

# Impfen – Ja? Nein? Vielleicht?

## Was ist dran an den Argumenten gegen die Coronaimpfungen?

Seit Anfang Juni 2021 ist die Priorisierung für die Coronaimpfungen in Deutschland aufgehoben, sodass alle die Möglichkeit haben, sich impfen zu lassen.<sup>4</sup> Trotzdem nimmt die Anzahl der wöchentlichen Impfungen seit Mitte Juni ab.<sup>6</sup> Das hat verschiedene Ursachen. Ein Grund ist laut einem Bericht des European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC; übersetzt: Europäischen Zentrums für Krankheitsprävention und -kontrolle), dass vor allem im Internet viele Fehlinformationen zu einem weiten Themenbereich um das Impfen verbreitet werden.<sup>8</sup> Die Entscheidung, sich impfen zu lassen, sollte nicht auf Fehlinformationen, sondern auf wissenschaftlichen Fakten basiert sein und gut informiert getroffen werden.

Um es allen Unentschlossenen zu erleichtern, sich zu informieren und zu unterscheiden, welche Argumente wissenschaftlich begründet sind und welche nicht, betrachtet dieser Text Behauptungen, die häufig gegen die Coronaimpfungen verwendet werden. Jede der 12 Behauptungen wird mit einem der folgenden Symbole beurteilt:



Das Argument kann widerlegt werden.

oder:



Das Argument gilt (teilweise). Es kommt auf die Abwägung von Risiken und Nutzen an.

### Betrachtete Argumente:

1. Eine Impfung gegen Covid-19 ist nicht notwendig
  2. Die Entwicklung und die Zulassung waren übereilt
  3. Die neuen Technologien sind nicht ausreichend erforscht
  4. Die meisten Menschen waren schon infiziert
  5. Es ist nicht sicher, ob eine Impfung wirkt
  6. Geimpfte können trotzdem andere infizieren
  7. Die Impfungen können schwerwiegende Nebenwirkungen haben
  8. Die Impfung wirkt nicht gegen die verschiedenen Varianten
  9. Genesene benötigen keine Impfung
  10. Es ist unklar, wer im Fall von Impfschäden haftet
  11. Die Impfung kann unfruchtbar machen
  12. Die Impfstoffe werden mit unethischen Methoden entwickelt und hergestellt
- Schlussfolgerungen



### 1. Eine Impfung gegen Covid-19 ist nicht notwendig<sup>1</sup>

Eine Impfung wird als notwendig angesehen, wenn die dadurch verhinderte Erkrankung eine Bedrohung darstellt, z.B. durch schwere und tödliche Verläufe oder Langzeitfolgen. Covid-19 wird vom SARS-Coronavirus-2 ausgelöst und ist eine ernstzunehmende Krankheit, die zwar vor allem – aber nicht nur – ältere Personen und Menschen mit Vorerkrankungen gefährdet. Wie hoch das **Risiko ist, an Covid-19 zu sterben**, kann momentan nur geschätzt werden. Es hängt vom Alter der Erkrankten ab. Wenn man aber davon absieht und eine sehr einfache und grobe Berechnung durchführt, so ergibt sich das folgende Bild: Aktuell versterben 24 von



1.000 positiv getesteten Personen an bzw. mit Covid-19. Allerdings werden bei dieser Berechnung Infizierte, die nicht getestet wurden, nicht mitgezählt. Manche Autor\*innen vermuten eine Dunkelziffer von ähnlicher Größe wie die Anzahl der Infizierten.<sup>1</sup> Das Risiko, dass eine infizierte Person stirbt, ist dadurch vermutlich geringer. Insgesamt ist diese Berechnung von vielen Faktoren abhängig – zum Beispiel dem Durchschnittsalter einer Bevölkerung, der Qualität der medizinischen Versorgung und der Änderungen in der Teststrategie. Vor allem Letztere haben im Verlauf der Pandemie zur Veränderung der Risikoeinschätzung geführt.<sup>7</sup>

Von Ende März bis Mitte April 2020 und im Dezember 2020 lag in Deutschland eine Übersterblichkeit vor, die auf Covid-19 zurückzuführen ist.<sup>9</sup> Das heißt, dass in diesen Monaten mehr Menschen gestorben sind, als im Durchschnitt der vorherigen Jahre. Im Dezember 2020 betrug die Übersterblichkeit 29%.<sup>5</sup>

#### Übersterblichkeit im Dezember 2020:

Anzahl der Verstorbenen im Dezember 2020:	106.607
Durchschnittliche Anzahl Verstorbener im Dezember der Jahre 2016 - 2019:	82.569

Im Dezember 2020 starben 24.038 Personen mehr als im Durchschnitt der Vorjahre (2016 - 2019):

$$106.607 - 82.569 = 24.038$$

Die Berechnung der prozentualen Übersterblichkeit (die Sterblichkeit der Vorjahre wird als Referenz mit 100% betrachtet) ergibt damit:

$$106.607/82.569 = 1,29 = 129\%$$

$$129\% - 100\% = 29\%$$

Quelle<sup>5</sup>

Aber nicht nur die Anzahl der Verstorbenen ist wichtig, auch die Anteile von **Infizierten mit schweren Verläufen und mit Langzeitfolgen** müssen berücksichtigt werden. Laut Robert-Koch-Institut (RKI) wurden im Verlauf der Pandemie zwischen 5 und 22 von 100 gemeldeten Infizierten im Krankenhaus behandelt. Durchschnittlich blieben nur 18 von 100 positiv Getesteten symptomlos.<sup>10</sup> Langzeitfolgen von Covid-19 (Long-Covid) sind momentan nicht einheitlich definiert. In manchen Studien werden Symptome bereits drei Wochen nach der Covid-19-Diagnose als Long-Covid bezeichnet, in anderen Studien erst ab 24 Wochen nach der Diagnosestellung. Entsprechend unterschiedlich sind auch die errechneten Häufigkeiten von Long-Covid. Die Studien ergeben, dass zwischen 5 und 80 von 100 akut Erkrankten Langzeitfolgen entwickeln. Die häufigsten Symptome sind Schmerzen in der Brust, Fatigue (Erschöpfungssyndrom), Atembeschwerden und Husten. Wie lang diese Symptome anhalten, ist unklar.<sup>11</sup>

Die Risiken im Überblick:

#### Von 1.000 positiv Getesteten...

- ... entwickeln ca. 820 Personen Symptome.
- ... müssen zwischen 50 und 220 Menschen im Krankenhaus behandelt werden.
- ... leiden zwischen 50 und 800 Personen an Long-Covid.
- ... sterben ca. 24 Menschen.

Sowohl die Anzahl der Todesfälle als auch die möglichen Langzeitfolgen zeigen, dass die Impfung notwendig ist.



## 2. Die Entwicklung und die Zulassung waren übereilt<sup>4</sup>

Momentan sind 4 Impfstoffe in Deutschland zugelassen (Produkte der Hersteller BioNTech, Moderna, AstraZeneca, Johnson & Johnson).<sup>12</sup> Die Zulassung innerhalb eines Jahres ist im Vergleich zum bisher kürzesten Verfahren zur Zulassung einer Mumpfsimpfung (ca. 4 Jahre) sehr schnell.<sup>13</sup> Das hat mehrere Gründe:

Sowohl mRNA-Impfstoffe (BioNTech, Moderna) als auch Vektorimpfstoffe (AstraZenca, Johnson & Johnson) sind genbasiert.<sup>14</sup> Die Technologien hinter diesen **relativ neuen Verfahren** ermöglichen eine schnellere Entwicklung neuer Impfstoffe.<sup>14</sup> Die Phasen klinischer Studien, die normalerweise nacheinander durchlaufen werden, gingen ineinander über. Zeit wurde damit gespart, dass man eine Studie nicht beendet hat und somit die bestehende Infrastruktur für den nächsten Schritt verwenden konnte. Auch waren Entscheidungsprozesse zur Weiterführung der klinischen Testung enger getaktet. Es wurde **viel Geld investiert**, um erfolgreiche Forschung zu ermöglichen.<sup>15, 16</sup> Damit konnten Finanzierungsrisiken einer klinischen Entwicklung besser getragen werden. Auch die **Erkenntnisse zu anderen Coronaviren** waren hilfreich.<sup>12</sup>

Die Zulassungsverfahren wurden durch verschiedene Mechanismen beschleunigt: Zum einen wurden die **Ressourcen** (z. B. Personal) aufgestockt und ein kontinuierlicher Austausch zwischen Forschenden und der Europäischen Arzneimittel-Agentur (EMA) ermöglicht, sodass die Standards trotz beschleunigter Prozesse eingehalten werden konnten. Außerdem gab es ein sogenanntes **Rolling-Review-Verfahren** (fortlaufende Begutachtung), in dem alle Daten durch die EMA geprüft wurden, sobald sie verfügbar waren. Es wurde nicht erst mit der Beurteilung begonnen, als die Daten vollständig vorlagen.<sup>15</sup>

Schließlich wurden die Impfstoffe „**unter besonderen Bedingungen**“ zugelassen.<sup>17-20</sup> Diese Art von Zulassung ist möglich, **wenn der Nutzen durch die schnelle Verfügbarkeit die Risiken überwiegt**. Die Ansprüche an Sicherheit, Wirksamkeit und Qualität werden dabei nicht gesenkt, obwohl die zu Verfügung stehenden Daten weniger umfangreich sind.<sup>21</sup> Die Hersteller müssen nach der Zulassung weitere Daten vorlegen, die die EMA prüft, um Nutzen und Risiken erneut abzuwägen. Für das Vorlegen der Daten werden bereits bei der Zulassung Fristen gesetzt.<sup>21</sup> Die meisten Fristen für die Coronaimpfungen laufen Mitte 2021 aus. Das heißt, dass ab Juli 2021 nur noch Ergebnisse zu **spät auftretenden Nebenwirkungen und der Dauer der Wirkung ausstehen** (s. 7. und 9.). Die kurze Wirkungsdauer eines Impfstoffes könnte zwar Auffrischungsimpfungen notwendig machen, stellt aber keine Gefahr dar.<sup>17-20</sup> Um seltene Nebenwirkungen möglichst früh zu erkennen, werden die Coronaimpfstoffe zusätzlich kontrolliert, in weiteren Studien erforscht und es wird zur Meldung von Verdachtsfällen aufgerufen. Das sind Standards, die bei allen neu zugelassenen Wirkstoffen umgesetzt werden – auch nach normalen Zulassungsverfahren. Sie sind kein Zeichen für eine geringe Sicherheit oder Wirksamkeit.<sup>22</sup> Zur Überwachung von Wirksamkeit und Sicherheit der Coronaimpfstoffe in Deutschland wurde die App SafeVac 2.0 entwickelt, mit der Geimpfte bis zu einem Jahr nach der Coronaimpfung Angaben zu Verträglichkeit und zu eventuellen Infektionen mit dem SARS-Coronavirus-2 machen können.<sup>23</sup>

**Auch wenn die Wirksamkeit, Sicherheit und Qualität der Impfstoffe mit den gleichen Standards der EMA geprüft werden wie bei normalen Zulassungsverfahren, basiert die Zulassung momentan noch auf geringeren Datenmengen. Bis alle Daten zu spät**

auftretenden Nebenwirkungen und der Dauer der Wirkung vollständig vorliegen, wird es – je nach Impfstoff – noch zwischen eineinhalb und knapp drei Jahren dauern.<sup>17-20</sup>



