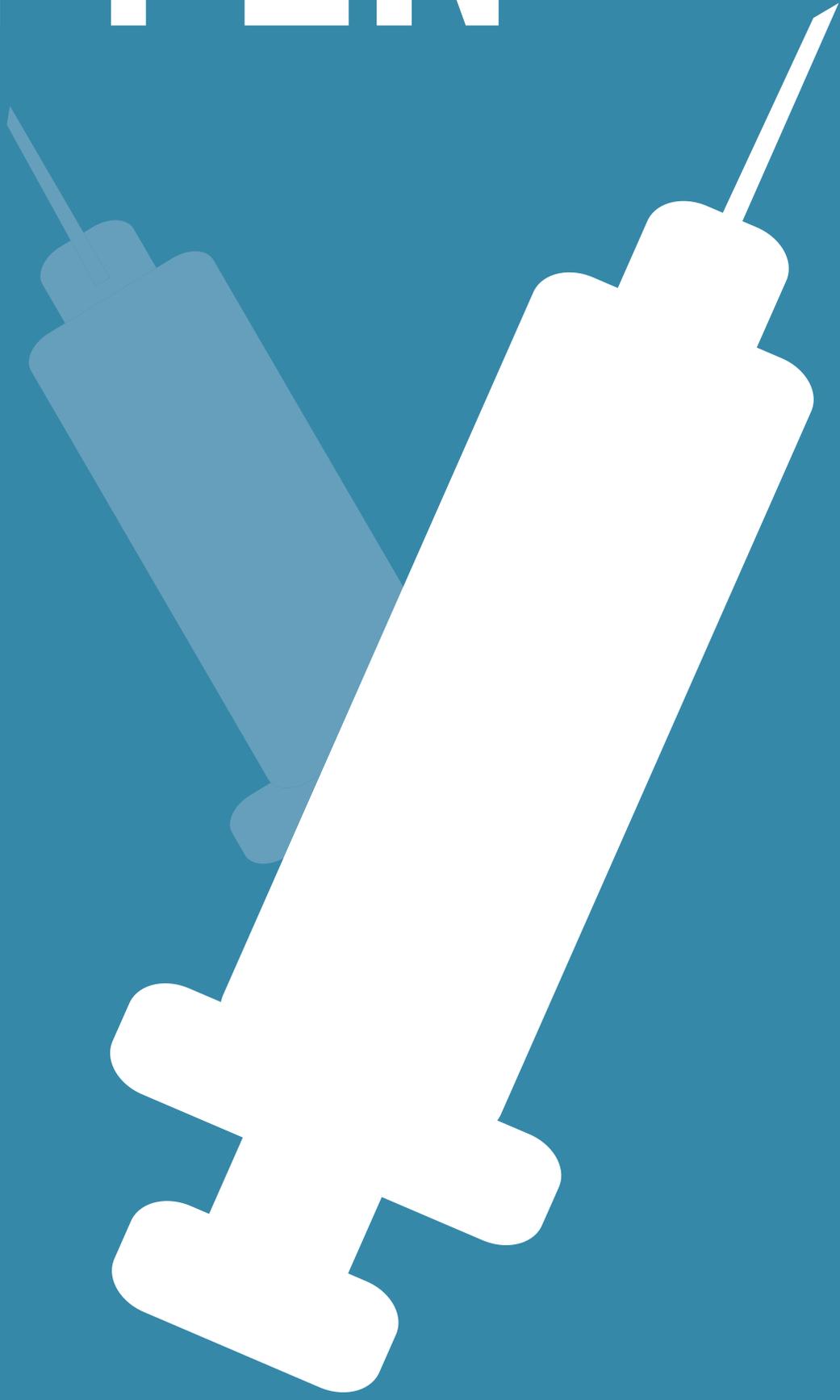


# VADEMECCUM IMPFEN



Impressum:

© 2021

1. Auflage

Verfasser: Pépinière Stiftung, Pablo-Neruda-Block 3,  
15230 Frankfurt (Oder)  
im November 2021

Layout: Izabela Jastrzebska, Remedium GmbH Frankfurt (Oder)

Redaktion: Philipp Humbsch und Konrad Bohm  
Pépinière INP gGmbH

Mit freundlicher Unterstützung vom Rotary Club Frankfurt (Oder)

Trotz sorgfältiger Bearbeitung in Wort und Schrift lassen sich Fehler leider nicht ausschließen.

Nachdruck nur mit Genehmigung des Herausgebers bzw. der genannten Verfasser. Alle Angaben sind ohne Gewähr und Haftung ist ausgeschlossen.

Hinweis: Nach Art. 3 Abs. 2 des Grundgesetzes sind Männer und Frauen gleichberechtigt. Alle maskulinen Personen- und Funktionsbezeichnungen in dieser Broschüre gelten für Frauen und Männer in gleicher Weise.



LAND  
BRANDENBURG

Ministerium für Soziales,  
Gesundheit, Integration  
und Verbraucherschutz

Gefördert mit Mitteln des Ministeriums für Soziales,  
Gesundheit, Integration und Verbraucherschutz  
des Landes Brandenburg.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>VORWORT</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>GESCHICHTE</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>EPIDEMIOLOGISCHE GRUNDLAGEN (HERDENIMMUNITÄT, VULNER- BLE GRUPPEN)</b>	<b>9</b>
	Was bedeutet „flatten the curve“?	9
	Was ist die vulnerable Gruppe?	10
	Was ist eine Infektionskette?	11
	Was ist Herdenimmunität?	11
<b>4</b>	<b>IMMUNOLOGISCHE GRUNDLAGEN</b>	<b>12</b>
	Was ist ein Pathogen?	12
	Wer gibt die Immunantwort?	12
	Was ist eine erworbene Immunantwort?	12
	Was ist Immunkompetenz?	12
	Leukozyten und Lymphozyten	13
	Was sind B- und T-Lymphozyten?	13
	Was sind Antikörper?	13
<b>5</b>	<b>GRUNDLAGEN DES IMPFENS</b>	<b>14</b>
	Was ist eine aktive Impfung?	14
	Was ist eine passive Impfung?	14
	Arten des Impfens (Tot- und Lebendimpfstoffe)	14
	Was ist ein Lebendimpfstoff?	14
	Was ist ein Totimpfstoff?	15
	Impfverabreichung, Simultanimpfung	16
	Simultanimpfung	16
	Leihimmunität, Nestschutz	17
	Wiederauffrischung	17
<b>6</b>	<b>IMPFREAKTIONEN UND NEBENWIRKUNGEN</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>IMPFSKEPSIS</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>IMPFPFLICHT</b>	<b>20</b>
<b>9</b>	<b>POCKEN</b>	<b>22</b>
<b>10</b>	<b>POLIO</b>	<b>23</b>
<b>11</b>	<b>MASERN</b>	<b>25</b>
<b>12</b>	<b>COVID-19</b>	<b>26</b>
	Warum Corona eine höhere Impfquote benötigt wird, als vorher angenommen	27
<b>13</b>	<b>SCHLUSSWORT</b>	<b>28</b>
<b>14</b>	<b>QUELLENVERZEICHNIS</b>	<b>29</b>
	Textquellen	29
	Bildverzeichnis	38



# VORWORT

1

VADEMECCUM IMPFFEN

Ein Pieks und dann ist gut – so ist es im 21. Jahrhundert möglich, sich gegen gefährliche, mitunter tödlich verlaufende Infektionskrankheiten zu schützen. Der Blick in Geschichts- und alte Medizinbücher lässt dabei nur eine grobe Ahnung des Leids zu, das wir durch das Verschwinden vieler Infektionskrankheiten aus dem kollektiven Bewusstsein vergessen und verdrängt haben. Man sieht riesige Hallen mit dutzenden Kindern in Eisernen Lungen, von Pockennarben gezeichnete Gesichter und die Statistiken über die hohe Kindersterblichkeit bei Diphtherie – irgendwie hat man mal was vom Krupphusten gehört – aber von der Angst der Eltern um ihre hustenden Kinder wissen wir mittlerweile zum Glück kaum noch etwas. Mit dem großen Aufflammen der Corona-Pandemie im Frühjahr 2020 wurde die Suche nach einem Impfstoff zur Aufgabe von nationaler Bedeutung. Fieberhaft forschten weltweit tausende Wissenschaftler an der möglichen Lösung im Kampf um die Herdenimmunität. Als dann die Erlösung mittels Notfallzulassung im Dezember 2020 an die ersten „systemrelevanten“ Mitbürgerinnen und Mitbürger verimpft wurde, war der Neid groß – Termine für den Impfstoff zu bekommen ein Glücksfall. Auf dem Höhepunkt der zweiten Welle entschied man sich dann zur viel diskutierten Priorisierung. Zuerst sollten die Alten und Schwachen geimpft werden. Unter Ihnen waren zu Anfang die meisten Todesfälle zu verzeichnen. Nach und nach kamen andere Gruppen dazu und die Impfkampagne kam trotz Impfstoffmangels voran. Eigentlich klingt das nach einer echten Erfolgsgeschichte, trotzdem ist das Misstrauen groß. Die Geschwindigkeit der Ereignisse und die Dynamik der Änderungen ließen viele Menschen verunsichert zurück. Mit der Zeit wuchs die Gruppe der Impfskeptiker und die Gesellschaft trennte sich an der Gretchenfrage nach der Impfung in zwei unversöhnliche Lager. Die eine Seite sieht in der Weigerung zur Impfung einen asozialen Akt und Schuld an vielen Toten, das andere Lager fürchtet Zwang zur Impfung mit dem vermeintlichen Gift und ahnt die Weltverschwörung. Das klingt zwar alles nach dem mittlerweile alltäglichen Corona-Wahnsinn, den uns diese Pandemie brachte – so neu ist das aber eben nicht. Diese recht ambivalente Beziehung zur Impfung gibt es so lange, wie die Impfung selbst. Etwa bei den Masernimpfungen sind auch heute noch die Töne ähnlich und auch wenn die Masern für kleine und ungeborene Kinder im schlimmsten Fall Tod oder schwere Behinderung heißen können, braucht es zum Erreichen der gewünschten Herdenimmunität von knapp 93% eine Impfpflicht, auch wenn gerade die Impfpflicht zur Verhärtung der Fronten sicherlich einen Beitrag geleistet hat.

Da wo man mit gutem Willen und Aufklärung keinen Schaden abwenden kann, ist es sicherlich Aufgabe der Zivilgesellschaft mit Verboten und Zwängen zu arbeiten. Aber so lässt sich das grundsätzliche Problem – eben diese Angst und das Misstrauen gegen Impfungen und Impfstoffe – nicht wirklich lösen. Wir haben uns daher gedacht, es wäre ein nützlicher Beitrag, mit Aufklärung und Information das Thema Impfungen anzugehen. Wir denken dabei, dass den meisten Impfskeptikern nicht die oft unterstellte Bildungsferne innewohnt. Sie sind meist sehr gut informiert, nur sind die Quellen fraglich, häufig unseriös oder interessengesteuert. Wir haben dabei auch ein Interesse, wir wollen vermeidbare Tode durch Infektionskrankheiten vermeiden. Damit sind wir nicht neutral, aber sehen hierzu auch keine Möglichkeit, denn die Erfolge der Impfungen sind für jeden sichtbar, der an seinem Arm keine Narbe von einer Pockenimpfung mehr vorzuweisen hat. Und wenn man auch im 21. Jahrhundert noch über Autismus, Computerchips und Unfruchtbarkeit durch Impfungen reden will, kann ein Blick in dieses Vademecum sicherlich ganz hilfreich sein.

