zuverlässig vor schwerem COVID-19-Verlauf. In:

<https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/sw/COVID-19?s=&p=1&n=1&nid=127787>, 24.03.2022

3 - BR Wissen: Welche Corona-Varianten gibt es und wie gefährlich sind sie?

In: <https://www.br.de/nachrichten/wissen/welche-corona-varianten-gibt-es-und-wie-gefaehrlich-sind-sie,SNIN0gw>, 24.03.2022

4 - Die Bundesregierung: Die aktuellen Fallzahlen in Deutschland.

In: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/coronavirus/fallzahlen-coronavirus-1738210>, 24.03.2022

5 - Die forschenden Pharma-Unternehmen: Impfstoffe zum Schutz vor der Coronavirus-Infektion Covid-19.

In: <https://www.vfa.de/de/arsneimittel-forschung/woran-wir-forschen/impfstoffe-zum-schutz-vor-coronavirus-2019-ncov>, 24.03.2022

6 - Eckert, Nadine: COVID-19-Impfung: Wie lange der Schutz anhält.

In: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/sw/COVID-19?s=&p=1&n=1&aid=221355>, 24.03.2022

7 – mdr: Antikörper-Boost nach Impfdurchbruch: zehn mal stärker als nach Impfung.

In: <https://www.mdr.de/wissen/covid-impfdurchbruch-durchbruchsinfektion-corona-antikoerper-schutz-100.html#Quelle>, 24.03.2022

8 - Medinside: Was heißt das Virus nun eigentlich?

In: <https://www.medinside.ch/de/post/wie-heisst-das-virus-nun-denn-eigentlich>, 24.03.2022

9 - Medizinische Information Live: Corona-Mutationen: Der "Wildtyp" und ein Buchstaben-Ziffern-Salat.

In: <https://www.medinlive.at/wissenschaft/corona-mutationen-der-wildtyp-und-ein-buchstaben-ziffern-salat>, 24.03.2022

10 - NDR Info: Coronavirus-Variante Omikron: Was über BA.1 und BA.2 bekannt ist.

In: <https://www.ndr.de/nachrichten/info/Coronavirus-Variante-Omikron-Was-ueber-BA1-und-BA2-bekannt-ist,omikron102.html>, 24.03.2022

11 - RKI: COVID-19: Fallzahlen in Deutschland und weltweit.

In: https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Fallzahlen.html, 24.03.2022

12 - RKI: COVID-19-Fälle nach Meldewoche und Geschlecht sowie Anteile mit für COVID-19 relevanten Symptomen, Anteile Hospitalisierter/Verstorbener und Altersmittelwert/-median.

https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Daten/Klinische_Aspekte.html, 24.03.22

13 - RKI: STIKO-Empfehlung zur COVID-19-Impfung.

<https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Impfen/ImpfungenAZ/COVID-19/Impfempfehlung-Zusfassung.html>, 24.03.2022

14 – RKI: Wöchentlicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19).

In:

https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Wochenbericht/Wochenbericht_2021-09-30.pdf?__blob=publicationFile, 24.03.2022

- 15 - Sidik, Saima May: Immunität gegen Omikron könnte eine Frage des Timings sein, Coronainfektionen Monate nach einer Covid-Impfung schützen besser vor der Omikron-Variante als ein früherer Durchbruch. Darauf deutet ein Preprint hin.
In: <https://www.spektrum.de/news/durchbruchinfektion-immunitaet-gegen-omikron-eine-frage-des-timings/1970056>, 24.03.22
- 16 - Statista Research Department: Impfquote gegen das Coronavirus (COVID-19) in Deutschland seit Beginn der Impfkampagne im Dezember 2020.
In: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1196966/umfrage/impfquote-gegen-das-coronavirus-in-deutschland>, 24.03.2022
- 17 - Stegmann, Rebecca: Wettlauf der Corona-Varianten.
In: <https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/varianten-corona-101.html>, 24.03.2022
- 8 - Tartof, Sara Y, PhD; Slezak, Jeff M, MS; Fischer, Heidi, PhD; Hong, Vennis, MPH; Ackerson, Bradley K, MD; Ranasinghe, Omesh N, MPH; Frankland, Timothy B, MA; Ogun, Oluwaseye A, MD; Zamparo, Joann M, MPH; Gray, Sharon, MS; Valluri, Srinivas R, PhD; Pan, Kaije, MS; Angulo, Frederick J, PhD; Jodar, Luis, PhD; McLaughlin, John M, PhD: Effectiveness of mRNA BNT162b2 COVID-19 vaccine up to 6 months in a large integrated health system in the USA: a retrospective cohort study.
In: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(21\)02183-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(21)02183-8/fulltext), 24.03.2022
- 19 – WDR: Geimpft und trotzdem mit Omikron infiziert - Wie kann das sein?
<https://www1.wdr.de/nachrichten/themen/coronavirus/impfdurchbruch-krankenhaus-schwerer-verlauf-100.html>, 24.03.2022