### 3. Die neuen Technologien sind nicht ausreichend erforscht<sup>1</sup>

Die mRNA-Technologie ist relativ neu. Seit etwa 10 Jahren wird an diesem Verfahren für den Einsatz am Menschen gearbeitet. Vor den Coronaimpfungen gab es noch keine für Menschen zugelassene Medikamente oder Impfstoffe, die diese Technologie verwenden. Trotzdem wurde sie nicht innerhalb eines Jahres erfunden. In der Krebsforschung wird die Technik **seit Mitte der 90er Jahre erforscht**. Damals fanden Studien an Tieren statt.<sup>24, 25</sup> Auch vor der Coronapandemie haben Menschen bereits mRNA-basierte Wirkstoffe erhalten. Eine Studie von BioNTech startete 2012, Moderna verabreichte 2015 die ersten Dosen an Menschen.<sup>26, 27</sup> Seitdem wurden weitere Studien durchgeführt.<sup>28</sup> Teile der mRNA-Technologie – beispielsweise die Lipidnanopartikel (s. unten) – waren schon vor der Pandemie zugelassen, sodass die bereits zugelassene Technik für mRNA-Impfstoffe weiterentwickelt und diese dann schnell zugelassen werden konnten.<sup>29</sup> Auch Vektorimpfstoffe funktionieren mit einer relativ neuen Technologie. Gegen Ebola und Dengue-Fieber waren Impfstoffe mit viralen Vektoren aber bereits vor der Pandemie zugelassen und im Einsatz.<sup>14</sup>

Im Unterschied zu klassischen Tot- und Lebendimpfstoffen enthalten mRNA- und Vektorimpfstoffe keine abgetöteten oder abgeschwächten Erreger, die die Immunantwort auslösen.<sup>30</sup> Da das Immunsystem auf die dann ungefährlichen Erreger nicht ausreichend reagiert, muss die Immunantwort auf diese Impfstoffe durch sogenannte Adjuvantien verstärkt werden. Die Hilfsstoffe provozieren jedoch häufig auch eine Impfreaktion.<sup>31</sup> Die Coronaimpfstoffe bestehen aus Teilen der Virus-mRNA (Boten-Ribonukleinsäure: BioNTech und Moderna) oder Teilen der Virus-DNA (Desoxyribonukleinsäure: AstraZeneca und Johnson & Johnson), also aus **genetischer Information**. Im Fall der Coronaimpfungen ist der **Bauplan des Spike-Proteins** enthalten, das sich auf der Oberfläche des Coronavirus befindet. Bei Vektorimpfstoffen ist dieser Bauplan in **für Menschen unschädliche Viren** – sogenannte Vektoren – verpackt und wird nach der Impfung in die umliegenden Zellen aufgenommen.<sup>32</sup> In mRNA-Impfstoffen ist das mRNA-Molekül von Fettstoffen – sogenannten Lipiden – umgeben. Auch diese **Lipid-Nanopartikel** ermöglichen die Aufnahme in die Zellen und sind ungefährlich.<sup>30</sup> In den Zellen wird die DNA bzw. mRNA abgelesen und das Spike-Protein des Coronavirus produziert.<sup>33</sup> Die mRNA muss dafür nicht in den Zellkern eindringen, die DNA allerdings schon, wodurch eine räumliche Nähe zum menschlichen Erbgut hergestellt wird. Dass die DNA aus dem Impfstoff in das menschliche Erbgut aufgenommen wird, kann deshalb nicht 100%ig ausgeschlossen werden. Daraus resultierende Spätfolgen sind jedoch sehr unwahrscheinlich (s. 7.).<sup>33</sup> Außerdem handelt es sich nur um Zellen an der Einstichstelle, denn der Impfstoff wird nicht im gesamten Körper verteilt.<sup>32</sup> Da nur das Spike-Protein des Coronavirus vom Körper produziert wird und nicht das komplette SARS-Coronavirus-2, kann aufgrund einer Impfung keine Covid-19-Erkrankung entstehen. Trotzdem wird das Protein (Eiweiß) vom Immunsystem als fremd erkannt und es kommt zur gewünschten Abwehrreaktion. Anschließend wird die mRNA bzw. DNA abgebaut, sodass keine weiteren Spike-Proteine hergestellt werden.<sup>32, 34</sup>

Zwar werden genbasierte Impfstoffe mit Methoden der Gentechnik entwickelt und hergestellt, der Wirkmechanismus im menschlichen Körper kann aber nicht als Gentechnik bezeichnet werden, da die **menschlichen Gene nicht verändert** werden.



Weitere Impfstoffe werden von der EMA geprüft, darunter ein in China entwickelter Totimpfstoff.<sup>35</sup> In Zukunft könnte es also auch Impfstoffe geben, die altbewährte Techniken verwenden.

**Solange nur genbasierte Impfstoffe zugelassen sind, muss zwischen den Risiken einer Infektion und den Risiken der Impfung mit mRNA- oder Vektorimpfstoffen abgewogen werden. Obwohl die Erfahrungen mit den neuen Technologien bisher begrenzt sind, sind sie gut erforscht und können zur Anwendung kommen.**



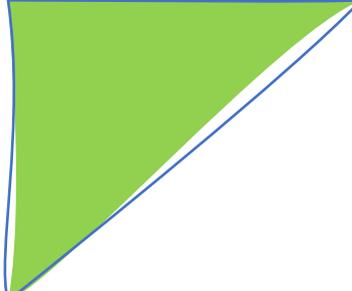
#### 4. Die meisten Menschen waren schon infiziert<sup>4</sup>

Wären die meisten Menschen schon im Jahr 2020 infiziert gewesen, wäre das eine positive Nachricht. Diese Infizierten wären dann zumindest für einige Monate immun gegen das SARS-Coronavirus-2 (s. 9.). Je mehr Menschen immun sind, umso langsamer kann sich das Virus verbreiten. Im Idealfall wird die Ausbreitung sogar gestoppt, weil eine infizierte Person vor allem immunen Menschen begegnet und dadurch kaum bzw. keine weiteren Personen infiziert. In diesem Fall spricht man von **Herdenimmunität**, die auch bisher nicht Infizierte und nicht Geimpfte schützen kann.<sup>36</sup>

Um anzugeben, wie viele Menschen immun sein müssen, um die Ausbreitung des Virus zu stoppen, wird die sogenannte **Basisreproduktionszahl** ( $R_0$ ) benötigt. Diese Zahl gibt an, wie viele Menschen durchschnittlich von einer infizierten Person, während sie selbst infektiös ist, angesteckt werden, vorausgesetzt niemand ist gegen die Erkrankung immun und es werden keine Maßnahmen zur Eindämmung des Virus eingesetzt – z.B. Maskenpflicht.<sup>37</sup> Bei einer Basisreproduktionszahl von 1, steckt jede infizierte Person während ihrer Infektiösität eine weitere an. Die Anzahl der aktuell infizierten Personen bleibt dadurch gleich. Bei einer Zahl größer als 1 steigt die Zahl der Infizierten an, da eine infizierte Person mehrere Personen ansteckt. Die Basisreproduktionszahl kann auch eine Kommazahl sein, da sie nur einen Durchschnittswert angibt. Bei 1,5 stecken also manche Personen keine oder nur eine weitere an und andere infizieren mehrere Personen. Die Basisreproduktionszahl ist davon abhängig, wie stark und wie lange infizierte Personen typischerweise ansteckend sind und kann dadurch je nach Variante des Coronavirus unterschiedlich sein.

Zusätzlich zur Basisreproduktionszahl kann auch die **effektive Reproduktionszahl** angegeben werden. Sie zeigt, wie viele Menschen von einer infizierten Person angesteckt werden und bezieht dabei auch die Maßnahmen zur Eindämmung der Pandemie ein. Sobald Maßnahmen wirken, sinkt die effektive Reproduktionszahl unter die Basisreproduktionszahl. Bei Änderungen der Maßnahmen verändert sich auch die effektive Reproduktionszahl.<sup>38</sup>

Das RKI gibt die Basisreproduktionszahl des SARS-Coronavirus-2 mit 2,8 bis 3,8 an.<sup>38</sup> Eine exakte Angabe ist nicht möglich, da viele Faktoren die Ausbreitung des Virus beeinflussen und in den meisten Ländern Maßnahmen zur Eindämmung gelten. Die Studien kommen dadurch zu unterschiedlichen Ergebnissen. Mit der Formel  $1 - (1/R_0)$  kann dann berechnet werden, ab welchem Anteil immuner Personen die effektive Reproduktionszahl gleich 1 ist, falls keine weiteren Maßnahmen gegen Ansteckungen erfolgen. Ab dieser Schwelle spricht man von Herdenimmunität, da sich die Erkrankung nicht weiter ausbreitet.<sup>37</sup> Die Formel lässt sich am einfachsten an der Basisreproduktionszahl von 4 erklären. Ohne Immunität würde eine infizierte Person vier weitere infizieren. Um die Ausbreitung zu verhindern, dürfte es lediglich eine Person sein, die anderen drei Personen müssten immun sein. Das ergibt eine benötigte Immunität von drei der 4 Personen:


$$\begin{aligned} \text{Für } R_0 = 4: \\ 1 - (1/4) = 3/4 = 0,75 = 75\% \end{aligned}$$

Für das SARS-Coronavirus-2 ergeben sich je nach Basisreproduktionszahl die folgenden Rechnungen:

$$\begin{aligned} \text{Für } R_0 = 2,8: \\ 1 - (1/2,8) = 0,643 = 64,3\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Für } R_0 = 3,8: \\ 1 - (1/3,8) = 0,737 = 73,7\% \end{aligned}$$

Wenn keine weiteren Maßnahmen zur Verringerung der Ausbreitung des Virus gelten, müssten also mindestens 64 von 100 Personen immun sein, um durch die Herdenimmunität auch bisher nicht immune Personen zu schützen. Andersherum kann man sagen, dass mindestens 64 von 100 Personen immun sein müssten, damit weder die Impfung noch andere Maßnahmen notwendig wären, um die Ausbreitung des Virus zu verhindern. Da die Basisreproduktionszahl der Alpha- und Delta-Variante höher ist, wird für sie ein noch höherer Wert von mindestens 80% angenommen (s. 8.).<sup>36</sup>

Wie viele Menschen bereits mit Covid-19 infiziert waren, ist jedoch unklar. Dem RKI wurden bisher gut 3,7 Millionen positiv getestete Personen gemeldet.<sup>39</sup> Dabei sind die nicht dokumentierten (teilweise asymptomatischen) Infektionen allerdings nicht berücksichtigt.