Die Autoren

Frankfurt (Oder), November 2021

5

## GESCHICHTE

Infektionskrankheiten sind Teil unseres Lebens auf diesem Planeten, der auf seiner Oberfläche nicht steril ist. Und die Evolution gab uns dabei immer mehr Waffen im Kampf gegen die Krankheitserreger, was dort zu einer Selektion führte und wir damit also in einem ständigen Wettbewerb der besseren Verteidigung gegen die bessere Angriffsstrategie stehen. Immer wieder gab es dabei Infektionskrankheiten, denen viele recht machtlos gegenüberstehen und eine davon waren sicherlich die durch Viren ausgelösten Pocken. Das wir die Pocken jetzt nur noch aus Geschichtsbüchern kennen, verdanken wir der besseren Immunität breiter Bevölkerungsschichten gegen die Pocken. Diese nahm ihren Anfang wahrscheinlich in Indien. Dort hatten buddhistische Mönche zuvor auch Schlangengift getrunken, um vor dem Tod durch Schlangenbisse geschützt zu sein (ob das von Erfolg gekrönt war, ist nicht überliefert)<sup>1</sup>. Jedenfalls ging man dort im 16. Jahrhundert dazu über, den getrockneten Schorf von Pockenbläschen anderen in die Haut zu kratzen<sup>2 3</sup>. Diese Technik führte dazu, dass die so Behandelten später nicht oder meist wesentlich leichter an den Pocken erkrankten. Von dort verbreitete sich die Technik bis nach Afrika und kam mit den Sklaven aus dem Gebiet des heutigen Ghana auch in die amerikanischen Kolonien. Dort wurde die Inokulation genannte Methode während der Pockenepidemie 1721 in Boston zwar erfolgreich angewandt, aber von 10 Ärzten konnte nur einer zur Durchführung des Verfahrens überzeugt werden. Trotz des Erfolges dieser Prävention setzte sich die Inokulation in den USA nicht wirklich durch. Als sich die Revolutionäre in den Unabhängigkeitskriegen daran machten, Kanada zu erobern, scheiterte der Versuch an einer Pockenepidemie, die unter den amerikanischen Soldaten grassierte und selbst ihren Komman-



Abbildung 1: Das Bild zeigt frisch aufgezugene Corona-Impfungen. Diese wurde in kleinen Flaschen, genannt Vials, an die Impfstellen geliefert und vor Ort frisch aufgezogen. Autor: Philipp Humbsch

deur, den General John Thomas, dahinflüchtete<sup>4</sup>. Kanada wurde zwar nie erobert, der wahre Sieger waren hier aber die Pocken, denn die breiteten sich weiter in der neuen Welt aus.

Nach Europa kam das Wissen über die Variolation über die Gattin eines britischen Diplomaten<sup>5</sup>. Sie hatte von der Methode in Konstantinopel erfahren und immerhin einige britische Ärzte überzeugen können, die Variolation auch durchzuführen<sup>6</sup>. Später gestattete der Englische König die Behandlung, nachdem es zuvor an Sträflingen und Waisenkindern ausprobiert wurde<sup>6 7</sup> - die Sträflinge bekamen für ihre Teilnahme eine Amnestie und die Waisenkinder durften im besten Fall weiterleben. Diese Anfangszeit der medizinischen Forschung ist - zugegebenermaßen schon ein wenig dunkel. Es wird auch die Wertschätzung deutlich - Sträflinge und Waisen hatte man (auch wegen der vielen Kriege und Krankheiten) genug. Trotzdem - das Verfahren hatte Erfolg, nicht zuletzt auch deshalb, weil die meisten europäischen Königshäuser die Pocken mehr fürchteten als hungernde Bauern und wütende Revoluzzer. Um Ihre Dynastien vor der Seuche zu bewahren, wurden sie häufig zu Vorreitern der Variolation. So richtete die habsburgische Monarchin Maria Theresia in Wien sogar ein Inokulationshaus ein. Die Kaiserin - selbst von den Pocken infiziert - war ein Befürworter der Variolation<sup>8 9</sup>. Eine Pflicht wurde die Inokulation aber unter ihrer Herrschaft nicht. Die Methode war populär und gefährlich zugleich:

von allen "Inokulierten" starben immerhin noch 2%<sup>10</sup> an der hierdurch ausgelösten Pockeninfektion. Unnötig zu erwähnen, aber trotzdem makaber, bevor die Kaiserin ihre eigenen Kinder impfen ließ, wurde das Verfahren wieder an 100 Waisen ausprobiert<sup>11 12</sup> - gefragt wurden diese, wie die Waisen zuvor im Vereinigten Königreich, natürlich nicht.

Bei diesen Variolationen wurde in gewisser Weise mit potentiell vermehrungsfähigen Pockenviren gearbeitet - inwieweit es sich dabei um einen „Lebendimpfstoff“ handelt, ist ein Streitthema, weil Viren (vermehrungsfähig oder nicht) nicht leben.

Irgendwann bemerkte man, wieder im Vereinigten Königreich, dass manche Menschen eine Pockeninfektion auch ohne eine Variolation gut überstehen können. Diese Menschen hatten zuvor eine Infektion mit Kuhpocken durchgemacht, die meistens sehr milde verlief<sup>13</sup>. Aus dem Umstand, dass die Kuh in lateinischer Sprache Vacca heißt, nannte man das neue Verfahren Vaccination. Daraus wurde schließlich Vakzination, was aber heute auch kaum noch einer sagt, wenn er von Impfung spricht. Diese Kuhpocken (mittlerweile denkt man, dass es sich hierbei um Pferdepocken handeln könnte<sup>14</sup>, aber die Diskussion darum ist eher akademisch und selbst unter Medizinern steht man mit solchen Anekdoten eher als Klugschreiber da) wurden von Arm zu Arm geimpft. Sobald sich die Pockenbläschen bildeten, konnte der Nächste damit infiziert werden. Traurige Geschichte aus Italien: bei so durchgeführten Impfungen steckten sich in einem Fall mehr als 40 Kinder mit Syphilis an<sup>15</sup>. Es folgten neue Impfstoffe und die Qualität der Impfstoffe, so wie ihre Verabreichung, wurden schrittweise verbessert - mit einigen Rückschritten. Traurige Berühmtheit erreichte dabei das Lübecker Impfunglück 1930<sup>16 17 18 19</sup>: Bei einer Impfung gegen Tuberkulose mittels Schluckimpfung kam es zu einer tragischen Verunreinigung. Die Krankenschwestern, die den Impfstoff zubereiten

sollten, verfügten nicht über die nötige Fachkenntnis, das Labor für die Zubereitung war ungeeignet und die leitenden Ärzte agierten durch das Unterlassen von Kontrollen grob fahrlässig. Am Ende des schlimmsten Impfunglückes des 20. Jahrhunderts waren 77 der 286 geimpften Neugeborenen an Tuberkulose verstorben, weit mehr als die Hälfte erkrankte schwer. Dieser Vorfall warf die BCG Impfung gegen Tuberkulose in Deutschland weit zurück und erschütterte das Vertrauen in Impfungen nachhaltig. Es folgte die Machtübernahme durch die Nazis. Infolge des deutschen Vernichtungskrieges gab es wieder viele Gefangene und Waisen, für die man in menschenverachtender Weise wieder keine Einverständniserklärung einholte, bevor man an ihnen Impfstoffe zu testen. Viel neue Erkenntnisse konnten die Forscher dabei nicht erheben und das Ausmaß der fehlenden ethischen Werte bei den beteiligten Wissenschaftlern und Ärzten, waren bei diesen erfolglosen Menschenversuchen die einzigen Erkenntnisse, die für die Nachwelt erhalten geblieben sind. Viele dieser Forscher waren Mitarbeiter des beinahe vollständig von der Ideologie des Nationalsozialismus durchdrungenen „Preußisches Institut für Infektionskrankheiten Robert Koch“<sup>20</sup>, dass dann im Krieg schließlich nur noch den Namen „Robert-Koch-Institut“ bekam<sup>21</sup>. Diesen Namen trägt es bis heute. Zu etwa der gleichen Zeit mit dem Unglück in Lübeck begann man mit der Entwicklung und schließlich (allerdings auch erst Mitte der 50er) mit der Herstellung von Polio-Impfstoffen. Polio - auch als Kinderlähmung bekannt - ist aus unserem Fokus beinahe völlig verschwunden, auch Dank der erfolgreich eingesetzten Impfstoffe. Trotzdem muss man erwähnen, dass es auch hier zu schweren Zwischenfällen kam. So wurden beim „Cutter Incident“ 120.000 Dosen Impfstoff mit virulenten (also noch gefährlichen) Viren produziert<sup>22 23</sup>. Mehr als 40.000 Kinder erkrankten durch die Impfung an Polio, fünf Kinder starben. Das soll nicht als Grundlage dienen, um Impfungen zu verteufeln. Aber das Wis-

sen ist wichtig, um zu verstehen, warum es Impfskeptiker gibt<sup>24</sup>. Solche Nachrichten prägen sich ein und bleiben dann eher im kollektiven Gedächtnis als all jene Menschen, die eben nicht gestorben sind. Impfskeptiker sind kein neues Phänomen. Besonders in Bezug auf die Polio Impfung ist das Internet voll mit den spannendsten Verschwörungsgeschichten<sup>25</sup>. Polio wird auch heute noch geimpft und derartige Probleme wie der Cutter-Incident kommen durch ein immer engmaschigeres Netz an Kontrollen nicht mehr vor<sup>26</sup>.

Welche Impfungen in Deutschland standardmäßig geimpft werden sollen, entscheidet nicht zuletzt auch die Ständige Impfkommission beim Bundesgesundheitsministerium<sup>27</sup>. Auf Grundlage von Studien, neuesten Erkenntnissen aus der medizinischen Forschung sowie unter Berücksichtigung von Expertenmeinungen verfasst die Stiko Empfehlungen, welche Impfungen wann, an wen und unter welchen Umständen geimpft werden sollen. Sie gibt den Impfkalender heraus und soll ihre Entscheidungen unpolitisch und unparteiisch treffen.

Das heißt nicht, dass die Stiko an ihren Entscheidungen unabdingbar festhält. So zum Beispiel auch bei der sexuell übertragbaren Erkrankung, die durch das Humane Papillomavirus ausgelöst wird<sup>28 29</sup>. Diese Viren können zu Gebärmutterhalskrebs, aber auch zu vielen anderen Krebserkrankungen führen. Ursprünglich war diese Impfung nur an Mädchen gerichtet. Das war gleich doppelt fraglich: zum einen werden die Viren auch durch Männer übertragen, zum anderen können sie auch bei Männern Krebs auslösen, etwa an Penis oder im Mund. Daher wurde die Empfehlung 2018 auch für Jungen erweitert<sup>30</sup>.