Anhang

Corona-Impfquoten in Deutschland

Geimpfte Bevölkerung nach Bundesländern

Bundesland	mind. einmal	mind. zweimal	dreimal ▼
Schleswig-Holstein	80,4 %	80,6 %	71,4 %
Saarland	82,4 %	82,1 %	65,5 %
Bremen	90,2 %	89,0 %	64,2 %
Niedersachsen	78,4 %	77,5 %	62,9 %
Nordrhein-Westfalen	80,4 %	78,8 %	60,9 %
Hamburg	83,0 %	82,9 %	59,4 %
Berlin	77,6 %	76,9 %	59,2 %
Rheinland-Pfalz	77,5 %	75,0 %	58,5 %
Baden-Württemberg	73,9 %	74,0 %	56,7 %
Mecklenburg-Vorpommern	74,3 %	74,3 %	56,3 %
Hessen	76,7 %	74,5 %	56,0 %
Bayern	74,0 %	74,7 %	55,7 %
Sachsen-Anhalt	71,9 %	73,0 %	53,7 %
Brandenburg	69,4 %	68,9 %	51,3 %
Thüringen	70,2 %	70,1 %	51,3 %
Sachsen	65,3 %	64,4 %	47,6 %
Deutschland	76,5 %	75,8 %	58,3 %

Zwei- und dreimal Geimpfte inkl. Genesene mit einer bzw. zwei Impfdosen. Zweimal Geimpfte inkl. J&J-Einmalgeimpfte, dreimal Geimpfte inkl. J&J-Erstgeimpfte mit einer weiteren Impfung.

Quelle: [RKI](#) (Stand 22.03.2022)