Um zu ermitteln, wie viele Menschen insgesamt – ob positiv getestet oder undokumentiert / asymptomatisch – infiziert waren, wird vor allem untersucht, wie viele Personen **Antikörper** gegen das Virus im Blut haben. Antikörper sind Teil des Immunsystems und werden als Abwehr gegen Krankheitserreger gebildet. Antikörper gegen das SARS-Coronavirus-2 erkennen die Viren im Blut und hindern sie daran, in Körperzellen einzudringen.<sup>40</sup> Eine deutsche Studie testete zahlreiche Blutspenden und stellte im April 2021 Antikörper in ca. 17 von 100 Spenden fest. Knapp 14 davon sind durch eine natürliche Infektion entstanden. Die restlichen 3 wurden aufgrund von Impfungen erreicht.<sup>41</sup>

Das Testen auf Antikörper hat Schwächen: Antikörper sind nicht dauerhaft im Blut vorhanden.<sup>42</sup> Dadurch kann eine stattgefunden Infektion auf diesem Weg nicht mehr nachgewiesen werden. Trotzdem kann noch ein Schutz gegen eine Infektion durch **T-Zellen** bestehen. Auch sie sind Zellen des Immunsystems, die infizierte Körperzellen unschädlich machen und eine erneute Antikörperproduktion anregen, sobald das Virus erneut in den Körper eindringt.<sup>43</sup> Die Antikörperstudien erfassen also nicht alle Menschen, die gegen Covid-19 geschützt sind. Der Nachweis der T-Zellen ist jedoch deutlich aufwendiger als der Test auf Antikörper. Einfachere Verfahren zum T-Zell-Nachweis wurden erst kürzlich entwickelt. Dadurch existieren momentan kaum Studien zur T-Zell-Immunität der Bevölkerung.<sup>44</sup>

Es ist also unklar, wie hoch die Dunkelziffer der Coronainfizierten tatsächlich ist. Sie beeinflusst die Höhe des Risikos, an einer Infektion mit dem SARS-Coronavirus-2 zu sterben. Eine höhere Dunkelziffer würde ein geringeres Risiko bedeuten, da insgesamt mehr Menschen infiziert sind oder waren, während die Anzahl der Todesfälle zuverlässiger erfasst werden kann.<sup>45</sup> Die Zahl der erwarteten Todesfälle kann unter der Annahme verschiedener Risiken, an einer Coronainfektion zu sterben, berechnet werden:

Angenommen die Infektion breitet sich bis zu einer Durchseuchung von 80% (Herdenimmunität) aus und das Risiko entspricht der vom RKI angegebenen Sterblichkeit ohne Dunkelziffer (s. 1.):  
80% der Gesamtbevölkerung x Risiko, an Covid-19 zu sterben = Anzahl erwarteter Todesfälle  
 $83.100.000 \times 0,8 \quad \times \quad 0,024 \quad = 1.595.520$

Angenommen die Infektion breitet sich bis zu einer Durchseuchung von 80% (Herdenimmunität) aus und die Dunkelziffer ist doppelt so hoch wie die Zahl der gemeldeten Infektionen, dann ist das Risiko an Covid-19 zu sterben nur halb so hoch:  
80% der Gesamtbevölkerung x Risiko, an Covid-19 zu sterben = Anzahl erwarteter Todesfälle  
 $83.100.000 \times 0,8 \quad \times \quad 0,012 \quad = 797.760$

Auch unter der Annahme der sehr geringen Sterblichkeit von 1,2% würden knapp 800.000 Menschen an Covid-19 sterben. Ein Vergleich mit den Jahren vor der Pandemie, in denen durchschnittlich gut 930.000 Menschen insgesamt in Deutschland gestorben sind, macht deutlich, dass die Durchseuchung keine Option ist, die Pandemie zu überwinden.<sup>46</sup>

Bezüglich der Herdenimmunität ist auch zu berücksichtigen, dass momentan nicht für alle Altersgruppen eine Impfung zugelassen ist, z.B. für Kinder unter 12 Jahren, die ca. 10% der Gesamtbevölkerung ausmachen.<sup>47,48</sup> Außerdem können sich aufgrund ihres Gesundheitszustandes nicht alle Personen impfen lassen, z.B. Allergiker (s. 7.). Oder der Schutz durch die Impfung wird nur eingeschränkt erreicht, z.B. bei Älteren oder Immungeschwächten.<sup>49</sup> Um trotzdem eine Impfquote von 80% zu erreichen, müssen sich mehr als 80% derer, die die Möglichkeit dazu haben, impfen lassen. Dadurch kann der geringere Schutz in anderen Personengruppen ausgeglichen werden und auch Personen, die sich selbst nicht impfen lassen können, werden geschützt.

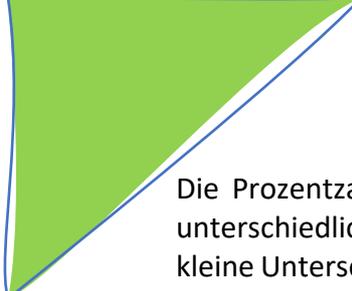
**Auch wenn nur wenige Daten zur Immunität der Bevölkerung vorliegen, zeigen die Infektionszahlen und die Todeszahlen, dass noch keine Herdenimmunität besteht und weiterhin zu wenige Menschen geschützt sind (s. 1.). Selbst im Fall einer hohen Dunkelziffer, die eine deutlich geringere Sterblichkeit bedeuten würde, wäre die Zahl der Todesfälle sehr hoch. Deshalb ist die Herdenimmunität durch Infektionen keine Strategie zur Überwindung der Pandemie.**



5. Es ist nicht sicher, ob eine Impfung wirkt<sup>1</sup>

Die Angaben zur Wirksamkeit eines Impfstoffs können sich auf unterschiedliche Verläufe der Erkrankung beziehen. Es kann z.B. die Wirksamkeit gegen einen Verlauf mit oder ohne Symptome angegeben werden oder gegen einen Verlauf, der eine Krankenhauseinweisung erfordert. In den Zulassungsstudien wurde vor allem die Wirksamkeit gegen **Erkrankungen mit Symptomen** untersucht. Wie gut eine Impfung wirkt, wird in Prozent angegeben. Die Impfstoffe von **BioNTech und Moderna** haben eine Wirksamkeit gegen symptomatische Verläufe von ca. 95%.<sup>17, 18</sup> Das heißt, dass 95 von 100 Erkrankungen, die ohne Impfung in der Studie aufgetreten wären, durch den Impfstoff verhindert wurden. Die Wirksamkeit der **AstraZeneca**-Impfung liegt bei 80% (bei einem Abstand von 12 Wochen zwischen den Impfungen), die Wirksamkeit von **Johnson & Johnson** bei 70%.<sup>50</sup>

Die Wirkung der Impfstoffe wurde in den Zulassungsstudien untersucht, lediglich die Dauer der Wirksamkeit ist bisher nicht abschließend erforscht (s. 2.). Auch die Produkte von AstraZeneca und Johnson & Johnson verhindern **schwere Verläufe und Krankenhausaufenthalte** zu mindestens 95%.<sup>48</sup> Die Wirksamkeit der Impfstoffe gegen **asymptomatische Krankheitsverläufe** liegt bei bis zu 90%.<sup>51</sup>



Die Prozentzahlen können nicht direkt miteinander verglichen werden, da die Studien zu unterschiedlichen Zeitpunkten in verschiedenen Ländern durchgeführt wurden und bereits kleine Unterschiede – zum Beispiel in der Definition, wann eine Erkrankung als symptomatisch gilt – zu Veränderungen in der errechneten Wirksamkeit führen. Außerdem geben die Prozentzahlen nur die Wirksamkeit in den Studien an. Die Wirksamkeit in der tatsächlichen Anwendung wird als Spanne angegeben. Sie liegt für den Impfstoff von BioNTech zwischen 90 und 98%, für den von Moderna bei 89-97% und für den von Johnson & Johnson bei 59-73%.<sup>17, 18, 20</sup> Für den Impfstoff von AstraZeneca gibt es keine Angabe, da die ursprünglichen Zulassungsstudien einen kürzeren Abstand zwischen den Impfungen untersuchte und die errechnete Wirksamkeit dadurch niedriger lag.<sup>19</sup> Auch die neuen Varianten des SARS-Coronavirus-2 beeinflussen die Wirksamkeit (s. 8.).

Nach der Zulassung der Impfstoffe wurden zunächst die besonders gefährdeten Personen geimpft. Dazu zählen vor allem die **über 80-Jährigen**. Im gleichen Zeitraum, in dem die Impfquoten anstiegen, sanken die Infektionszahlen in dieser Altersgruppe. Wenige Wochen später sanken auch die Todeszahlen. Diese Verzögerung ist dadurch erklärbar, dass zwischen der Infektion bzw. der Meldung eines Falls und dem Versterben der Person eine gewisse Zeit vergeht. Als im März die Lockdown-Maßnahmen gelockert wurden, stiegen die Inzidenzen wieder an. In der Gruppe der über 80-Jährigen konnte durch die Impfung ein starker Anstieg verhindert werden. Der Anstieg fiel deutlich flacher aus als in den Altersgruppen mit einem geringeren Anteil von Geimpften.<sup>51</sup>

**Die Wirkung der Impfstoffe wurde in den Zulassungsstudien nachgewiesen. Außerdem zeigen die sinkenden Infektions- und Todeszahlen bei den über 80-Jährigen die Wirksamkeit der Impfung.**



#### 6. Geimpfte können trotzdem andere infizieren<sup>1</sup>

Im Idealfall führt eine Impfung zur **sterilen Immunität**. Das bedeutet, dass eine geimpfte Person das Virus nicht auf andere Personen übertragen kann, weil es im Nasen-Rachenraum nicht vorhanden ist.<sup>51</sup> In keiner der Zulassungsstudien wurde untersucht, ob nach der Impfung eine sterile Immunität besteht.<sup>52</sup> Inzwischen ist jedoch klar, dass das nicht der Fall ist.<sup>51</sup>

Um zu ermitteln, wie groß das **Risiko einer Übertragung durch Geimpfte** ist, wurde die sogenannte **Viruslast** untersucht – die Menge, in der das Virus bei Infizierten im Rachenraum vorkommt. Eine Studie aus Israel zeigt eine vierfach geringere Viruslast bei geimpften Infizierten im Vergleich zu ungeimpften Infizierten. Das heißt, das Risiko einer Übertragung durch Geimpfte ist erheblich geringer. Die Qualität der Studie wurde noch nicht durch weitere Fachpersonen – abgesehen von den Autor\*innen – bestätigt, weil die Studie noch nicht abschließend veröffentlicht wurde.<sup>53</sup> Außerdem ist ein Test bei Geimpften schneller wieder negativ. Der Zeitraum, in dem Geimpfte möglicherweise ansteckend sind, ist durchschnittlich eine Woche kürzer. Das RKI geht davon aus, dass die Übertragung durch Geimpfte den Verlauf der Pandemie nur unwesentlich beeinflussen wird. Zu individuellen Fällen kann es aber kommen.<sup>51</sup>

Eine weitere noch nicht abschließend veröffentlichte Studie an Tieren untersucht einen als Nasenspray verabreichten Impfstoff. Sie macht Hoffnung auf eine sterile Immunität.<sup>54</sup> Es besteht also die Hoffnung, dass in Zukunft zugelassene Impfstoffe zur sterilen Immunität führen.