Die Stiko hat im Zuge der Pandemie eine große Aufmerksamkeit erfahren, auch weil die Dynamik der Prozesse bekannte Strukturen in hoher Geschwindigkeit veränderte. Ende Dezember 2019 meldete man in Wuhan eine Lun-

genentzündung unbekannter Ursache, was aber keine allzu große Beachtung in der Öffentlichkeit fand (kaum vorstellbar dass es mal andere Themen gab als Virale Pandemien). Man regte sich in Deutschland damals noch lieber über die Bonpflicht auf<sup>31 32</sup>. Im Januar wurde SARS-CoV-2 erstmals in Deutschland nachgewiesen. Es folgte die erste Infektionswelle, ungefähr von März bis April 2020 und die Suche nach einem Heilmittel begann. Einige Kandidaten aus der Pharmaindustrie fanden mittels Notfallzulassung ihren Weg in den Markt<sup>33 34</sup>. Aber die große Wende brachten diese nicht. Bereits im April startete ein Konsortium aus einer deutschen und einer amerikanischen Firma mit der klinischen Prüfung. Ein derartiges Tempo bei der Entwicklung eines Impfstoffes hatte es bis dahin nicht gegeben. Das ließ viele verwundert zurück, und viele waren durch diese Dynamik irritiert. Ermöglicht hatte es eine Flut an Fördergeldern, die alle Länder (die es sich leisten konnten) in nie gekannter Art und Weise an die forschenden Pharmaunternehmen ausschütteten. Bereits Ende 2020 erhielt Comirnaty die Notfallzulassung als erste Vakzine weltweit, die mRNA einsetzt<sup>35</sup>. Russische Wissenschaftler waren mit ihrem Impfstoff Sputnik V schneller, aber beantragten in der EU zu dem Zeitpunkt keine Zulassung. Als erstes wurden die systemrelevanten Gruppen geimpft, das waren Pflegerinnen und Ärzte auf den Intensivstationen, sowie die besonders alten Mitmenschen. Zum Zeitpunkt der Notfallzulassung wütete bereits die zweite Welle, bei der es zu vielen Todesfällen insbesondere unter der älteren Bevölkerung kam - man wollte die Krankenhäuser entlasten und den Anstieg schwerer Infektionsverläufe bremsen. Teils wurde der Impfstoff unter Polizeischutz ausgeliefert<sup>36</sup>. In Depots wachte die Bundeswehr mit automatischen Waffen<sup>37</sup>. Diese Priorisierung fand freilich viele Kritiker. Die Impfstoffproduktion kam mühsam in Gang, mussten schließlich alle Produktionsanlagen erst noch aufgebaut werden. Zu Anfang war man unsicher, ob der Impfstoff bei hohen Temperaturen

instabil werden könne und musste daher bei  $-70^{\circ}\text{C}$  gelagert werden. Da weder Ärzte noch Apotheker die nötigen Kühlschränke vorhalten konnten, wurden Impfzentren aus dem Boden gestampft. In Messehallen, Sportarenen und auch mobil in den Altenheimen machten sich zigtausende Freiwillige an die Arbeit und impften das Land. Je mehr die Impfkampagne in Fahrt kam, desto mehr wechselten die Kritiker. Es wuchs die Angst vor dem Impfstoff, Impotenz und Krebs aber auch Nachrichten von implantierten Computerchips und magnetisch gewordenen Armen durchfluteten die sozialen Netzwerke<sup>38</sup>. Es wuchs die Angst vor einem Impfwang, zwei Lager formierten sich: „Schlafschafe“ und „Querdenker“ – die einen wollten die Welt retten, die anderen auch. Nur sahen die einen in der Viruserkrankung eine Weltverschwörung und im Impfstoff ein Gift und die anderen sahen die Viruserkrankung, die beatmeten Patienten oder erlebten die Erkrankung selbst oder im privaten Umfeld und konnten die Argumente der anderen Seite nicht verstehen. Während eine kleine Clique mit solchen Verschwörungstheorien Kasse machte, wurden große Massen der Bevölkerung durch die Fehlinformationen beeinflusst. Viele ließen sich aus Angst, aus Trotz oder aus Bequemlichkeit nicht impfen. Einige hiervon überlebten dann eine Covid-19 Erkrankung nicht<sup>39</sup>.

## EPIDEMIOLOGISCHE GRUNDLAGEN (HERDENIMMUNITÄT, VULNERABLE GRUPPEN)

### Was bedeutet „flatten the curve“?

Es geht um den Anstieg der Infektionszahlen, als Ausdruck der sich ausbreitenden Infektionsketten<sup>40 41</sup>. Bei einem zunehmenden Infektionsgeschehen mit einem Anstieg größer als 0 kann dieser Anstieg über die Zeit mehr oder weniger steil verlaufen. Die Frage ist dabei, wie viele werden durch einen Infizierten angesteckt. Diese Zahl wird Basisreproduktionszahl genannt ( $R_0$ )<sup>42</sup>. Je größer die Basisreproduktionszahl ist, desto steiler der Anstieg und damit auch die Kurve der Infektionszahlen. Die Basisreproduktionszahl hängt von der Virusart ab, lässt sich aber auch von außen beeinflussen (etwa durch Prävention und Hygiene). Ziel aller Hygienemaßnahmen und Präventionsprogramme ist es, diesen Anstieg möglichst klein zu halten. Die Theorie hinter diesem Wunsch baut auf zwei Argumenten. So soll erstens die absolute Zahl an Infizierten geringgehalten werden, um Schäden durch die Er-

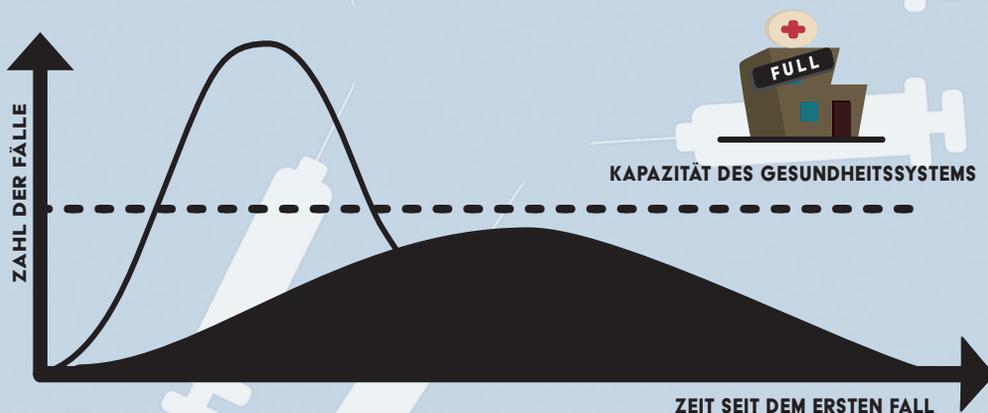


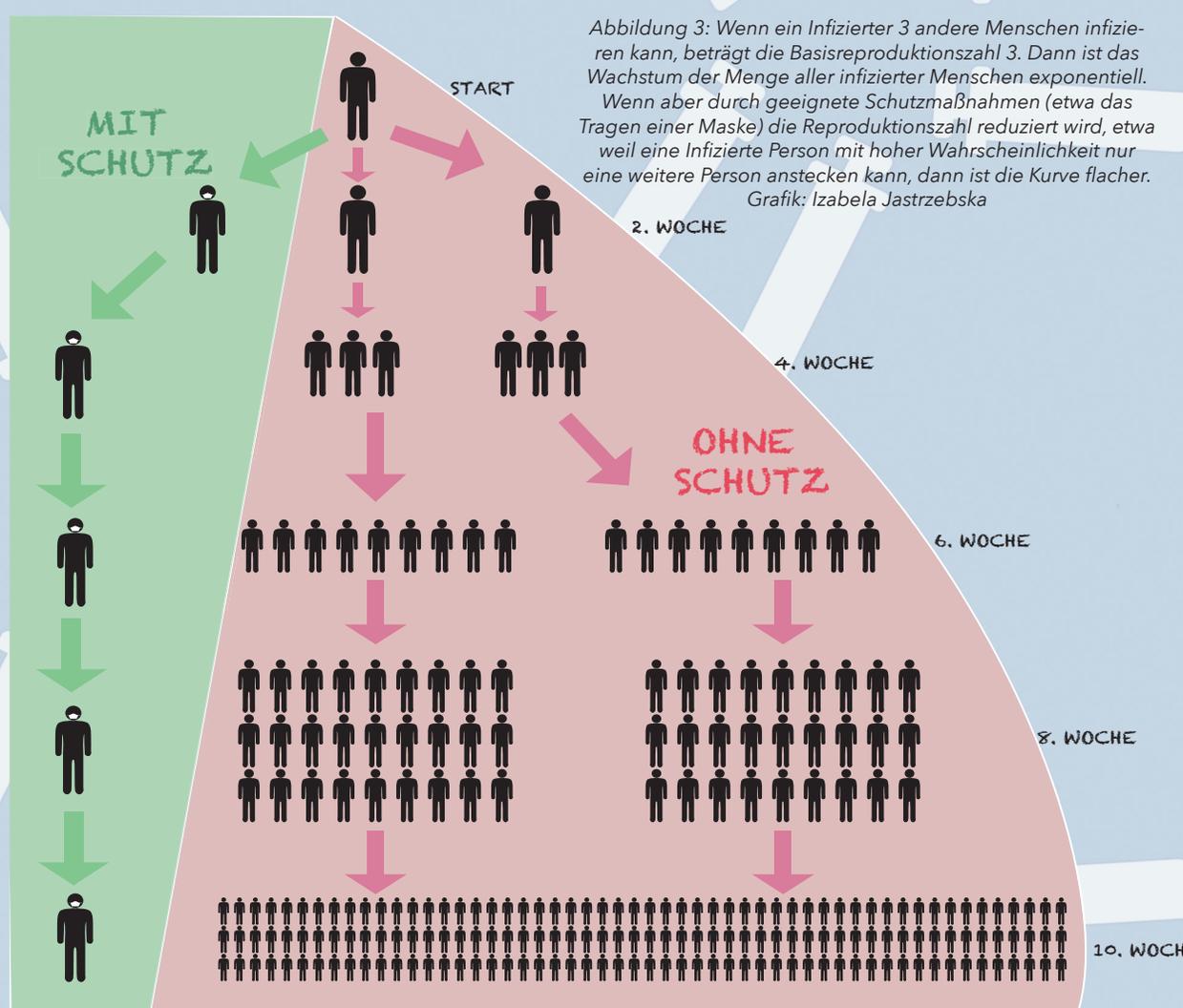
Abbildung 2: Darstellung zum Kurvenverlauf der Infektionszahlen in Bezug auf die im Gesundheitssystem vorgehaltenen Behandlungskapazitäten. Die erste Kurve zeigt den Anstieg ohne Maßnahmen gegen den Anstieg. Die schwarze Fläche zeigt den besseren Kurvenverlauf ohne ein Übersteigen der Kapazitätsgrenze. Grafik: Izabela Jastrzebska

krankung in der Bevölkerung niedrig zu halten. Das zweite Argument bezieht sich auf die maximale Zahl an Behandlungsmöglichkeiten, die durch das Gesundheitssystem bereitgestellt werden können. So war es etwa im Zuge der Corona-Krise ein gefürchtetes Szenario, dass die schwer erkrankten und damit häufig beatmungspflichtigen Patienten einen Platz an einem Beatmungsgerät benötigen. Die Menge dieser Plätze ist endlich und Ärzte müssten dann entscheiden, wer einen Platz bekommt und wer nicht. Im Zuge dessen wurde während der Corona-Pandemie häufig von „Triage“ gesprochen<sup>43</sup>, einer Behandlungsstrategie aus der Kriegsmedizin (was die Verzweiflung dahinter zeigt), bei der man sich vorrangig um Patienten mit den besten Chancen bei schwe-

ren Erkrankungen kümmert. Das heißt, dass viele Patienten im Zweifelsfall keine Behandlung mehr erhalten können, was häufig dazu führt, dass sie an ihrer Erkrankung versterben. Das bedeutet einen sprunghaften Anstieg der Todeszahlen. Um solche Szenarien zu vermeiden, darf die Menge der Patienten die eben solche Behandlung benötigen, nicht zu stark anwachsen. Während der Corona-Pandemie gelang das nicht immer.