Abb. 1: Corona Impfquoten in Deutschland

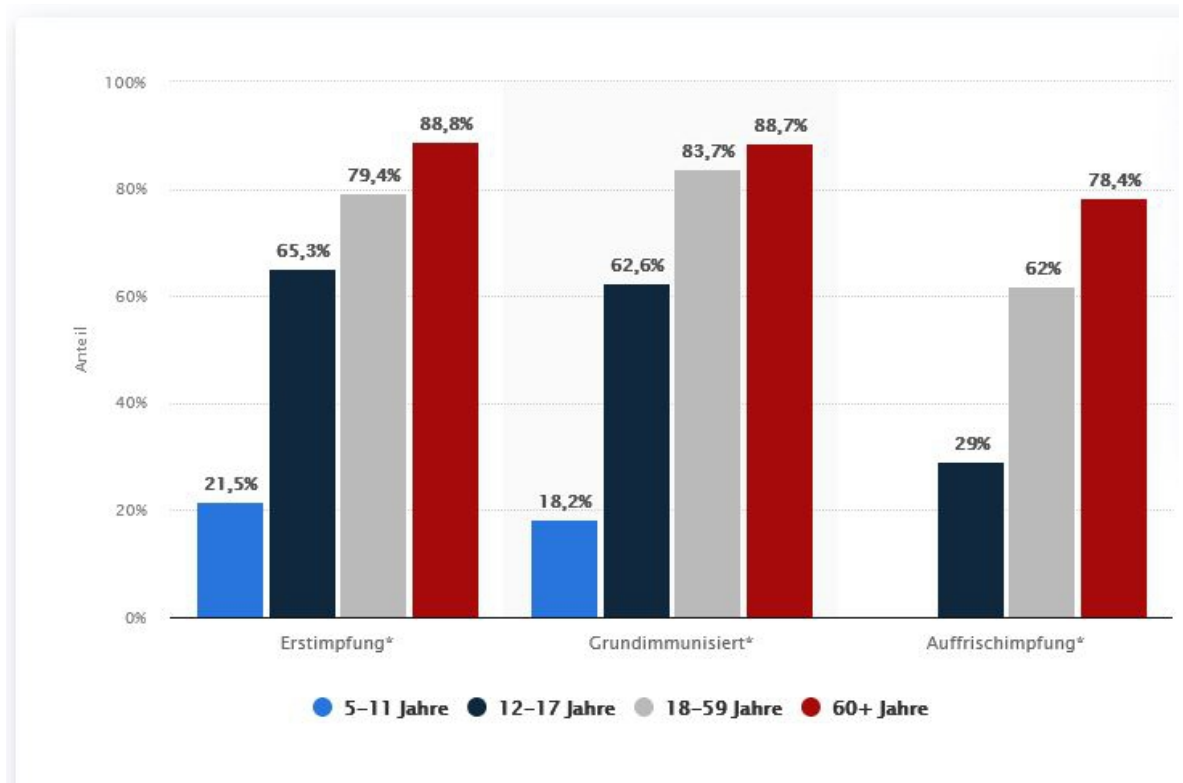


Abb. 2:

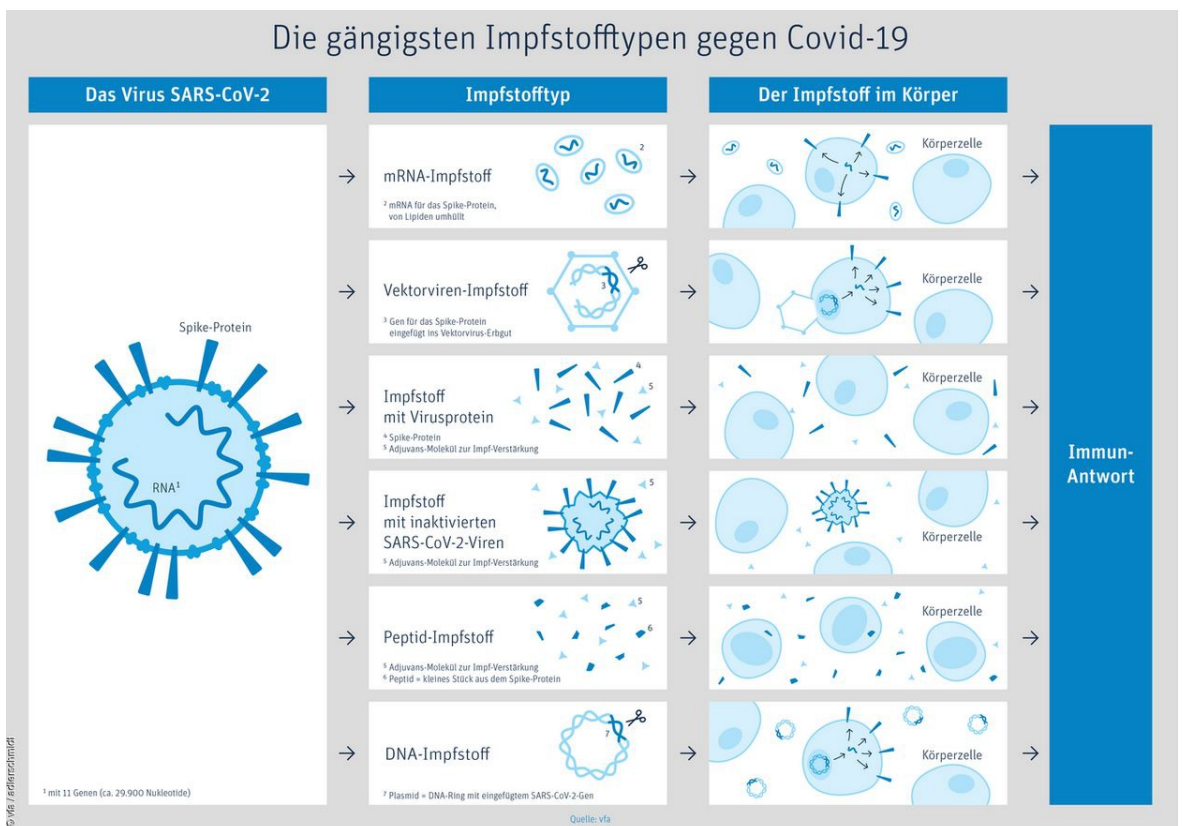


Abb. 3: Die gängigsten Impfstofftypen gegen Covid-19

Erklärung

„Ich erkläre, dass ich die Facharbeit ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.“

Tabea Heil

Bergheim, 24.03.22