**Bei Geimpften liegt eine geringere Viruslast vor als bei ungeimpften und Geimpfte sind kürzer infektiös als Ungeimpfte. Dass die Impfstoffe nicht zur sterilen Immunität führen, ist somit kein Argument gegen eine Impfung. Die vorliegende Ergebnisse zu den Geimpften**

sprechen dafür, dass sich möglichst viele Menschen impfen lassen sollten, um sich selbst und andere zu schützen. Denn je mehr Menschen geimpft sind, umso kleiner ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine geimpfte Person zu einer ungeimpften Person Kontakt hat und sie ansteckt.



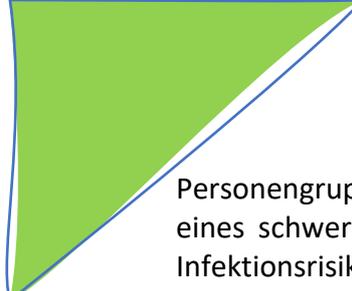
7. Die Impfungen können schwerwiegende Nebenwirkungen haben<sup>7</sup>

Zunächst müssen Impfkomplicationen von den Impfreaktionen abgegrenzt werden. **Impfreaktionen** treten in den Tagen nach der Verabreichung einer Impfdosis auf, sind von Person zu Person unterschiedlich ausgeprägt und stellen keine Gefahr dar. Sie sind ein Zeichen dafür, dass das Immunsystem den Schutz gegen das Virus aufbaut und klingen nach wenigen Tagen wieder ab. Die häufigsten Impfreaktionen sind **Schmerzen an der Einstichstelle, Abgeschlagenheit und Kopfschmerzen**. Die Häufigkeit von spürbaren Impfreaktionen ist hoch. Bis zu 90% der Geimpften sind betroffen. Aber auch ohne Impfreaktionen ist die Impfung wirksam.<sup>55</sup> Diese vorübergehenden Beschwerden sind aufgrund der Risiken einer Covid-19-Erkrankung vertretbar (s. 1.).

**Impfkomplicationen** kommen deutlich seltener vor und beeinträchtigen schwerwiegender und / oder langanhaltender als die üblichen Impfreaktionen.<sup>55</sup> In den Zulassungsstudien wurden die Impfstoffe an mehreren 10.000 Menschen getestet. Häufige schwerwiegende Komplikationen wurden nicht festgestellt. Eine **seltene Nebenwirkung** nach der Impfung mit mRNA-Impfstoffen könnte eine **vorübergehende Gesichtslähmung** sein. Eine Nebenwirkung wird als selten bezeichnet, wenn sie nach einer von 1.000 bis 10.000 Impfungen auftritt.<sup>17, 18</sup> Genauso wie bei anderen Impfstoffen können die Inhaltsstoffe der Coronaimpfungen zu einer **schweren allergischen Reaktion** führen, die lebensgefährlich werden kann. Das kam in den Zulassungsstudien so selten vor, dass keine Häufigkeit berechnet werden konnte.<sup>17-20</sup> Allergische Reaktionen treten meistens kurz nach der Injektion auf, weshalb nach jeder Impfung weitere 15 Minuten im Impfzentrum oder der Praxis gewartet werden sollte. Bei bekannten schweren Allergien gegen einen Inhaltsstoff kann ein Impfstoff ohne den allergieauslösenden Stoff gewählt werden. Das kann notwendig sein, wenn zum Beispiel nach einer vorherigen Impfung gegen eine andere Erkrankung eine allergische Reaktion aufgetreten ist, die auf einen Stoff zurückzuführen ist, der auch in manchen Coronaimpfstoffen enthalten ist. Wenn die Allergie nach der Erstimpfung erstmalig auftritt, sollte die zweite Dosis nicht ohne Abklärung des Risikos einer erneuten allergischen Reaktion verabreicht werden. Liegt eine allgemeine Neigung zu Allergien vor, sollte die Nachbeobachtungszeit verlängert werden.<sup>48</sup>

**Sehr seltene Komplikationen** sind schwieriger nachzuweisen. Dabei handelt es sich um Ereignisse, die nach weniger als einer von 10.000 Impfungen auftreten.<sup>17-19</sup> Statistisch können sie erst festgestellt werden, wenn sehr viele Menschen den Impfstoff erhalten haben. Das ist erst nach der Zulassung der Fall. Deshalb werden die Impfstoffe weiterhin überwacht und die Empfehlungen gegebenenfalls angepasst (s. 2.).<sup>56</sup>

Nach der Zulassung des Impfstoffs von AstraZeneca traten in sehr seltenen Fällen Tage bis wenige Wochen nach der Impfung **Thrombosen zusammen mit einer Thrombozytopenie** auf. Dazu zählen auch die Sinusvenenthrombosen. Bei dieser Komplikation entstehen trotz einer geringen Anzahl von Blutplättchen (Thrombozytopenie) Blutgerinnsel, die die Blutgefäße verstopfen. Wird die entsprechende Behandlung zu spät begonnen, kann die Erkrankung zum Tod führen. Bisher kam es bis Ende Juni 2021 in Deutschland zu 25 Todesfällen unter 163 Ereignissen.<sup>59</sup> Nach einer Covid-19-Infektion kommt es noch häufiger zu Thrombosen als nach den Impfungen.<sup>57</sup> Auch ohne Impfung besteht also dieselbe Gefahr. Für die meisten

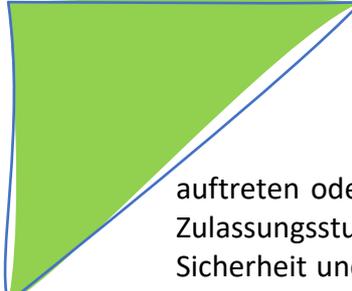


Personengruppen ist das Risiko einer Thrombose nach der Impfung geringer als das Risiko eines schweren Verlaufs der Covid19-Erkrankung. Nur für junge Menschen mit geringem Infektionsrisiko ist das Risiko, nach einer Impfung eine Thrombose zu entwickeln, höher als das Risiko, dass eine Behandlung auf der Intensivstation aufgrund einer Covid-19-Infektion notwendig wird.<sup>58</sup> Da die Nebenwirkung jetzt bekannt ist, können Personen, die die Impfung erhalten, über das Risiko und die ersten Symptome aufgeklärt werden, wodurch Thrombosen schneller erkannt und behandelt und weitere Todesfälle vermieden werden können. Da diese Nebenwirkung vor allem bei Frauen bis 55 Jahre aufgetreten ist, empfiehlt die Ständige Impfkommision (STIKO) den Impfstoff nur für über 60-Jährige. Im Gegensatz zur EMA, die durch die Zulassung der Impfstoffe die Verabreichung ermöglicht, gibt die STIKO Empfehlungen, ob bzw. an wen eine Impfung verabreicht werden sollte. Dass ein Impfstoff zugelassen ist, bedeutet nicht automatisch, dass er auch für alle empfohlen wird. Der Impfstoff von AstraZeneca ist von der EMA für alle über 18-Jährigen zugelassen.<sup>19</sup> Deshalb ist es in Deutschland für alle über 18-Jährigen möglich, sich mit diesem Impfstoff impfen zu lassen, obwohl die STIKO den Impfstoff für diese Altersgruppe nicht empfiehlt. Die gleiche Empfehlung gilt für den Impfstoff von Johnson & Johnson, bei dem in den USA dieselben Nebenwirkungen bei jüngeren Geimpften auftraten.<sup>48</sup> Die Korrektur der Empfehlung durch die STIKO kann wie eine Unsicherheit aussehen. Die Änderung zeigt aber, dass die Sicherheit der Impfstoffe genau überwacht wird und die Empfehlungen an die aktuellen Erkenntnisse angepasst werden, um die höchstmögliche Sicherheit zu gewährleisten.

Auch für die mRNA-Impfstoffe sind nach der Zulassung mögliche Komplikationen gemeldet worden. Die Daten zeigen einen Zusammenhang zwischen der Impfung und **Herzmuskel- und Herzbeutelentzündungen**. Auch diese Erkrankungen können schwerwiegende Folgen haben. Meistens heilen sie aber vollständig aus. In 9 der 203 nach einer Impfung mit mRNA-Impfstoffen gemeldeten Fälle verlief die Erkrankung tödlich. Bei diesen Personen wurden jedoch schon zuvor Herz-Kreislauf-Erkrankungen diagnostiziert, die die Todesursache sein können. Vermutlich sind von dieser Komplikation vor allem Männer unter 30 Jahren betroffen.<sup>59</sup>

Über die bisher bekannten Impfkomplicationen und Verdachtsfälle hinaus wird auch die Möglichkeit von **spät auftretenden Nebenwirkungen** als Argument gegen die Impfung verwendet, da momentan keine Daten dazu vorliegen (s. 2.). Aus Erfahrungen mit anderen Impfstoffen weiß man, dass die meisten Nebenwirkungen spätestens wenige Monate nach der Impfung auftreten und diese Zeit ist bereits durch die Zulassungsstudien abgedeckt.<sup>55</sup> Außerdem werden die Impfstoffe nach kurzer Zeit vom Körper abgebaut, sodass der Impfstoff zu einem späteren Zeitpunkt keine Nebenwirkungen mehr auslösen kann.<sup>32, 34</sup>

Es ist unwahrscheinlich, aber nicht 100%ig auszuschließen, dass es zu spät auftretenden Nebenwirkungen kommt. In allen Fällen werden die schweren Nebenwirkungen in den noch laufenden Studien oder durch die Meldungen an das PEI erkannt werden. Die Schwierigkeit besteht darin, dass die Studien aus ethischen Gründen nicht wie ursprünglich begonnen durchgeführt werden können.<sup>60</sup> In **Studien, die die Sicherheit und Wirksamkeit von Impfstoffen untersuchen**, werden die Teilnehmenden per Zufall in eine Versuchs- und eine Kontrollgruppe eingeteilt. Nur die Versuchsgruppe erhält die Coronaimpfung. Die Ergebnisse sind am zuverlässigsten, wenn die Studien verblindet sind. Das heißt, die Teilnehmenden wissen nicht, ob sie die Impfung oder ein Placebo erhalten haben, damit ihr Wissen die Ergebnisse nicht beeinflussen kann. Deshalb erhält die Kontrollgruppe z.B. eine Spritze mit einem bereits zugelassenen Impfstoff gegen eine andere Erkrankung oder eine Spritze ohne Wirkstoff. Nur so kann man erkennen, ob in der Kontrollgruppe auch Nebenwirkungen



auftreten oder nur in der Gruppe mit dem relevanten Impfstoff. Auf diese Art wurden die Zulassungsstudien geplant und begonnen und die ersten Ergebnisse ermittelt. Seit die Sicherheit und Wirksamkeit der Impfungen nachgewiesen ist, muss den Teilnehmenden der Kontrollgruppe jedoch mitgeteilt werden, dass sie nicht gegen Covid-19 geschützt sind. Die Studien sind also nicht mehr verblindet. Viele Personen der Kontrollgruppe lassen sich dann impfen, wodurch der ursprüngliche Vergleich zwischen nicht geimpften und geimpften Personen zu einem Vergleich von frühzeitig Geimpften und später Geimpften wird. Die Qualität der Ergebnisse nimmt also ab und das Erkennen von Nebenwirkungen wird erschwert.<sup>60</sup> Insgesamt ist das Erkennen eines Zusammenhangs zwischen einem gesundheitlichen Ereignis und einer Impfung erschwert, wenn der zeitliche Abstand groß ist. Da es sich um neue Technologien handelt, für die **gentechnische Methoden** angewendet werden (s. 3.), befürchten Kritiker\*innen, dass das Erbgut des Virus oder der Vektoren in die menschliche DNA eingebaut werden und Krebs entstehen könnte. Vor allem in Bezug auf die mRNA-Impfstoffe ist diese Befürchtung unbegründet. Die **mRNA dringt nicht in den Zellkern ein**, in dem sich die menschlichen Gene befinden. Eine Umwandlung von mRNA in DNA ist theoretisch möglich, die dafür benötigten Stoffe sind aber in menschlichen Zellen nicht vorhanden.<sup>61</sup>

Im Gegensatz dazu **gelangt die in den Vektorviren enthaltene DNA in den Zellkern**, wird aber normalerweise nicht in die menschlichen Gene eingebaut. Das ist aus Erfahrungen mit den humanen Adenoviren bekannt. Das sind Viren, die bei Menschen vorkommen und Erkältungskrankheiten auslösen. Auch die Vektorviren sind Adenoviren. Damit vor der Impfung noch keine Antikörper gegen den Vektor im Blut sind, werden jedoch Adenoviren verwendet, die normalerweise bei Schimpansen vorkommen. Eine Infektion mit humanen Adenoviren führt nicht zu Genveränderungen oder Krebs. Der zufällige Einbau von Virus-DNA ist möglich. Dass sich daraus **eine Gesundheitsgefährdung ergibt, ist jedoch unwahrscheinlich**.