### Was ist die vulnerable Gruppe?

Vulnerabel bedeutet verletzlich und vulnerable Gruppe meint im Allgemeinen solche Teile der Bevölkerung, die durch körperliche oder seelische Gegebenheiten für schädigende Einflüsse beson-



ders empfänglich sind<sup>44</sup>. So sind Teenager vulnerabel für Suchterkrankungen. Ungeborene Kinder sind besonders vulnerabel bei einer Maserninfektion der Mutter, mit teils schweren Schäden oder letztlich sogar dem Tod. Während der Corona-Pandemie waren insbesondere ältere Menschen und solche mit Vorerkrankungen vulnerabel bei einer Infektion und hatten häufiger schwere Verläufe oder verstarben sogar<sup>45 46</sup>.

### Was ist eine Infektionskette?

Die Weitergabe eines Pathogens von einem Wirt zum nächsten Wirt bezeichnet man als Infektionskette<sup>47</sup>. Pathogene können lebende Organismen oder nichtlebende Stoffe sein, die bei einem Wirt eine Infektion auslösen können. Wirt meint dabei, dass die Pathogene den infizierten Menschen zur Vermehrung benötigen und sich von dort auf andere Wirte ausbreiten. Dabei ist für die Präventionsmaßnahmen sehr wichtig, wie viele andere Menschen der Wirt

ansteckt. Wenn jeder Wirt das Pathogen nur an einen neuen Wirt weitergibt, ist der Anstieg ein anderer, als wenn jeder Wirt 3 neue Wirte infiziert. Wie viele Neuinfektionen auf einem Wirt kommen, hängt von vielen Faktoren ab und nicht auf alle können wir einen Einfluss haben.

### Was ist Herdenimmunität?

Der Begriff Herdenimmunität beschreibt die Immunität einer Gruppe an Menschen in Bezug auf eine Infektion mit einem Erreger<sup>48</sup>. Da das Wort Herde oft negativ konnotiert ist, spricht man auch von Gemeinschaftsschutz<sup>49</sup>. Es geht um die Menge an Neuinfektionen innerhalb einer Population, in Abhängigkeit vom Immunstatus der Gruppe. Wiederholung: Die Menge an Neuinfektionen, die auf einen Wirt (oder auch Infizierten) zurückgeht wird Basisreproduktionszahl genannt,  $R_0$ . Sie ist immer abhängig vom Virus und bezieht sich auf eine Population oder Herde ohne besonderen Immunschutz. Bei Corona (SARS-CoV-2

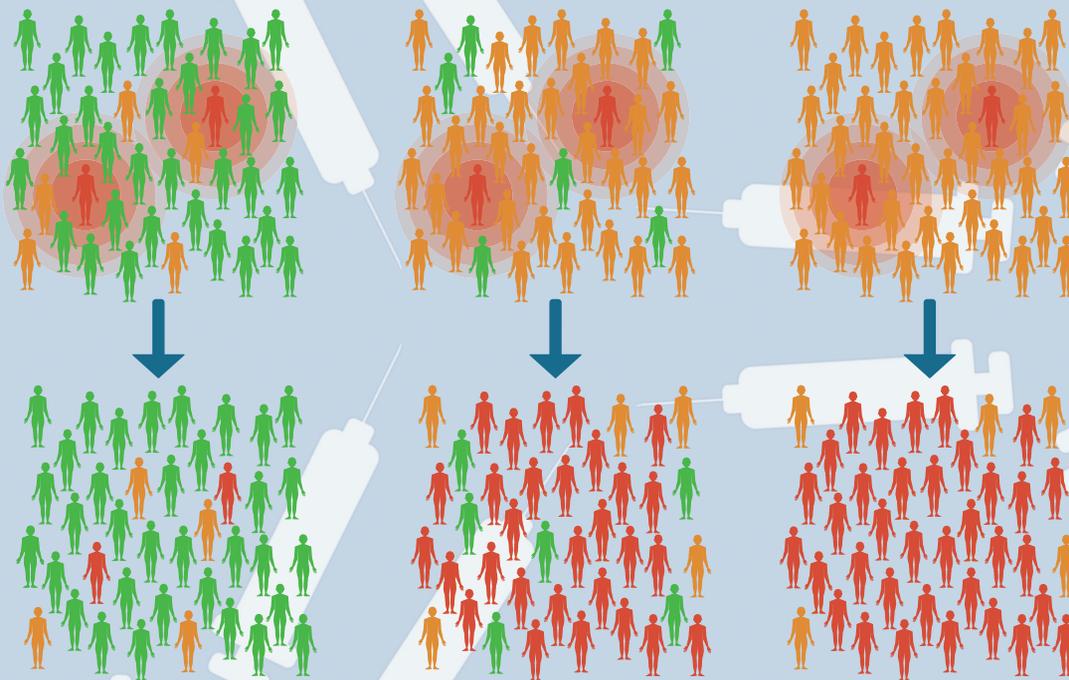


Abbildung 4: Zur Erklärung: grün = geimpft/genesen und gesund, gelb = nicht geimpft aber gesund, rot = krank und ansteckend. Erste Spalte: viele Menschen sind geimpft/genesen, die Krankheit (ausgehend von den Erkrankten) kann sich nicht ausbreiten. Zweite Spalte: Es gibt Geimpfte/Genesene, aber zu wenige um die Menschen ohne Immunität vor den Erkrankten abzusichern. Dritte Spalte: Niemand ist geimpft oder genesen, und die Erkrankung breitet sich ungebremst aus.  
Grafik: Izabela Jastrzebska

für alle die es sehr genau nehmen) liegt  $R_0$  bei 3 und für Masern liegt der Wert bei 15, das heißt, dass ein mit Masern infizierter Menschen etwa 15 Andere anstecken kann. Diese Zahlen beschreiben damit auch die Entwicklung der Infektionsketten. Natürlich sind diese auch von anderen Faktoren abhängig und können durch Hygiene- und Präventionsmaßnahmen beeinflusst werden. Aus verschiedenen Gründen können häufig nicht alle Teile der Bevölkerung geimpft werden und auch Hygienemaßnahmen werden häufig nicht perfekt umgesetzt. Aber wie viele müssen nun in einer Gruppe geimpft (oder genesen) sein, um das Risiko für die vulnerablen Mitglieder in der Gruppe (etwa wegen Vorerkrankung oder weil sie nicht geimpft werden können) vor einer Infektion zu schützen? Um diese Schwelle für die Herdenimmunität zu berechnen kann man die Reproduktionszahl  $R$  verwenden<sup>50</sup>. Der notwendige Anteil  $H_s$  an Geimpften und Genesenen in der Population für das Überschreiten der Schwelle zur Herdenimmunität berechnet sich dann wie folgt:  $H_s = 1 - 1/R \times 100\%$ . Auch wenn man eigentlich auf einen Wert für die Schwelle zur Herdenimmunität zwischen 60% und 70% kommen könnte, geht man allerdings aktuell davon aus, dass es wohl eher 90% brauchen könnte bis zur Herdenimmunität, schuld wäre dabei die Delta-Variante<sup>51</sup>.

## IMMUNOLOGISCHE GRUNDLAGEN

### Was ist ein Pathogen?

Das Reponym (Neubennennung, gab es bei den alten Griechen noch nicht) „Pathogen“ ist ein Kofferwort aus den griechischen Wortstämmen „Pathos“ (zu dt. Krankheit) und „Genesis“ (zu dt. Entstehung). Es beschreibt die grundsätzliche Fähigkeit in bestimmten Organismen,

Erkrankungen hervorzurufen, als Adjektiv übersetzt man das Wort am besten mit „krankmachend“<sup>52</sup>.

### Wer gibt die Immunantwort?

Wenn ein Krankheitserreger oder anderes Pathogen auf den menschlichen Körper trifft, kommt es auch ohne vorhergehende Impfung oder Erkrankung zu einer Immunantwort, also einer Reaktion von zellulären und plasmatischen Bestandteilen des Immunsystems<sup>53</sup>. Diese erkennen spezielle Bindungsstellen an der Oberfläche von Pathogenen. Diese ersten Reaktionen sind weitestgehend unspezifisch und in erster Linie angeboren. Deswegen nennt man das auch die angeborene Immunantwort. Parallel werden die (häufig langsameren) Prozesse der erworbenen Immunantwort in Gang gesetzt.

### Was ist eine erworbene Immunantwort?

Im Gegensatz zur angeborenen Immunantwort<sup>54</sup>, die bei gesunden Organismen (also nicht nur beim Menschen) immer vorhanden und unspezifisch ist (vergleichbar mit Vorschlaghämmern in verschiedenen Größen und Farben), ist die erworbene Immunantwort spezifisch (wie ein Werkzeugkasten bei dem man fehlende Werkzeuge dazukauf). Sie beruht unter anderem auf einem fein gesteuerten Zusammenspiel verschiedener B- und T-Lymphozyten und setzt sich aus plasmatischen und zellulären Bestandteilen zusammen.

### Was ist Immunkompetenz?

Das Wort „immun“ kommt aus dem Latein und bedeutet frei oder unberührt. Das Immunsystem hat die Aufgabe, alle schädigenden Einflüsse auf den Organismus – egal ob von innen oder außen – abzuwehren. Wenn das System

so arbeitet wie es soll, spricht man von Immunkompetenz. Das System ist also in der Lage, (kompetent) seine Aufgaben zu erfüllen<sup>55</sup>.

## Leukozyten und Lymphozyten

Leukozyten gehören zu den Blutkörperchen. Da sie kein Hämoglobin enthalten und dadurch nicht so prominent rot sind wie die roten Blutkörperchen, werden sie „weiße Blutkörperchen“ genannt. Alle weißen Blutkörperchen sind Leukozyten. Diese werden entsprechend ihrer Funktionen und ihres Aufbaus allerdings noch in Gruppen unterschieden. Besonders im Bereich des erworbenen Immunsystems nehmen Vertreter der Lymphozyten wichtige Aufgaben wahr. Besonders häufig ist dabei die Rede von B-Lymphozyten und T-Lymphozyten<sup>56 57</sup>

<sup>58</sup>.

### Was sind B- und T-Lymphozyten?

B-Lymphozyten sind die Träger der humoralen Immunabwehr, also der Immunabwehr, die durch im Blutplasma gelöste Eiweiße auf Pathogene einwirkt<sup>59</sup>. Sie produzieren die notwendigen Antikörper und überdauern lange Zeit als Gedächtniszellen, um wieder auf eine Infektion mit einem bekannten Pathogen zu reagieren. Besonders für Impfungen ist das eine wichtige Funktion, da so eine länger andauernde Immunabwehr aufrechterhalten werden kann. Häufig liest man, das B stünde für den Bildungsort im Knochenmark. Allerdings wurden die Entstehung der B-Lymphozyten bei Vögeln beschrieben und B steht dabei für Bursa fabricii, ein lymphatisches Organ, das es so beim Menschen und anderen Säugern in dieser Form nicht gibt<sup>60</sup>. Beim Menschen werden diese während der Schwangerschaft in der Leber und nach der Geburt im Knochenmark gebildet.

T-Lymphozyten sind in gewisser Weise

die Aufpasser. Sie kontrollieren die Zusammensetzung der Zellmembranen aller erreichbaren Körperzellen und kontrollieren diese auf Antigene<sup>59</sup>. Das T steht für Thymus, da die Lymphozyten im Thymus negativ selektiert werden. Warum ist das nötig? Alle Lymphozyten haben ein Privileg, das die meisten anderen Körperzellen nicht haben. Sie dürfen nämlich ihre DNS in bestimmten Stellen umschreiben, also ihre Erbinformation ändern. Diese Bereiche codieren für die Rezeptoren, die Antigene erkennen: theoretisch können T-Lymphozyten durch dieses Umschreiben eine unendliche Bandbreite an Proteinen erkennen und genau das ist das Problem. Theoretisch können damit auch körpereigene Eiweiße eingeschlossen werden. Wenn die Lymphozyten aber körpereigene Zellen dann daraufhin als Fremd erkennen, setzen diese eine Immunreaktion gegen den Körper in Gang, was für den ganzen Organismus gefährlich ist. Um nun zu verhindern, dass die durch den Körper zirkulierenden T-Lymphozyten, die körpereigene Eiweiße erkennen, werden alle jene ausselektiert (zerstört), die das können. Diese Selektion findet in der Thymusdrüse statt. T-Lymphozyten gestalten und steuern Immunprozesse und erkennen und bekämpfen auch Krebszellen. Es gibt viele verschiedene Gruppen von T-Lymphozyten.

### Was sind Antikörper?

Antikörper sind Eiweiße, die von B-Lymphozyten produziert werden und passgenau und meist hochspezialisiert auf ein bestimmtes Pathogen zugeschnitten sind<sup>61 62</sup>. Es gibt verschiedene Arten von Antikörpern, welche unterschiedliche Prozesse in Gang setzen können, die letztlich in der Unschädlichmachung des Pathogens enden.

## GRUNDLAGEN DES IMPFFENS

### Was ist eine aktive Impfung?

Wenn der Organismus durch die Impfung dazu angeregt werden soll, eigene Antikörper zu produzieren (selbst aktiv zu werden), ist das eine aktive Impfung<sup>63</sup><sup>64</sup>. Einmal in den Organismus gebracht, wird der Impfstoff von immunkompetenten Zellen erkannt oder regt die Produktion solcher Strukturen an, die von immunkompetenten Zellen erkannt werden können. In der Folge kommt es zur primären Immunantwort, bei der B-Lymphozyten aktiviert werden. Diese produzieren passende Antikörper, welche an die Pathogene binden, und diese somit für den weiteren Abbau markieren. Außerdem bilden sich Gedächtniszellen. Bei einem erneuten Kontakt mit dem Pathogen kommt es nun zur sekundären Immunantwort, da die Gedächtniszellen „ihr Pathogen erkennen“ und die Produktion der Antikörper so viel schneller in Gang gesetzt werden kann. Dieser Zeitgewinn ist dabei einer der Vorteile der Impfung. Außerdem sind die bei der Impfung verwendeten Impfstoffe im Allgemeinen den Pathogenen zwar in der Gestalt sehr ähnlich (bzw. regen die Produktion ähnlicher Proteine an), aber häufig selbst nicht Pathogene oder sehr stark abgeschwächt pathogen wirksam. Die Gefahr für eine „echte“ Erkrankung mit schweren Verläufen ist sehr gering. Da es in jedem Fall zu einer Immunantwort kommen sollte, werden auch entsprechende Botenstoffe ausgeschüttet. Je nach Art der Impfung bedeutet das auch, dass es zu stärkeren oder schwächeren Nebenwirkungen kommen kann.

### Was ist eine passive Impfung?

Wenn man die begründete Sorge hat, dass ein Organismus mit einem poten-

tiell gefährlichen Pathogen infiziert wurde, besteht in manchen Fällen die Möglichkeit der passiven Immunisierung<sup>65</sup>. Dabei werden passende Antikörper injiziert. Diese Antikörper können dabei von Tieren, aus Zellkulturen im Labor oder anderen Menschen (die eine Immunität gegen das Pathogen haben) stammen. Der klare Vorteil gegenüber der aktiven Impfung ist der rasche Schutz gegen das Pathogen, der für die Lebensdauer der Antikörper auch anhalten kann. Aufgrund des Wirkprinzips kommt es aber bei fehlendem Pathogen nicht zu einer Stimulierung des Immunsystems. Es werden keine körpereigenen Antikörper produziert und der Organismus ist vor einer neuerlichen Infektion mit dem Pathogen nicht geschützt. Ein weiterer Nachteil dieser Therapieform ist die Möglichkeit, dass eben jene Antikörper oder andere Bestandteile der passiven Impfung als körperfremd erkannt werden und eine Immunreaktion gegen diese Eiweiße ausgelöst wird. Die Antikörper werden schneller abgebaut, der Schutz besteht also eher kurz. Bei wiederholter Gabe von Fremdserum kann es außerdem zur Serumkrankheit kommen<sup>66</sup>, was meistens eine allergische Reaktion bis hin zum allergischen Schock hervorrufen kann. Solche Reaktionen sind für den Organismus natürlich sehr gefährlich.

### Arten des Impffens (Tot- und Lebendimpfstoffe)

#### Was ist ein Lebendimpfstoff?

Ein Lebendimpfstoff beinhaltet lebendige, also vermehrungsfähige, Pathogene. Diese sind durch verschiedene Behandlungen in Ihrer Pathogenität derart abgeschwächt, dass sie bei immunkompetenten Personen sehr wahrscheinlich keine schwere Erkrankung auslösen können (in der Fachsprache sagt man hierzu *attenuiert*, was in Latein „schwächen“ be-

deutet<sup>67 68</sup>. Wichtige Vertreter sind unter anderem die Impfstoffe für Masern, Mumps und Röteln sowie Windpocken und Gelbfieber. Ebenso werden auch die Grippeimpfstoffe als vermehrungsfähige Krankheitserreger auf bebrüteten Hühnereiern kultiviert, weshalb auch hier eine allergene (also Allergie auslösende) Wirkung bei Leuten mit bekannter Hühnereiallergie resultieren kann. Je nachdem, ob am Ende im Grippeimpfstoff vermehrungsfähige Viren oder nur Virenbestandteile zum Einsatz kommen, spricht man entweder von Lebend- oder Totimpfstoff. Das Prinzip der Attenuierung von Lebendimpfstoffen entstammt dem Labor von Louis Pasteur.

### Was ist ein Totimpfstoff?

Totimpfstoffe enthalten im Gegensatz zu Lebendimpfstoffen keine vermehrungsfähigen Erreger<sup>69</sup>. Sie können dabei speziell behandelte Erreger, aufgebrochene Erreger oder auch nur Untereinheiten (etwa Hüllproteine) der Viren oder Bakterien enthalten. Ebenso verwendet man behandelte Toxine der Erreger und spezifische Peptide. Seit der Corona-Pandemie sind auch erstmals solche Impfstoffe zugelassen worden, die lediglich den Bauplan für Teile des Pathogens in den Organismus bringen. Solche Impfstoffe arbeiten unter anderem mit mRNA oder DNA<sup>70</sup>. Häufig ist die Immunantwort initial nicht ganz so stark, wie etwa bei Lebendimpfstoffen oder einer richtigen Infektion. Deshalb wird den Impfstoffen von Hersteller-Seite ein Adjuvanz (Latein für unterstützen) mitgegeben, die die Immunreaktion unterstützen und erhalten<sup>71</sup>.

### Wie impft man mit Vektoren oder mRNA?

Auch beim Impfen gibt es - angespornt durch die Bedeutung des dahinterstehenden Marktes und der gesamtgesellschaftlichen Bedeutung - große For-

schungsbemühungen und regelmäßig neue Technologien und Entdeckungen. Eine dieser relativ neuen Technologien ist die Vektorimpfung. Die Idee ist dabei eigentlich sehr einfach. Die Zelle bekommt den Bauplan für ein therapeutisches Eiweiß oder zu impfendes Antigen mit einem ungefährlichen Virus direkt in die Zelle, respektive in den Zellkern. In der praktischen Umsetzung aber hat es dann doch wesentlich länger gedauert. Einen Schub bekam die Technologie durch die Corona-Pandemie, weil einer der verwendeten Corona-Impfstoffe ein Vektorimpfstoff ist, der Adenoviren benutzt<sup>72 73</sup>. Die Technologie erfreute sich dabei in der Bevölkerung keiner besonders großen Beliebtheit. Die befürchteten Nebenwirkungen durch den Impfstoff führten bei der Verabreichung zu immer weiteren Einschränkungen. Als Ursache für die teils tödlich verlaufenden Impfreaktionen und Nebenwirkungen wurden auch Verunreinigungen verantwortlich gemacht, die in manchen Chargen immerhin ein Drittel der gesamten Impfstoffmenge ausmachten. Ein weiterer Nachteil liegt in nicht auszuschließenden Langzeiteffekten, denn auch wenn das für Adenoviren als unwahrscheinlich gilt, ist es jedoch nicht ausgeschlossen, dass die via DNA in den Zellkern geschleusten Baupläne am Ende auch in die Erbinformation eingebaut werden.

Eine andere Impfstofftechnologie hat dagegen in der Branche einen echten Hype unter der Corona-Pandemie erlebt: die Impfung via mRNA<sup>74</sup>. Die Idee stammt aus der Krebstherapie, bei der man das Ziel verfolgte den Körper gegen den Krebs zu impfen. Hier blieb es über Jahre aber nur bei der Idee, ein tatsächlich eingesetztes Medikament kam dabei nicht heraus. Eine deutsche Firma brachte dann in einer beachtlichen Geschwindigkeit einen auf dieser Technologie basierenden Impfstoff auf den Markt. In vielen klinischen Studien und dann in der realen Anwendung zeigte

sich dieser Impfstoff als gut verträglich und sehr wirksam, was die Fantasie der Forscher beflügelte. Die Idee entbehrte nicht einer gewissen Ästhetik: auch hier bringt man den Bauplan für das heilende Protein oder die Zielstruktur eines Pathogens in die Zelle ein. Im Gegensatz zu DNA kann die mRNA jedoch nicht in das Genom eingebaut werden, erreicht höchstwahrscheinlich noch nicht mal den Zellkern. Jedoch wissen wir nun, dass Booster-Impfungen notwendig werden, da der Impfschutz wohl nur sechs Monate sicher hält<sup>75</sup>.

### Impfverabreichung, Simultanimpfung

Impfungen können enteral (also indem der Impfstoff als Schluckimpfung geschluckt wird) oder parenteral (unter Umgehung des Magen-Darm-Traktes) verabreicht werden. Parenteral besteht die Möglichkeit der Gabe des Impfstoffs



Abbildung 5: Die Impfung per Nasenspray (intranasale Impfung) wird aktuell ausgiebig erforscht. Kleinkinder können so etwa gegen Influenza geimpft werden.

Grafik: Izabela Jastrzebska



Abbildung 6: Die Schluckimpfung ist auch möglich, und wird unter anderem bei der Typhusimpfung eingesetzt. Früher kam sie auch bei Polio zum Einsatz.