Bei jeder Zellteilung können Fehler passieren, die Genveränderungen zur Folge haben. Im Normalfall erkennt das Immunsystem die fehlerhaften Zellen und verhindert deren Vermehrung. Wie häufig eine Impfung solche Veränderungen auslöst, ist schwer zu untersuchen. Allerdings gibt es Hinweise darauf, dass Fehler bei der Zellteilung deutlich häufiger auftreten, zumal bei der Impfung nur einige Zellen nahe der Einstichstelle betroffen sind.<sup>33, 62</sup> Aus diesem Grund ist auch die **Weitergabe von Genveränderungen an Kinder nicht möglich**. Da die verwendeten Adenoviren normalerweise Schimpansen infizieren und nicht Menschen, ist die Wirkung auf Menschen nicht genau bekannt. Infektionen haben aber für Schimpansen, die Menschen genetisch sehr ähnlich sind, keine ernsten Folgen, weshalb das auch bei Menschen nicht anzunehmen ist.<sup>33</sup>

**Wie alle Medikamente und Impfstoffe haben auch die Coronaimpfungen Nebenwirkungen. Alle bisher bekannten Nebenwirkungen sind entweder mild und vorübergehend oder sehr selten und deshalb vertretbar. Obwohl es nicht vollständig ausgeschlossen werden kann, ist es sehr unwahrscheinlich, dass die Coronaimpfungen zu spät auftretenden Nebenwirkungen führen, die in Zukunft entdeckt werden könnten.**



#### 8. Die Impfung wirkt nicht gegen die verschiedenen Varianten<sup>†</sup>

Seit das SARS-Coronavirus-2 Ende 2019 zum ersten Mal auftrat, hat es sich durch verschiedene **Mutationen** verändert (Alpha bis Delta). Mutationen sind Veränderungen, die bei der Vermehrung des Virus zufällig auftreten. Häufig haben die Mutationen keine Auswirkungen auf die Eigenschaften des Virus. Aber manche Veränderungen führen z.B. zu einer **erhöhten**



**Übertragbarkeit, einem schwereren Krankheitsverlauf oder einem Immunescape.** Bei einem Immunescape passen die Antikörper, die durch eine Infektion oder Impfung gegen das ursprüngliche Virus gebildet wurden, nicht mehr so gut zu der neuen Virusvariante. Dass sich Genesene oder Geimpfte infizieren, wird wahrscheinlicher, da das Virus ihrem Immunsystem ausweicht. Ein SARS-Coronavirus-2 mit Mutationen, die zu einer ernsteren Erkrankung, zur schnelleren Verbreitung oder zu einem Immunescape führen, werden „**besorgniserregende Varianten**“ genannt (VOC: Variants of concern). Weltweit sind die Varianten Alpha (britische), Beta (südafrikanische), Gamma (brasilianische) und Delta (indische) relevant.<sup>63</sup>

Eine aktuell weit verbreitete Variante ist **Alpha**, die sich aufgrund ihrer höheren Übertragbarkeit gegen das ursprüngliche Virus durchgesetzt hat. Das Risiko, an einer Infektion mit der Alpha-Variante zu sterben, ist vermutlich erhöht. Die Impfungen haben aber auch gegen diese Variante eine hohe Wirksamkeit.<sup>63</sup>

Eine weitere besorgniserregende Variante ist **Delta**, die in Deutschland immer häufiger vorkommt und sich voraussichtlich auch gegenüber der Alpha-Variante durchsetzen wird.<sup>63</sup> Sie ist relativ neu und die Daten sind deshalb begrenzt. Es wird angenommen, dass sie – verglichen mit der Alpha-Variante – sowohl eine höhere Übertragbarkeit hat als auch zu einer höheren Viruslast führt, die schwerere Krankheitsverläufe verursacht. Erste Ergebnisse zeigen, dass ihre Infektiosität mit der von Windpocken vergleichbar ist.<sup>76</sup> Die Delta-Variante kann teilweise dem Immunsystem ausweichen, wodurch die Impfungen etwas weniger wirken als gegen die Alpha-Variante. Allerdings schützt eine vollständige Impfung weiterhin gut gegen schwere Verläufe.<sup>64</sup>

Die Varianten Beta und Gamma machen momentan nur einen geringen Anteil der Infektionen in Deutschland aus.<sup>63</sup> Die Gefahr, dass sich das Virus verändert, ist besonders hoch, wenn es sich schnell verbreitet. Durch die große Zahl der Vermehrungen erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass relevante Mutationen auftreten. Da die Impfungen die Weiterverbreitung verlangsamen, verringern sie das **Risiko der Entstehung weiterer besorgniserregender Varianten**. Trotzdem könnten Varianten entstehen, gegen die Impfungen nicht mehr wirksam sind und die **Anpassungen der Impfstoffe** notwendig machen. Das ist bei den genbasierten Impfstoffen – besonders bei den mRNA-Impfstoffen – verhältnismäßig einfach. Nur die enthaltene mRNA bzw. DNA wird durch die der neuen Varianten ersetzt. Dadurch könnten Testung und Zulassung weiter beschleunigt werden, sodass schnell wieder wirksame Impfstoffe zur Verfügung stünden.<sup>65</sup>

Da die Mutationen der Alpha- und Delta-Variante zu einer höheren Übertragbarkeit und die Delta-Variante auch zu einem Immunescape führen, ist es schwieriger die Ausbreitung zu stoppen. Die Schwelle, ab der von **Herdennimmunität** ausgegangen werden kann, steigt dadurch (s. 4.). Für die Alpha-Variante liegt sie bei mindestens 80%, für die Delta-Variante vermutlich noch höher.<sup>65</sup>

**Es ist möglich, dass Varianten entstehen, gegen die die Impfungen nicht mehr ausreichend wirksam sind. Das ist allerdings kein Argument gegen die Impfung, da die Impfung durch die Verlangsamung der Ausbreitung des Virus auch das Risiko der Entstehung neuer besorgniserregender Varianten verringert.**



### 9. Genesene benötigen keine Impfung<sup>1</sup>

In der Regel sind Genesene durch Antikörper und T-Zellen für **mindestens 6 Monate geschützt** (s. 4.).<sup>51</sup> Nur in seltenen Fällen kommt es zu einer erneuten Infektion mit dem SARS-Coronavirus-2.<sup>66</sup> Da nicht sicher ist, wie lang der Schutz anhält, empfiehlt die STIKO 6 Monate nach einer Infektion **eine einzelne Impfung**.<sup>48</sup> Eine zweite Dosis ist nicht notwendig. Die

Infektion ersetzt die Erstimpfung. Die einzelne Dosis simuliert einen erneuten Kontakt zum Erreger, wodurch die Immunreaktion verstärkt und verlängert wird. Auch die Wirksamkeit gegen Varianten wurde nachgewiesen.<sup>67</sup>

Die Verabreichung von zwei Impfungen stellt aber auch **kein zusätzliches Risiko** dar, wenn vorher eine Infektion unbemerkt durchgemacht wurde. Es ist also nicht erforderlich, vor einer Impfung zu testen, ob eine Infektion vorlag.<sup>51</sup>

**Eine Impfung ist für Genesene zunächst nicht notwendig. Allerdings kann der Schutz vor einer erneuten Infektion durch eine einmalige Impfung verstärkt und verlängert werden. Diese Vorteile müssen gegen die Risiken der Impfung abgewogen werden.**



#### 10. Es ist unklar, wer im Fall von Impfschäden haftet<sup>1</sup>

Unter einem **Impfschaden** versteht man sowohl gesundheitliche als auch wirtschaftliche dauerhafte Beeinträchtigungen, die der **Staat als Folge einer Impfung anerkannt** hat.<sup>55</sup> Personen, die sich impfen lassen, gehen das Risiko von Impfkomplicationen ein, um nicht nur sich, sondern auch andere zu schützen. Diese Bereitschaft wird mit der Zusage finanzieller Absicherung im Fall von Impfschäden gefördert.

Bis vor kurzem war der Schadensersatzanspruch an die Impfeempfehlungen der STIKO gebunden. Es war nicht klar, ob der Anspruch auch bei Abweichungen von dieser Empfehlung gilt, zum Beispiel beim Impfen unter 60-Jähriger mit einem Vektorimpfstoff (s. 7.). Mitte Mai 2021 hat der Deutsche Bundestag beschlossen, dass **für alle Impfschäden durch Coronaimpfungen der Anspruch auf Schadensersatz besteht**, auch wenn nicht strikt nach der Empfehlung gehandelt wurde. Diese Regelung gilt rückwirkend für alle Coronaimpfungen.<sup>68, 69</sup> In den meisten Fällen haften die Länder, nur bei bisher unbekanntem Nebenwirkung würde der Bund haften.<sup>70</sup>

**Die Unklarheiten, die kurz nach den ersten Zulassungen von Coronaimpfstoffen vorhanden waren, sind inzwischen geklärt. Der Staat übernimmt die Haftung im Fall von Impfschäden.**



#### 11. Die Impfung kann unfruchtbar machen<sup>2</sup>

Es besteht eine **minimale Ähnlichkeit** zwischen dem Spike-Protein und Syncytin-1, einem Protein, das in der Plazenta (Mutterkuchen) vorkommt und durch die Antikörper gegen das Spike-Protein möglicherweise angegriffen werden könnte. Dann müsste jedoch eine Covid-19-Infektion die gleiche Wirkung auf die Fruchtbarkeit haben, da auch bei einer Covid-19-Erkrankung Antikörper gegen das Spike-Protein gebildet werden. Unfruchtbarkeit ist aber als Langzeitfolge von Covid-19 nicht beobachtet worden.<sup>2</sup>

Wie alle Eiweiße bestehen das Spike-Protein und Syncytin-1 aus Aminosäureketten, in diesem Fall sind sie 1.273 bzw. 538 Aminosäuren lang. An einer Stelle des **Spike-Proteins sind 4 von 5 aufeinanderfolgenden Aminosäuren mit 4 von 5 Aminosäuren von Syncytin-1 identisch**. Die mittleren Aminosäuren sind verschieden. Die Ähnlichkeit der beiden Proteine ist also sehr begrenzt. Auch wenn die chemische Zusammensetzung zweier Proteine identisch ist, können durch eine unterschiedliche dreidimensionale Form (Faltung) beide Proteine völlig unterschiedliche Funktionen erfüllen. Bei Syncytin-1 liegen die entsprechenden **Aminosäuren nicht an der Oberfläche**, sodass die Antikörper nicht mit ihnen in Berührung kommen.<sup>2</sup>

Auch die **Zulassungsstudien und die bisherigen Erfahrungen** mit den Impfungen weisen nicht auf eine mögliche Unfruchtbarkeit hin, weshalb auch für Schwangere mit erhöhtem Risiko für eine Infektion oder einen schweren Verlauf nach ärztlicher Aufklärung eine Impfung mit einem mRNA-Impfstoff möglich ist.<sup>48</sup>

Weder das Ausmaß der Ähnlichkeit noch der räumliche Aufbau der Proteine lassen eine Unfruchtbarkeit als Folge der Impfung als realistisch erscheinen. Auch die Erfahrungen mit Covid-19-Erkrankungen und die Erfassung von Impfnebenwirkungen weisen nicht auf Unfruchtbarkeit als Impfnebenwirkung hin.



## 12. Die Impfstoffe werden mit unethischen Methoden entwickelt und hergestellt<sup>3</sup>

In der Entwicklung und teilweise auch zur Produktion der Impfstoffe werden Zelllinien verwendet. Es handelt sich dabei um **menschliche Zellen, die im Labor vermehrt werden**. Vor Jahrzehnten wurden zur Entwicklung jeweils einer Zelllinie Zellen eines Fötus (ungeborenes Kind) verwendet, der allerdings nicht zu Forschungszwecken gezeugt oder abgetrieben wurde. Aufgrund der Abtreibungen, auf denen die Gewinnung solcher Zellen basiert, wird ihre Nutzung in der medizinischen Forschung und Biotechnologie als unethisch betrachtet.

Zelllinien spielen in der medizinischen Forschung und Biotechnologie eine wichtige Rolle, etwa als Krankheitsmodelle zum Test neuer Therapien oder als kleine biologische Produktionsstätten. Für alle aktuell zugelassenen Coronaimpfstoffe werden Zelllinien genutzt. Die Verwendung der Zelllinien ist bei den einzelnen Impfstoffen unterschiedlich. **Vektorimpfstoffe** bestehen aus Viren (s. 3.), die sich nicht selbstständig vermehren können. Zur **Produktion des Impfstoffs** werden deshalb geeignete Zellen benötigt, die die Viren vermehren. Im Falle der Vektorimpfstoffe gegen Corona sind das Zellen aus menschlichen Zelllinien.<sup>71</sup> Der Impfstoff selbst enthält keine menschlichen Zellen.<sup>73</sup>

BioNTech, Moderna und AstraZenca verwenden dieselbe Zelllinie, Johnson & Johnson eine andere. Für die Zelllinien, die für die Coronaimpfstoffe genutzt werden, wurden Zellen verwendet, die auf zwei Föten als weit zurückliegende Vorfahren zurückgehen. Da die Zellen seit der Entwicklung der Linien in Laboren gezüchtet werden, werden nicht mehr die ursprünglichen Zellen eingesetzt.<sup>71, 72</sup> Der Einsatz von Zellmaterial aus Föten in der medizinischen Forschung und in der Biotechnologie wird streng kontrolliert und unterliegt ethischen Auflagen.

Für die Herstellung der **mRNA-Impfstoffe** sind keine Zelllinien notwendig.<sup>73</sup> Diese Impfstoffe wurden lediglich **an menschlichen Zellen im Labor getestet**.<sup>72, 74</sup> Es werden also weniger Zellen aus Zelllinien verwendet.

Die katholische Kirche verurteilt die Abtreibungen, die den Zelllinien zugrunde lagen, hält es aber aufgrund der Pandemie und der fehlenden Alternativen für vertretbar, die Impfstoffe – auch die Vektorimpfstoffe – zu verwenden.<sup>75</sup>

**Bei Bedenken, ob die Impfstoffe ethisch vertretbar sind, können mRNA-Impfstoffe den Vektorimpfstoffen vorgezogen werden, da mRNA-Impfstoffe nur bei der Produktentwicklung und nicht bei der Produktion menschliche Zellen benötigen. In der Pandemie ist eine Wahl des Impfstoffs nicht immer möglich. Ob sich jemand aus diesem Grund nicht impfen lässt, ist eine ethische Frage, die individuell beantwortet werden muss.**

## Schlussfolgerungen

Viele Argumente gegen die Coronaimpfungen können **mit klaren wissenschaftlichen Argumenten widerlegt** werden. Es gibt klare Argumente, dass die Impfungen **aufgrund ihrer Wirksamkeit und Sicherheit notwendig** sind.

Auch die Tatsachen, **dass Geimpfte weiterhin andere anstecken können und dass die Impfungen geringer gegen gewisse Varianten wirken, sind keine Gründe**, sich nicht impfen zu lassen. Eine nüchterne Nutzen-Risiko-Abwägung spricht also für die Impfung.



Die Frage der **Haftung ist inzwischen eindeutig** und zugunsten der geimpften Personen entschieden.

Die Angst vor **Unfruchtbarkeit** aufgrund der Impfung ist mit der gegebenen Datengrundlage nicht gerechtfertigt. Es gibt keine Beobachtungen, die auf diesen Effekt hinweisen.

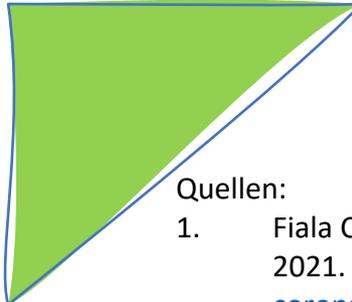
Andere Argumente müssen **differenzierter** betrachtet werden. Die **Zulassungen** erfolgten nach denselben Kriterien, die für alle anderen Impfstoffe und Medikamente gelten, allerdings auf einer geringeren Datenmenge. Die **neuen Technologien** sind zwar gut erforscht, die Erfahrungen waren aber vor der Pandemie noch sehr begrenzt. Schwerwiegende **Nebenwirkungen** sind sehr unwahrscheinlich, können jedoch nicht ganz ausgeschlossen werden und die Verwendung **menschlicher Zelllinien** in der Entwicklung und / oder Herstellung kann als ethisch problematisch gesehen werden.

In Deutschland kann die Entscheidung für oder gegen eine Impfung persönlich getroffen werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass **die individuelle Entscheidung nicht nur individuelle Konsequenzen** hat. Eine niedrige Impfquote betrifft als erstes die, die sich selbst nicht impfen lassen können. Gleichzeitig sind diese Personen meist gefährdet, einen schweren Verlauf zu erleiden, und deshalb auf Herdenimmunität angewiesen. Impfungen **schützen alle dann am besten, wenn sich viele beteiligen**, sodass das **hohe Risiko weniger Personen**, die sich nicht impfen lassen können, zu einem **geringen Risiko vieler** wird, die sich impfen lassen. Nicht zu vergessen, dass Geimpfte auch sich selbst vor den Risiken einer Coronainfektion schützen.

Wichtig ist, dass sich jeder und jede informiert und dass die **Entscheidung auf wissenschaftlichen Fakten basiert**. Um es den Leser\*innen zu ermöglichen, weitere Informationen nachzulesen, wurden **öffentlich verfügbare und wenn möglich deutschsprachige und gut verständliche Quellen** gewählt.

Autorin: Julia Weidkamp  
Gesundheitswissenschaftlerin (B. Sc.)  
Epidemiologiestudentin an der LMU München (M. Sc.)

Der Text wurde während eines Praktikums am IBE (Institut für Medizinische Informationsverarbeitung, Biometrie und Epidemiologie) der LMU München verfasst. Das Praktikum wurde von Univ. Prof. Dr. Ulrich Mansmann betreut.

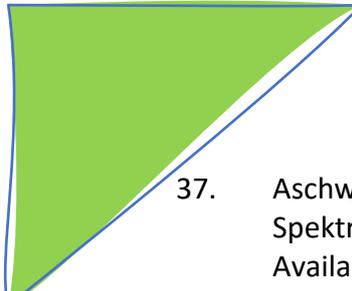


Quellen:

1. Fiala C. 10 Gründe warum eine Impfung gegen Corona derzeit wenig Sinn macht 2021. [Accessed on 19.04.2021]; Available from: [https://www.initiative-corona.info/fileadmin/dokumente/10\\_Gruende\\_gegen\\_Impfung.pdf](https://www.initiative-corona.info/fileadmin/dokumente/10_Gruende_gegen_Impfung.pdf).
2. COVID-19-Impfungen erhöhen Infertilitätsrisiko von Frauen nicht Berlin: Bundesärztekammer und Kassenärztliche Vereinigung; 2021. [Accessed on 09.07.2021]; Available from: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/120483/COVID-19-Impfungen-erhoehen-Infertilitaetsrisiko-von-Frauen-nicht>.
3. Corona-Impfstoffe in Deutschland aus ethischer Sicht Marktoberdorf: Ärzte für das Leben e.V.; 2021. [Accessed on 13.07.2021]; Available from: <https://aerzte-fuer-das-leben.de/neues/aktuell-2021/24-03-21-corona-impfstoffe-in-deutschland-aus-ethischer-sicht/>.
4. Impfpriorisierung Bonn: Bundesministerium für Gesundheit (BMG); 2021 [updated 16.07.2021]. [Accessed on 20.07.2021]; Available from: <https://www.zusammengegencorona.de/impfen/basiswissen-zum-impfen/aufhebung-der-impfpriorisierung/>.
5. Sterbefallzahlen im Dezember 2020: 29 % über dem Durchschnitt der Vorjahre - Pressemitteilung Nr. 044 vom 29. Januar 2021 Wiesbaden: Statistisches Bundesamt; 2021. [Accessed on 27.05.2021]; Available from: [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/01/PD21\\_044\\_12621.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/01/PD21_044_12621.html).
6. Täglicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19) vom 14.07.2021 Berlin: Robert Koch Institut (RKI); 2021. [Accessed on 20.07.2021]; Available from: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Situationsberichte/Jul\\_2021/Archiv\\_Juli\\_2021.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Jul_2021/Archiv_Juli_2021.html).
7. Mortality Risk of COVID-19: Our World in Data; 2021 [updated 21.06.2021]. [Accessed on 21.06.2021]; Available from: <https://ourworldindata.org/mortality-risk-covid>.
8. Countering online vaccine misinformation in the EU/EEA Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC); 2021. [Accessed on 20.07.2021]; Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/countering-online-vaccine-misinformation-eu-eea>.
9. Sterbefallzahlen seit Ende März über dem Durchschnitt vergangener Jahre - Pressemitteilung Nr. 162 vom 8. Mai 2020 Wiesbaden: Statistisches Bundesamt; 2020. [Accessed on 27.05.2021]; Available from: [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/05/PD20\\_162\\_12621.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/05/PD20_162_12621.html).
10. COVID-19-Fälle nach Meldewoche und Geschlecht sowie Anteile mit für COVID-19 relevanten Symptomen, Anteile Hospitalisierter/Verstorbener und Altersmittelwert/-median (Tabelle wird jeden Dienstag aktualisiert) Berlin: Robert Koch Institut (RKI); 2021 [updated 25.05.2021]. [Accessed on 26.05.2021]; Available from: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Daten/Klinische\\_Aspekte.html;jsessionid=484D3E6DE518B5DBE52DBF7FEBA79E4C.internet071?nn=13490888](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Daten/Klinische_Aspekte.html;jsessionid=484D3E6DE518B5DBE52DBF7FEBA79E4C.internet071?nn=13490888).