Grafik: Izabela Jastrzebska

intradermal (also in die Haut), subkutan (unter die Haut) und intramuskulär (in den Muskel).

### Simultanimpfung

Bei besonders gefährlichen Infektionskrankheiten kann – beim begründeten Verdacht für eine stattgehabte Infektion bei unbekanntem Immunstatus – sowohl eine passive Immunisierung als auch eine aktive Immunisierung erfolgen. Hierbei besteht dann allerdings die Möglichkeit, dass die gespritzten Antigene der aktiven Impfung durch die schützenden Antikörper der passiven Impfung neutralisiert werden. Deswegen wird bei solchen Simultanimpfungen an möglichst zwei weit von einander entfernten Körperregionen die Impfung verabreicht, häufig dann intramuskulär<sup>76</sup>.

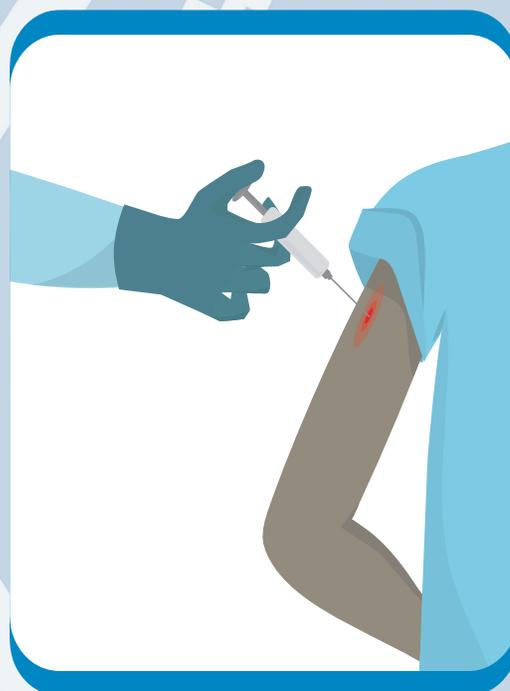


Abbildung 7: Viele Impfungen werden als intramuskuläre Injektion in den Delta-Muskel verabreicht.

Grafik: Izabela Jastrzebska

## Leihimmunität, Nestschutz

Bis das Immunsystem bei Neugeborenen einen eigenen Schutz aufbauen kann, vergehen einige Monate. Weil aber schon die ungeborenen Kinder im Mutterleib über die Plazenta Antikörper von Ihrer Mutter übertragen bekommen, besteht nach der Geburt ein gewisser Schutz, eine Leihimmunität. Diese Leihimmunität ist Teil des Nestschutzes<sup>77</sup>, zu dem auch Antikörper (genauer Immunglobulin A) gehören, die beim Stillen über die Muttermilch auf die Säuglinge übertragen werden. Diese Art der passiven Impfung ist ein großer Vorteil des Stillens gegenüber künstlicher Muttermilch<sup>78</sup>. Wie bei allen anderen passiven Immunisierungen gilt aber auch hier: eine aktive Impfung ersetzen diese nicht, weswegen die Impfempfehlungen der Stiko auch schon Säuglinge miteinander<sup>79</sup>.

## Wiederauffrischung

Wie lange die durch die Impfung erhaltene Immunität andauert ist von Impfung zu Impfung unterschiedlich. Bei der Hepatitis-A-Impfung scheint nach aktuellen Beobachtungen eine lebenslange Immunität zu bestehen, während die Impfung gegen Tetanus alle 10 Jahre wiederholt werden muss. Diese Auffrischungsimpfungen werden auch Boos-

terimpfungen genannt und können den Impfschutz wiederherstellen<sup>80</sup>. Die genauen Empfehlungen welche Impfung überhaupt und wenn ja wie oft wiederholt werden müssen, erstellt die Stiko auf Grundlage von wissenschaftlichen Erkenntnissen im Impfkalender.

## IMPFREAKTIONEN UND NEBENWIRKUNGEN

Das Ziel der Impfung ist es, eine Reaktion des Immunsystems herbeizuführen. Es liegt in der Natur der Sache, dass diese Reaktion des Immunsystems auch bewusst wahrgenommen werden kann. Wenn diese Reaktionen kurzzeitig auftreten und über Lokal- oder Allgemeinreaktionen nicht hinausgehen, spricht man von Impfreaktionen<sup>81</sup>. Ein wichtiger Faktor bei der Wahrnehmung dieser Impfreaktionen ist der Umstand, dass meistens Gesunde geimpft werden und der Unterschied zwischen keiner Immunreaktion und der Impfreaktion als stärker empfunden werden kann, als er wirklich ist. Meist handelt es sich bei den Impfreaktionen um Schmerzen an der Einstichstelle, Rötungen, Schwellungen, Gliederschmerzen und Kopfschmerzen. Viele empfinden diese Impfreaktionen als sehr belastend und behalten diese

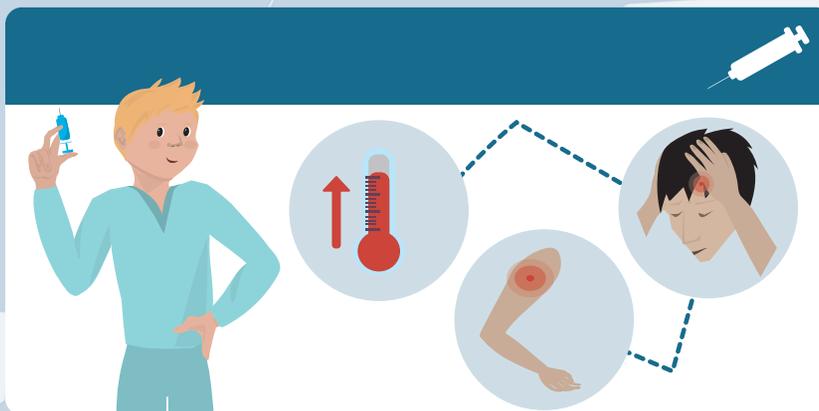


Abbildung 8: Häufige Impfreaktionen sind Fieber, Kopfschmerz, Krankheitsgefühl, Schmerzen und/oder Juckreiz an der Einstichstelle, Muskelschmerzen, Gliederschmerzen um nur einige zu nennen. Diese Symptome klingen für gewöhnlich innerhalb von drei Tagen ab. Oft werden diese Symptome mit einer Erkrankung verwechselt., Grafik: Izabela Jastrzebska

5

6

VADEMECCUM IMPFFEN

6

7

als negativ in Erinnerung: („Durch die Grippeimpfung habe ich Grippe bekommen“) – unabhängig davon, dass eine echte Grippe wesentlich stärkere Symptome zeigen würde als kurzzeitige Glieder- oder Kopfschmerzen. Dass eine Impfung ohne Impfreaktion nicht wirkt, ist übrigens ein Mythos, der an der Stelle aber gerne zur Beschwichtigung ins Feld geführt wird. In aller Regel klingen diese Reaktionen innerhalb von drei Tagen ab.

Besonders Lebendimpfstoffe können in seltenen Fällen Symptome auslösen, die denen der Krankheit entsprechen, gegen die geimpft wurde. So kann zum Beispiel die Impfung gegen Masern zu einer „leichten Form“ von Masern führen. Leichte Form soll dabei heißen, dass der Verlauf nicht mit dem einer echten Masernerkrankung in Schwere der Symptomatik und Häufigkeit von Folgeschäden vergleichbar ist.

Häufiger werden dagegen allergische Reaktionen beschrieben. Insbesondere gegen Inhaltsstoffe der Impfung, aber auch Reste (Verunreinigungen aus dem Herstellungsprozess) sind für solche Komplikationen bekannt. Ein wichtiger Vertreter ist dabei zum Beispiel das Hühnerweiß, das aus der Anzucht der Grippeviren auf bebrüteten Hühneriern entstammt. Impfungen die solche Verunreinigungen enthalten können, sind für Menschen mit einer Hühnerweißallergie nicht empfohlen. Ein anderes Beispiel für Allergene in Impfungen sind Zusatzstoffe in den Coronaschutzimpfungen, wie zum Beispiel das Polyethylenglykol (PEG)<sup>82</sup>, das als Wirkstoffträger funktioniert. Für Menschen, die auf diesen Stoff (welcher breite Anwendung in Kosmetika und Salben finden kann) allergisch reagieren, ist die Impfung mit PEG-haltigen Präparaten ungeeignet.

Unabhängig von allergischen Reaktionen und durch die Impfung ausgelöste

Erkrankung bei manchen Lebendimpfstoffen (mit in den allermeisten Fällen milderem Verlauf) sind keine darüber hinausgehenden Langzeitfolgen durch den Impfstoff bekannt. Das Problem dabei ist, dass man bei vielen Impfstoffen (noch) nicht von einer mehrjährigen Anwendungszeit ausgehen kann und damit keine einhergehenden Erfahrungen hat. Aber es gibt zu vielen Impfstoffen aktuelle Studien, die einige kritische Punkte untersucht haben. So galten besonders die neuen mRNA Impfstoffe in den sozialen Netzwerken als verdächtig, Unfruchtbarkeit auszulösen<sup>83</sup>. Auch wenn die dahinterstehenden Begründungen mitunter jeder naturwissenschaftlichen Grundlage entbehren, verbreiten dort Unwissende, nicht unbedingt böswillig, diese Informationen weiter, stiften so Verwirrung und Angst. Eine israelische Studie konnte diese Annahme jedoch widerlegen<sup>84</sup>. Die ständig laufenden Untersuchungen fließen dabei in die aktuellen Empfehlungen ein. So waren Impfungen für Schwangere und Stillende aus Angst vor Folgen, für das (ungeborene) Leben zuerst nicht empfohlen, wurden dann aber in die Empfehlungen einbezogen<sup>85</sup>.