11. Cabrera Martimbianco AL, Pacheco RL, Bagattini Â M, Riera R. Frequency, signs and symptoms, and criteria adopted for long COVID-19: A systematic review. Int J Clin Pract. 2021: e14357. doi: 10.1111/ijcp.14357.
12. Entwicklung und Zulassung Langen: Paul-Ehrlich-Institut (PEI). [Accessed on 01.06.2021]; Available from: <https://www.pei.de/DE/service/faq/coronavirus/faq-coronavirus-node.html;jsessionid=A6D86E47AC097204ADA46A419FF8DCFD.intranet221>.
13. Impfmuffel in Bayern: Warum hierzulande weniger geimpft wird München: Bayerischer Rundfunk; 2020. [Accessed on 01.06.2021]; Available from: <https://www.br.de/nachrichten/wissen/impf-muffel-in-bayern-warum-hierzulande-weniger-geimpft-wird,SCjTizg>.
14. Zylka-Menhorn V, Grunert D. Genbasierte Impfstoffe: Hoffnungsträger auch zum Schutz vor SARS-CoV-2. Deutsches Ärzteblatt. 2020; 117(21).
15. COVID-19 vaccines: development, evaluation, approval and monitoring Amsterdam: European Medicines Agency (EMA). [Accessed on 01.06.2021]; Available from: <https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory/overview/public-health-threats/coronavirus-disease-covid-19/treatments-vaccines/vaccines-covid-19/covid-19-vaccines-development-evaluation-approval-monitoring#accelerated-evaluation>.
16. For Whose Benefit? Transparency in the development and procurement of COVID-19 vaccines London: Transparency International; 2021. [Accessed on 21.06.2021]; Available from: <https://ti-health.org/content/for-whose-benefit-transparency-in-the-development-and-procurement-of-covid-19-vaccines/>.
17. Zusammenfassung der Merkmale des Arzneimittels (Comirnaty) Amsterdam: European Medicines Agency (EMA); 2020. [Accessed on 31.05.2021]; Available from: [www.ema.europa.eu/en/documents/product-information/comirnaty-epar-product-information\\_de.pdf](http://www.ema.europa.eu/en/documents/product-information/comirnaty-epar-product-information_de.pdf).
18. Zusammenfassung der Merkmale des Arzneimittels (COVID-19 Vaccine Moderna) Amsterdam: European Medicines Agency (EMA); 2021. [Accessed on 31.05.2021]; Available from: [https://www.ema.europa.eu/en/documents/product-information/covid-19-vaccine-moderna-epar-product-information\\_de.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/product-information/covid-19-vaccine-moderna-epar-product-information_de.pdf).
19. Zusammenfassung der Merkmale des Arzneimittels (COVID-19 Vaccine AstraZeneca) Amsterdam: European Medicines Agency (EMA); 2021. [Accessed on 31.05.2021]; Available from: [https://www.ordination-carneri.at/images/Fachinformation\\_des\\_COVID-19-Impfstoffs\\_von\\_AstraZeneca.pdf](https://www.ordination-carneri.at/images/Fachinformation_des_COVID-19-Impfstoffs_von_AstraZeneca.pdf).
20. Zusammenfassung der Merkmale des Arzneimittels (COVID-19 Vaccine Janssen) Amsterdam: European Medicines Agency (EMA); 2021. [Accessed on 31.05.2021]; Available from: [https://www.kvbb.de/fileadmin/kvbb/dam/praxis/qualitaet/coronavirus/impfen/johnsonjohnson/covid-19-vaccine-janssen-epar-product-information\\_de.pdf](https://www.kvbb.de/fileadmin/kvbb/dam/praxis/qualitaet/coronavirus/impfen/johnsonjohnson/covid-19-vaccine-janssen-epar-product-information_de.pdf).
21. Conditional marketing authorisation Amsterdam: European Medicines Agency (EMA). [Accessed on 31.05.2021]; Available from: <https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory/marketing-authorisation/conditional-marketing-authorisation>.
22. Medicines under additional monitoring Amsterdam: European Medicines Agency (EMA). [Accessed on 31.05,2021]; Available from: <https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory/post-authorisation/pharmacovigilance/medicines-under-additional-monitoring#list-of-medicines-under-additional-monitoring-section>.

23. SafeVac 2.0 – Smartphone-App zur Erhebung der Verträglichkeit von COVID-19-Impfstoffen Langen: Paul-Ehrlich-Institut (PEI); 2020 [updated 22.12.2020.]; Available from: <https://www.pei.de/DE/newsroom/hp-meldungen/2020/201222-safevac-app-smartphone-befragung-vertraeglichkeit-covid-19-impfstoffe.html;jsessionid=6616580C32F34EA5B75A5E4497DDD721.intranet222?nn=172182>.
24. Conry RM, LoBuglio AF, Wright M, Sumerel L, Pike MJ, Johanning F, Benjamin R, Lu D, Curiel DT. Characterization of a messenger RNA polynucleotide vaccine vector. *Cancer Res.* 1995; 55(7): 1397-400.
25. Boczkowski D, Nair SK, Snyder D, Gilboa E. Dendritic cells pulsed with RNA are potent antigen-presenting cells in vitro and in vivo. *J Exp Med.* 1996; 184(2): 465-72. doi: 10.1084/jem.184.2.465.
26. RBL001/RBL002 Phase I Clinical Trial (MERIT): U. S. National Library of Medicine; 2012 [updated 18.01.2020]. [Accessed on 03.06.2021]; Available from: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/record/NCT01684241?view=record>.
27. Moderna's Key Milestones and Advancements: Moderna. [Accessed on 03.06.2021]; Available from: <https://www.modernatx.com/about-us/modernas-key-milestones-and-advancements>.
28. Pipeline Mainz: BioNTech. [Accessed on 03.06.2021]; Available from: <https://biontech.de/de/science/pipeline>.
29. Langer K. Nanotechnologie der Covid-19-Vakzinen Eschborn: Pharmazeutische Zeitung; 2021. [Accessed on 20.07.2021]; Available from: <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/nanotechnologie-der-covid-19-vakzinen-124828/seite/alle/>.
30. Impfstofftypen Bonn, Berlin: Bundesministerium für Gesundheit (BMG); 2021. [Accessed on 07.06.2021]; Available from: <https://www.zusammengegencorona.de/impfen/impfstoffe/impfstofftypen/#faqitem=17fb4555-95ff-5626-a719-8328ba2d80e5>.
31. Schuster N. Booster für die Impfung Eschborn: Pharmazeutische Zeitung; 2017. [Accessed on 05.07.2021]; Available from: <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/ausgabe-132017/booster-fuer-die-impfung/>.
32. Das sollten Sie über Impfstoffe wissen Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). [Accessed on 08.06.2021]; Available from: <https://www.bmbf.de/de/das-sollten-sie-ueber-impfstoffe-wissen-12724.html>.
33. Jötten F. Wird Adenovirus-DNA ins Genom eingebaut? Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft; 2021. [Accessed on 08.06.2021]; Available from: <https://www.spektrum.de/news/vektor-impfstoff-wird-adenovirus-dna-ins-genom-eingebaut/1835725>.
34. Dingermann T. Vektorviren als Plattform Eschborn: Pharmazeutische Zeitung; 2020. [Accessed on 08.06.2021]; Available from: <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/vektoviren-als-plattform-118262/seite/alle/>.
35. EMA starts rolling review of COVID-19 Vaccine (Vero Cell) Inactivated Amsterdam: European Medicines Agency; 2021. [Accessed on 19.07.2021]; Available from: <https://www.ema.europa.eu/en/news/ema-starts-rolling-review-covid-19-vaccine-vero-cell-inactivated>.
36. Wie hoch muss die Herdenimmunität sein? Eschborn: Pharmazeutische Zeitung; 2021. [Accessed on 21.06.2021]; Available from: <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/wie-hoch-muss-die-herdenimmunitaet-sein-122966/seite/alle/>.

- 
37. Aschwanden C. Herdenimmunität – Verheißung oder heiße Luft? Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft; 2020. [Accessed on 05.07.2021]; Available from: <https://www.spektrum.de/news/herdenimmunitaet-verheissung-oder-heisse-luft/1791410>.
  38. Epidemiologischer Steckbrief zu SARS-CoV-2 und COVID-19 Berlin: Robert Koch Institut (RKI); 2021 [updated 17.06.2021]. [Accessed on 06.07.2021]; Available from: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Steckbrief.html;jsessionid=CF23B8C3151B77644AC7FCDACE554F45.internet052?nn=13490888#nv](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html;jsessionid=CF23B8C3151B77644AC7FCDACE554F45.internet052?nn=13490888#nv).
  39. COVID-19: Fallzahlen in Deutschland und weltweit Berlin: Robert Koch Institut (RKI); 2021 [updated 18.06.2021]. [Accessed on 18.06.2021]; Available from: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Fallzahlen.html/](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Fallzahlen.html/).
  40. Röcker A. Antikörper Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft; 2020. [Accessed on 18.06.2021]; Available from: <https://www.spektrum.de/video/antikoerper/1754038>.
  41. Serologische Untersuchungen von Blutspenden auf Antikörper gegen SARS-CoV-2 (SeBluCo-Studie) Berlin: Robert Koch Institut (RKI); 2021 [updated 10.06.2021]. [Accessed on 18.06.2021]; Available from: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Projekte\\_RKI/SeBluCo\\_Zwischenbericht.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Projekte_RKI/SeBluCo_Zwischenbericht.html).
  42. Kim DS, Rowland-Jones S, Gea-Mallorquí E. Will SARS-CoV-2 Infection Elicit Long-Lasting Protective or Sterilising Immunity? Implications for Vaccine Strategies (2020). *Frontiers in immunology*. 2020; 11: 571481-. doi: 10.3389/fimmu.2020.571481.
  43. T-Zellen Braunschweig: Deutsches Zentrum für Infektionsforschung. [Accessed on 19.07.2021]; Available from: <https://www.dzif.de/de/glossar/t-zellen>.
  44. Sheridan C. COVID-19 testing turns to T cells. *Nat Biotechnol*. 2021; 39(5): 533-4. doi: 10.1038/s41587-021-00920-9.
  45. Estimating mortality from COVID-19: World Health Organization (WHO); 2020. [Accessed on 12.07.2021]; Available from: <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/estimating-mortality-from-covid-19>.
  46. Sterbefälle - Fallzahlen nach Tagen, Wochen, Monaten, Altersgruppen, Geschlecht und Bundesländern für Deutschland Wiesbaden: Statistisches Bundesamt (Destatis); 2021. [Accessed on 12.07.2021]; Available from: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Sterbefaelle-Lebenserwartung/Tabellen/sonderauswertung-sterbefaelle.html>.
  47. Bevölkerung nach Altersgruppen und Geschlecht Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung (bpb); 2020. [Accessed on 12.07.2021]; Available from: <https://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/soziale-situation-in-deutschland/61538/altersgruppen>.
  48. COVID-19 und Impfen: Antworten auf häufig gestellte Fragen (FAQ) Berlin: Robert Koch Institut (RKI); 2021 [updated 01.07.2021]. [Accessed on 02.07.2021]; Available from: <https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/COVID-Impfen/gesamt.html;jsessionid=A6929861FE4F6C3E7FBA03EBCB89A1E3.internet072>.
  49. Stiko: Einige Geimpfte ohne Immunschutz Mainz: Zweites Deutsches Fernsehen (ZDF); 2021. [Accessed on 12.07.2021]; Available from: <https://www.zdf.de/nachrichten/panorama/corona-impfung-kein-immunschutz-stiko-100.html>.

- 
50. Coronavirus und COVID-19 Langen: Paul-Ehrlich-Institut (PEI); 2021. [Accessed on 18.06.2021]; Available from: [https://www.pei.de/DE/newsroom/dossier/coronavirus/coronavirus-inhalt.html;jsessionid=FFA59AD6A97EA01716ABAD7882DBDE05.intranet212?nn=169730&cms\\_pos=2](https://www.pei.de/DE/newsroom/dossier/coronavirus/coronavirus-inhalt.html;jsessionid=FFA59AD6A97EA01716ABAD7882DBDE05.intranet212?nn=169730&cms_pos=2).
  51. Epidemiologisches Bulletin 19/2021 Berlin: Robert Koch Institut (RKI); 2021. [Accessed on 22.06.2021]; Available from: [https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2021/Ausgaben/19\\_21.pdf?blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2021/Ausgaben/19_21.pdf?blob=publicationFile).
  52. Doshi P. Will covid-19 vaccines save lives? Current trials aren't designed to tell us. BMJ. 2020; 371: m4037. doi: 10.1136/bmj.m4037.
  53. Levine-Tiefenbrun M, Yelin I, Katz R, Herzel E, Golan Z, Schreiber L, Wolf T, Nadler V, Ben-Tov A, Kuint J, Gazit S, Patalon T, Chodick G, Kishony R. Decreased SARS-CoV-2 viral load following vaccination (Preprint) 2021. [Accessed on 19.07.2021]; Available from: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.02.06.21251283v1.full.pdf>.
  54. Park J-G, Oladunni FS, Rohaim MA, Whittingham-Dowd J, Tollitt J, Assas BM, Alhazmi W, Almilaibary A, Iqbal M, Chang P, Escalona R, Shivanna V, Torrelles JB, Worthington JJ, Jackson-Jones LH, Martinez-Sobrido L, Munir M. Immunogenicity and Protective Efficacy of an Intranasal Live-attenuated Vaccine Against SARS-CoV-2 in Preclinical Animal Models (Preprint). bioRxiv. 2021: 2021.01.08.425974. doi: 10.1101/2021.01.08.425974.
  55. Nebenwirkungen und Impfreaktionen Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung; 2021 [updated 18.06.2021]. [Accessed on 23.06.2021]; Available from: <https://www.infektionsschutz.de/coronavirus/schutzimpfung/fragen-und-antworten/nebenwirkungen-und-impfreaktionen.html#tab-4854-0>.
  56. Wie wird die Sicherheit der Impfstoffe nach der Zulassung überwacht? Langen: Paul-Ehrlich-Institut; [updated 12.01.2021]. [Accessed on 25.06.2021]; Available from: <https://www.pei.de/SharedDocs/FAQs/DE/coronavirus/sicherheit-wirksamkeit-impfstoff/13-coronavirus-impfstoff-covid-19-sicherheit-impfstoffe-zulassung-ueberwachung.html?nn=172182>.
  57. Risiko von Sinusvenenthrombose nach COVID-19 viel höher als nach Impfung Berlin: Bundes-ärzte-kammer; 2021.]; Available from: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/123013/Risiko-von-Sinusvenenthrombose-nach-COVID-19-viel-hoehher-als-nach-Impfung>.
  58. Winton Centre for Risk and Evidence Communication: University of Cambridge; 2021. [Accessed on 08.07.2021]; Available from: <https://wintoncentre.maths.cam.ac.uk/news/communicating-potential-benefits-and-harms-astra-zeneca-covid-19-vaccine/>.
  59. Sicherheitsbericht (27.12.2020 bis 30.06.2021) Langen: Paul-Ehrlich-Institut (PEI); 2021. [Accessed on 19.07.2021]; Available from: <https://www.pei.de/DE/newsroom/dossier/coronavirus/arnemittelsicherheit.html>.
  60. Doshi P. Covid-19 vaccines: In the rush for regulatory approval, do we need more data? BMJ. 2021; 373: n1244. doi: 10.1136/bmj.n1244.
  61. Hohmann-Jeddi C. Warum mRNA-Impfstoffe nicht das Erbgut verändern Eschborn: Pharmazeutische Zeitung; 2020. [Accessed on 28.06.2021]; Available from: <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/warum-mrna-impfstoffe-nicht-das-erbgut-veraendern-121972/seite/alle/>.

- 
62. Stephen SL, Montini E, Sivanandam VG, Al-Dhalimy M, Kestler HA, Finegold M, Grompe M, Kochanek S. Chromosomal Integration of Adenoviral Vector DNA *In Vivo*. *Journal of Virology*. 2010; 84(19): 9987-94. doi: doi:10.1128/JVI.00751-10.
  63. Übersicht zu besorgniserregenden SARS-CoV-2-Virusvarianten (VOC) Berlin: Robert Koch Institut (RKI); 2021. [Accessed on 29.06.2021]; Available from: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Virusvariante.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Virusvariante.html).
  64. Warum ist die Delta-Variante so besorgniserregend? Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft; 2021. [Accessed on 30.06.2021]; Available from: <https://www.spektrum.de/news/coronakrise-warum-ist-die-delta-variante-so-besorgniserregend/1888243>.
  65. Hutzler D. Mutationen verbreiten sich: Wie wirken die Impfungen? Baierbrunn: Apotheken Umschau; 2021. [Accessed on 30.06.2021]; Available from: <https://www.apotheken-umschau.de/krankheiten-symptome/infektionskrankheiten/coronavirus/mutationen-verbreiten-sich-wie-wirken-die-impfungen-769897.html>.
  66. Ledford H. Covid-19-Reinfektionen sollen äußerst selten sein Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft; 2021. [Accessed on 02.07.2021]; Available from: <https://www.spektrum.de/news/coronavirus-covid-19-reinfektionen-wohl-aeusserst-selten/1818866>.
  67. Coronavirus-Update Hamburg: Norddeutscher Rundfunk (NDR); 2021. [Accessed on 02.07.2021]; Available from: <https://www.ndr.de/nachrichten/info/coronaskript174.pdf>.
  68. Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD - Entwurf eines Zweiten Gesetzes zur Änderung des Infektionsschutzgesetzes und weiterer Gesetze Berlin: Deutscher Bundestag; 2021. [Accessed on 05.07.2021]; Available from: <https://dserver.bundestag.de/btd/19/292/1929287.pdf>.
  69. Bundestag stimmt für Änderung des Infektions-schutz-gesetzes Berlin: Deutscher Bundestag; 2021. [Accessed on 05.07.2021]; Available from: <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2021/kw20-de-infektionsschutzgesetz-840236>.
  70. Klein O. Infektionsschutzgesetz-Update - Staat haftet bei Impfschäden Mainz: Zweites Deutsches Fernsehen (ZDF); 2021. [Accessed on 20.07.2021]; Available from: <https://www.zdf.de/nachrichten/panorama/corona-versicherung-impfschaden-100.html>.
  71. Warum werden zur Herstellung einiger Impfstoffe Zellkulturen aus humanem fetalen Gewebe eingesetzt? Langen: Paul-Ehrlich-Institut (PEI); 2021 [updated 06.07.2021]. [Accessed on 09.07.2021]; Available from: <https://www.pei.de/SharedDocs/FAQs/DE/impfen-impfstoffe/warum-herstellung-impfstoff-mit-zellkulturen-humanem-fetalen-gewebe.html;jsessionid=25DCF779513DE759736DA0B2D5C3102E.intranet231>.
  72. Schorr I. The Facts about the COVID Vaccines and Fetal Cell Lines: National Review; 2020. [Accessed on 14.07.2021]; Available from: <https://www.nationalreview.com/2020/12/the-facts-about-the-pfizer-and-moderna-vaccines-and-fetal-cell-lines/>.
  73. Ley J. Faktenfuchs: Enthalten Corona-Impfstoffe Zellen von Embryos? München: Bayerischer Rundfunk (BR); 2021. [Accessed on 14.07.2021]; Available from:



<https://www.br.de/nachrichten/wissen/enthalten-corona-impfstoffe-zellen-von-abgetriebenen-foeten,SabJ7Nq>.

74. Sahin U, Muik A, Vogler I, Derhovanessian E, Kranz LM, Vormehr M, Quandt J, Bidmon N, Ulges A, Baum A, Pascal K, Maurus D, Brachtendorf S, Lörks V, Sikorski J, Koch P, Hilker R, Becker D, Eller A-K, Grützner J, Tonigold M, Boesler C, Rosenbaum C, Heesen L, Kühnle M-C, Poran A, Dong JZ, Luxemburger U, Kemmer-Brück A, Langer D, Bexon M, Bolte S, Palanche T, Schultz A, Baumann S, Mahiny AJ, Boros G, Reinholz J, Szabó GT, Karikó K, Shi P-Y, Fontes-Garfias C, Perez JL, Cutler M, Cooper D, Kyratsous CA, Dormitzer PR, Jansen KU, Türeci Ö. BNT162b2 induces SARS-CoV-2-neutralising antibodies and T cells in humans (Preprint). medRxiv. 2020: 2020.12.09.20245175. doi: 10.1101/2020.12.09.20245175.
75. Note über die Moralität des Gebrauchs einiger Impfungen gegen Covid-19 Rom: Kongregation für die Glaubenslehre; 2020. [Accessed on 14.07.2021]; Available from: [https://www.vatican.va/roman\\_curia/congregations/cfaith/documents/rc\\_con\\_cfaith\\_doc\\_20201221\\_nota-vaccini-anticovid\\_ge.html](https://www.vatican.va/roman_curia/congregations/cfaith/documents/rc_con_cfaith_doc_20201221_nota-vaccini-anticovid_ge.html).
76. Hohmann-Jeddi C. Delta-Variante so ansteckend wie Windpocken Eschborn: Pharmazeutische Zeitung; 2021. [Accessed on 03.08.2021]; Available from: <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/delta-variante-so-ansteckend-wie-windpocken-127212/seite/alle/>.