## IMPFSKEPSIS

Im Jahr 2019 erstellte die WHO (Weltgesundheitsorganisation) eine Liste mit den 10 größten Bedrohungen für die globale Gesundheit und die Impfskepsis landete auf einem respektablen 8. Platz<sup>86</sup>, immerhin noch vor HIV – und wovor hatten wir vor Corona mehr Angst? Das Thema wurde dann im Zuge der Corona-Pandemie nicht besser und begleitet die Nachrichten in Funk und Fernsehen während der staatlichen Impfkampagnen mit trauriger Regelmäßigkeit. Jedoch, Skepsis heißt nicht komplette Ablehnung – kategorische Impfverweigerer sind tatsächlich nur 5% der Menschen. Die erreicht man (wahrscheinlich) nicht

mehr und sind für Impfungen im Grunde unzugänglich. Bei den Anderen, die Impfungen „nur“ skeptisch gegenüberstehen, gibt es – so haben es Experten des Europäischen Zentrums für Prävention und Krankheiten festgestellt<sup>87 88</sup> – im Grunde drei wichtige Gründe. Einer ist dabei das fehlende Vertrauen in die Impfung. Sie fordern Langzeitstudien. Das ist bei dynamischen Geschehen wie der Pandemie nicht leicht zu realisieren. Auch das Tempo der Zulassung wirkte da auf viele, die es gewohnt sind das Veränderungen sich eher allmählich einstellen, befremdlich und ließ große Gruppen der Bevölkerung verunsichert zurück. Häufig ist nicht bekannt, wie diese Impfungen funktionieren sollen und aus Unwissenheit erwächst auch selten Vertrauen. Wenn zu Unwissenheit dann noch Fehlinformationen dazukommen (unabhängig davon ob diese wirklich Experten zu sein glauben, echte Experten sind oder jahrelange Erfahrung durch fünfminütige Recherchen im Internet auszugleichen suchen) wird das Misstrauen noch größer. Die nächste Hürde, die es bei Impfskeptikern zu überwinden gilt, ist die Selbstüberschätzung der eigenen Fähigkeit in der Risikobewertung von Impfungen. Nachdem die einen glauben, zu wenig über die Impfungen zu wissen, sind andere völlig davon überzeugt genug zu wissen um eine Impfung abzulehnen. Ja - Impfungen haben Risiken und Nebenwirkungen, aber in den allermeisten Fällen beruhen die Empfehlungen zu Impfungen auf wissenschaftlichen Untersuchungen und beziehen die Risiken zu erkranken und dadurch Schäden zu erleiden mit ein. Die Auswertung der dazu aktuellen Studien ist auch für die Mitglieder der Ständigen Impfkommission ein aufwendiger Prozess<sup>89</sup>. Zu glauben, dass sich das genauso gut mit kurzen Internetrecherchen machen lässt ist stark zu bezweifeln. Diese Einstellung, komplexe Vorgänge und Abwägungen relativ schnell durchschauen zu können -

auch ohne Erfahrung oder Ausbildung – ist ein Phänomen, dass man von den Fußballweltmeisterschaften her bereits kennt, wenn die gefühlte Dichte an Bundestrainern in der Bundesbevölkerung sprunghaft ansteigt. Für die meisten ist die Annahme aber falsch, dass sie alle Risiken richtig bewerten könnten. Impfungen sind insofern die bessere Wahl als auf Glück zu setzen, dass man mit der durchgemachten Erkrankung besser lebt. Der dritte wichtige Grund warum sich Leute nicht impfen lassen, ist Bequemlichkeit. Für die Impfung zum Arzt, Zeit einplanen, eventuell im Nachhinein drei Tage mit der Impfreaktion nicht völlig einsatzbereit sein – für viele ist diese Vorstellung wenig erbaulich, ganz unabhängig davon, ob vielleicht auch noch eine ausgeprägte Angst vor Nadeln besteht<sup>90</sup>.



Abbildung 9: Plakative Darstellung, die zeigen soll, dass Impfskepsis als Bedrohung für die globale Gesundheit noch vor dem Dengue Fieber (Mücke) und HIV (der nicht ganz maßstabsgetreue Virus) steht. Die Plätze 1 bis 7 haben wir, der besseren Übersicht wegen, hierbei eingespart. Grafik: Izabela Jastrzebska

## IMPFPLICHT

Jede Impfpflicht ist in Deutschland ein Eingriff in das Grundrecht auf körperliche Unversehrtheit, wie es der zweite Artikel des Grundgesetzes Jedem garantiert. Da Eingriffe in das Grundgesetz nicht ohne Grund sehr schwierig sind<sup>91</sup>, ist es wichtig zu begreifen, worauf das Masernschutzgesetz vom 1. März 2020 abzielt. Das ist – Überraschung – der Schutz vor Masern<sup>92 93</sup>. Ohne dabei den nächsten Kapiteln zu weit vorgreifen zu wollen, ist das eine sehr gute Intention. Nur erreicht man diese Intention durch Zwang? Das genau war eine der Fragen, mit der sich die Leitmedien und Schlagzeilen im Vorfeld beschäftigten, ein Wiederaufleben der Impfpflicht (denn das ist generell kein Novum) führte zu emotionalen Debatten. In der Wissenschaft gibt es im Grunde selten völlig unumstößliche Fakten. Dabei besteht die Gefahr, wenn man Menschen zu einem vorher abgelehnten Handeln zwingt, dass es am Ende nicht zum Nutzen der Menschen war. Und das baut kein Vertrauen auf. So hat man Jahrzehnte in der deutschen Gesundheitspolitik über Cholesterin diskutiert. Jede Generation wuchs da mit teils widersprüchlichen Empfehlungen auf und am Ende wissen wir nur, dass es nicht ganz so einfach mit den Empfehlungen ist, wie gedacht<sup>94</sup>. Allerdings ist das mit den Masern echt was anderes als mit dem Cholesterin im Ei: Darum versuchte man bei den Masernimpfungen in erster Linie auf Aufklärung zu setzen. Kritiker der Impfpflicht führen ins Feld, dass dies zu einer positiven Entwicklung mit stark ansteigender Impfquote geführt hat. Ihre Argumentation: „Woher sollte man wissen, ob es nicht auch ohne Zwang diese Entwicklung gegeben hätte und wie würde sich die Pflicht auf die freiwillige Bereitschaft auswirken?“ Aufklärung vor Zwang ist erstmal ein sehr charmantes Argument und eine sympathische Sichtweise auf die Situation. Wie bei allen Entscheidun-

gen hat man hier eine Kosten-Nutzen-Abwägung durchgeführt. Die „Kosten“ der Impfpflicht, nämlich der Eingriff ins Grundrecht auf körperliche Unversehrtheit, Vertrauen wird durch Zwang nicht aufgebaut und wenn man sich mit der Maßnahme irrt, wäre der Schaden für viele durch Zwang entstanden. Jede Impfreaktion und jede Impfkomplication wäre die Schuld des Gesetzes und derer, die es durchsetzen und vertreten.

Wie bereits erwähnt, gibt es in der Wissenschaft wenig unumstößliche Fakten. Die Masernimpfung ist dafür ein spannendes Beispiel, denn kurz vor der Jahrtausendwende wurde hier die Gefahr von Autismus wissenschaftlich belegt. Autismus? Ja, Autismus (wer das Wort nicht kennt, nutze ein Nachschlagewerk) wurde als Folge von Impfungen identifiziert, jedenfalls fand das Andrew Wakefield heraus, wie er in einem 1998 erschienenen Artikel anhand von 12 Fällen zu belegen wusste<sup>95 96</sup>. Diese Geschichte ist einer der spannenderen Krimis der modernen Forschungsgeschichte, denn diese Studie – die viele Eltern verunsicherte und zu merklichen Einbrüchen in der Masernimpfquote führte – war gefälscht. Aber zurück zum Anfang und das war nicht die „Studie“, sondern das Interesse dahinter. So wie dieses Heft das Interesse hat, über Impfungen aufzuklären – und dabei nicht wirklich nur objektiv berichtet, sondern auch für Impfungen wirbt – steht hinter allem, was an Nachrichten, Geschichten und Studien im Umlauf ist immer ein Interesse. Wenn dieses Interesse in der puren Mitteilung neuer Erkenntnisse liegt, in einer Warnung vor objektiven Gefahren besteht, dann sind das sicherlich Interessen, die man akzeptieren kann. Wenn aber Interessen hinter Publikationen stehen, die nicht allein der Mitteilung, der objektiven Warnung entsprechen – sondern etwa für persönlichen Gewinn – dann ist das ein Interessenkonflikt. Solche Schriften sind nicht immer unmoralisch,

aber als Wissenschaftler muss man darauf hinweisen. Andrew Wakefield hatte so einen Interessenkonflikt, behielt das aber für sich. Eine Anwaltskanzlei, die Eltern von autistischen Kindern vertrat, zahlte ihm im Zuge der Publikation (davor und danach) knapp eine halbe Million Pfund. Das Interesse der Kanzlei war es, die Impfstoffhersteller zu verklagen. Dafür brauchte diese Kanzlei aber einen Zusammenhang zwischen dem Autismus der Kinder (deren Eltern sie vertrat) und der Masernimpfung. Da wissenschaftliche Artikel vor der Veröffentlichung begutachtet werden (man spricht hier von Peer-review) war es für die Kanzlei eine lohnende Investition auch einem der beiden Gutachter 40.000 Pfund zu überweisen. Insgesamt zahlte die Kanzlei knapp 3,6 Millionen Pfund für Ärzte und Wissenschaftler die der Masernimpfung öffentlich kritisch gegenüberstehen. Das wusste aber erst keiner. Und weil es keiner wusste und die Studie auch noch in einer sehr renommierten Zeitschrift erschien, sanken weltweit die Impfquoten. 2010 wurde die Studie zurückgezogen. Andrew Wakefield bekam Berufsverbot als Arzt in Großbritannien und eine Studie aus Japan, die 2005 veröffentlicht wurde, kam zu dem Ergebnis, dass es keinen Zusammenhang zwischen neu aufgetretenen Autismusfällen und der Masernimpfung gäbe. Die Studie ist widerlegt<sup>97</sup>, aber im Internet unsterblich<sup>98</sup>. Und bis heute liest man - trotzdem, dass es als eine interessengesteuerte Fälschung entlarvt wurde - dass die Masernimpfung Autismus verursachen würde. In der Wissenschaft gibt es wenig unumstößliche Fakten. Es herrscht vielmehr ein ständiger Diskurs. Aber Gerüchte und Vorurteile sind da wesentlich langlebiger und zäher. Die solche Gerüchte verbreitenden Gruppen sind für wissenschaftliche Untersuchungen mit anderen Ergebnissen als dem von Ihnen präferierten relativ unzugänglich. Es gibt daneben auch Impfskeptiker, die aus Angst oder Uninformiertheit eine Imp-

fung ablehnen, diese kann man durch Aufklärung erreichen. Deshalb stellte sich der Gesetzgeber die Frage: „Wie groß ist die Gruppe derer, die sie auch mit guten Argumenten nicht erreichen würden?“ Wie viele sind tolerabel um die notwendige Herdenimmunität zu erreichen? Die Formel zur Berechnung der Herdenimmunitätsschwelle  $H_s$  ist (siehe Kapitel Herdenimmunität)  $H_s = 1 - 1/R_0$  - die Basisreproduktionsrate für Masern ist mehr als fünfmal so hoch wie die für SARS-CoV-2 und beträgt 15. Wenn man also 15 in die Formel einsetzt, braucht es knapp 93% der Bevölkerung mit Immunschutz, um diese Schwelle zu erreichen, viel mehr als bei Covid-19. Die Impfbereitschaft für die Masernimpfung lag zwar bei der ersten Impfung noch auf diesem Niveau, bei der notwendigen zweiten Impfung aber lag diese knapp



Abbildung 10: Das Impfheft. Wenn dort keine Masernimpfung vermerkt ist, sollte das vor dem Schulbesuch nachgetragen werden. Grafik: Izabela Jastrzebska

darunter. Jedoch ohne zweite Impfung ist der Schutz der Impfung nicht ausreichend, die Schwelle für die Herdenimmunität wurde unterschritten. Das war schließlich der Grund, der den Gesetzgeber zur Impfpflicht bewog und die Frage beantwortete: Eine Impfpflicht ist sicherlich ein schlechtes Mittel, um die Herdenimmunität zu erreichen, aber immer noch besser als kein Mittel.

Ob die Impfpflicht geeignet ist, diese Schwelle dauerhaft zu überschreiten, wird die Zukunft zeigen. Die Bußgelder für Impfverweigerer sind nicht unerheblich und die Konsequenzen auch nicht. Hoher Druck, der wenig Vertrauen in die Impfung schaffen wird<sup>99</sup>. Allerdings, der Erfolg der Impfpflicht in der Vergangenheit ist in Deutschland nicht unerheblich. Nicht zuletzt verdanken wir der Impfpflicht gegen Pocken, dass sich jetzt keiner mehr gegen die Pocken impfen lassen muss. Das gleiche wäre bei den Masern ein ebenso wünschenswertes Ergebnis.

## POCKEN

Die Pocken sind eine Infektionskrankheit, die durch das Pockenvirus ausgelöst wird (wurde). Benannt wurden sie dabei nach einem typischen Symptom, den Hautbläschen, die auch als Pocke oder Blatter bezeichnet werden. Im Gegensatz zu den bekannten Windpocken treten diese verstärkt an den Armen, Beinen und im Gesicht auf während bei den Windpocken in erster Linie der Körperstamm betroffen ist.

Die Inkubationszeit, also die Zeit zwischen der Infektion und dem Auftreten der ersten Symptome, beträgt etwa 14 Tage. Es kommt dabei zu einem starkem Krankheitsgefühl und starkem Fieber sowie Schmerzen. Je nach Virenstamm beträgt die Sterblichkeit zwischen 10% und 90%. Das Fieber kommt dabei in

zwei Wellen. Im Rahmen der zweiten Welle kommt es zu den typischen Hautbläschen, Infizierte während der zweiten Fieberwelle galten als besonders infektiös<sup>9</sup>. Allerdings gibt es keine Infizierten mehr, denn die Pocken konnten nur von Mensch zu Mensch übertragen werden. Daher gilt die Erkrankung seit 1980 als ausgestorben und die WHO hat die Welt für pockenfrei erklärt. Geschafft wurde das, da sind sich Studienautoren ungewöhnlich einig, durch ein konsequentes und weltweites Impf- und Bekämpfungsprogramm. Viele Zeitungen sprechen den Verdienst an diesem Erfolg gerne einem Mann zu, dem Amerikaner Donald Henderson aus Ohio<sup>100</sup>. Er hatte das Konzept der Ringimpfung etabliert – was im Grunde auch nichts anderes bedeutet, als alle Kontaktpersonen eines Infizierten zu impfen. Wichtige soziale Knotenpunkte, wie zum Beispiel Marktplätze, wurden als Ausgangspunkte für Impfkationen genutzt. Ganz allein war er nicht. Er hatte knapp 200.000 Helfer in 70 Ländern. 2,4 Milliarden Impfdosen und immerhin 300 Millionen Dollar

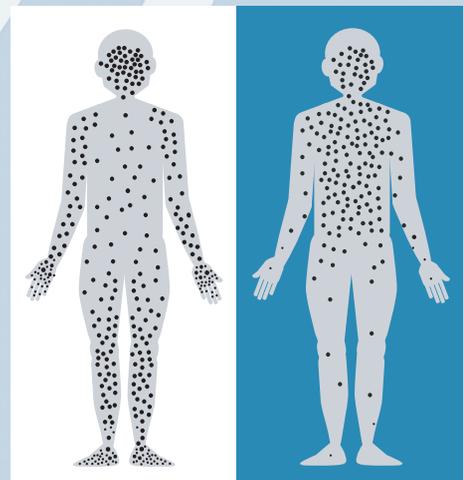


Abbildung 11: Verteilungsmuster Pocken und Windpocken. Links (weiß) Pocken und rechts (blau) Windpocken. Grafik: Izabela Jastrzebska

(für alle die statt Mathe eher Sprachen mögen: das macht immer noch 12000 Impfungen pro Helfer) wurden dabei eingesetzt. Natürlich ist die Welt auch

heute nicht pockenfrei. Dafür ist der Mensch zu dumm. In einer fast schon paranoid anmutenden Angst bewahren zwei ehemalige Supermächte offiziell (und einige nicht ganz so große Mächte eventuell auch inoffiziell) noch hochinfektiöse Stämme in Sicherheitslaboren auf, offiziell für Forschung und Impfstoffproduktion. Aber da kann nichts schief gehen. Aus solchen Hochsicherheitslaboren ist noch nie etwas Gefährliches entkommen. Wer mehr zu dem Thema Sicherheit im mikrobiologischen Hochsicherheitslabor lesen will, beschäftige sich mal mit dem Marburg-Virus<sup>101</sup>.

## POLIO

**Autor: Dr. med York Mierke**  
**Mit freundlicher Unterstützung des Rotary Clubs Frankfurt (Oder)**

Kinderlähmung (Poliomyelitis, kurz: Polio) ist eine von Viren ausgelöste, ansteckende Infektionskrankheit der Nervenzellen des Rückenmarks. Die Ansteckung erfolgt über die Aufnahme verschmutzter Lebensmittel oder Wasser bzw. über eine Schmierinfektion. Hier gelangt das Virus auf die eigene Hand und kann von dort, z.B. beim Essen, in den Mundraum gelangen. Ein weiterer Übertragungsweg ist durch Tröpfchen beim Essen und Atmen möglich. Das Virus vermehrt sich im Rachen und Magen-Darm-Bereich und gelangt über die Blutbahn in das Rückenmark und den Hirnstamm. Dort können Nervenzellen zerstört werden, was zur Lähmung von Muskeln bzw. ganzer Muskelgruppen führen kann.

Da die Krankheit meist im Alter zwischen drei und acht Jahren auftritt, heißt sie auch Kinderlähmung.

Die Ausprägung von Krankheitssymptomen ist sehr unterschiedlich. Die meisten Infizierten (bis zu 95 Prozent) bemerken überhaupt keine gesundheitlichen Einschränkungen, andere leiden

unter vorübergehenden grippeähnlichen Symptomen und nur bei 0,5 bis 1 Prozent der Infizierten kommt es zum schweren Verlauf mit den charakteristischen schlaffen Lähmungen einzelner Muskeln oder Muskelgruppen. Bei etwa 30 Prozent der davon Betroffenen bilden sich die Lähmungen mit der Zeit vollständig zurück, bei weiteren 30 Prozent können leichte und bei ebenso vielen Erkrankten schwere Schäden zurückbleiben. Bei den zehn Prozent der Schwerstbetroffenen wird die Atemmuskulatur in Mitleidenschaft gezogen, was zum Tod führen kann.

Menschen, die eine Polioinfektion mit Lähmungen durchgestanden haben, können noch Jahrzehnte später ein Post-Poliosyndrom entwickeln. Dies ist gekennzeichnet durch Muskelschwund, Muskelschmerzen und wiederkehrende Lähmungen.

Eine Therapie gegen die Ursachen der



Abbildung 12: Eiserne Lunge: Foto Privataufnahme aus der Uniklinik Basel von Urs Herzog, Rotary Schweiz

Kinderlähmung gibt es nicht. Es können nur die Symptome behandelt werden. Fallen lebenswichtige Muskeln aus, werden die Patienten auf der Intensivstation betreut und dort künstlich beatmet oder ernährt.

Früher gab es zur Beatmung dieser Menschen die Eiserne Lunge. Dabei liegt der gesamte Körper des Menschen bis auf den Kopf komplett im Inneren eines Hohlzylinders. Das Gerät schließt am Hals luftdicht ab. Es wird ein Unterdruck in der Kammer aufgebaut und dadurch

wird Luft durch den Mund und Nase in die Lungen gedrückt. Durch Abbau des Unterdruckes in der Kammer atmet der Patient aus. Es gab Menschen, die Wochen, Monate, Jahre bzw. Jahrzehnte komplett oder teilweise mit der Eisernen Lunge beatmet wurden.

Kaum eine Impfung war so schnell erfolgreich und führte zu einem so deutlichen Rückgang einer Erkrankung wie die früher angewendete Schluckimpfung gegen Kinderlähmung. Die Anzahl der Erkrankten ging nach Einführung der Impfung in der DDR 1960 und in der BRD 1962 um 99% zurück.

Der große Vorteil der Schluckimpfung war die einfache und schnelle Durchführung durch Hilfskräfte. Diese Form der Impfung heißt Schluckimpfung, weil der Impfstoff auf ein Stück Würfelzucker gegeben und dann geschluckt wurde. Allerdings konnte die Schluckimpfung (Lebendimpfung) in sehr seltenen Fällen zu einer sogenannten Impfpolio führen.

1998 wurden wegen dieser Gefahr ein sogenannter Totimpfstoff eingeführt, der diese Nebenwirkungen der Impfpolio nicht hatte. Dieser Impfstoff muss jedoch gespritzt werden, heute meist in Kombination mit anderen Impfstoffen.

Bis zur Einführung der Schluckimpfung gegen Kinderlähmung in den 1960er Jahren kam es immer wieder zu Polioepidemien auf der ganzen Welt. Durch die Impfung ist die Erkrankung fast ausgestorben. Im Jahr 2020 konnte endlich auch Afrika für poliofrei erklärt werden. Nur in 2 Ländern, in denen viele Menschen ohne Impfschutz leben (Afghanistan und Pakistan) kommt es immer wieder zu Krankheitsausbrüchen. Von dort kann die Erkrankung auch in andere Regionen und Länder eingeschleppt werden. Um Polio weltweit auszurotten, wird der internationale Kampf gegen die Kinderlähmung von der Global Polio Eradication Initiative (GPEI), der u.a. auch die Weltgesundheitsorganisation (WHO), das Kinderhilfswerk UNICEF, Rotary und

die Bill und Melinda Gates Foundation angehören, unterstützt.

Ziel ist, nach der Ausrottung der Pocken eine zweite Krankheit vom Erdboden verschwinden zu lassen. Durch die Globalisierung mit intensivem Reiseverkehr kann die Kinderlähmung auch nach Deutschland eingeschleppt werden. Trifft das Virus dann auf ungeimpfte Personen, kann es zu Polioinfektionen kommen. Aus diesem Grund empfiehlt die ständige Impfkommission (STIKO) auch weiterhin die Impfung.

Obwohl in Deutschland seit ca. 60 Jah-



Abbildung 13: Globale Ausbreitung der Poliomyelitis im Jahr 1955. Quelle: Rotary Club Frankfurt (Oder) mit Unterstützung von Rotary Deutschland



Abbildung 14: Globale Ausbreitung der Poliomyelitis im Jahr 1990. Quelle: Rotary Club Frankfurt (Oder) mit Unterstützung von Rotary Deutschland



Abbildung 15: Globale Ausbreitung der Poliomyelitis im Jahr 2021. Quelle: Rotary Club Frankfurt (Oder) mit Unterstützung von Rotary Deutschland

ren gegen Polio geimpft wird, leiden heute noch ca. 50.000 - 60.000 Menschen an den Spätfolgen einer Polioinfektion, an der sie vor Jahrzehnten erkrankt waren.

## MASERN

Die Masern tragen zu Unrecht den Titel Kinderkrankheit. Wer Kinderkrankheit hört, denkt an Drei-Tage-Fieber und hat das Wort „harmlos“ im Kopf. Das trifft übrigens auf die meisten Kinderkrankheiten nicht zu, aber auf die Masern erst recht nicht<sup>102</sup> <sup>103</sup>. Die Masern sind eine hoch ansteckende Infektionskrankheit und kommen weltweit vor. In Entwicklungsländern grassiert das Virus durch die niedrige Impfquote auch in Form von Pandemien, wie zum Beispiel 2019 im Kongo. Die daraufhin gestartete Impfkampagne wurde durch die Covid-19 Pandemie unterbrochen. Die Angaben zur Sterblichkeit variieren stark, soll in den Entwicklungsländern aber über 20% liegen. Im Jahr 2019 starben mehr als 200.000 Menschen durch eine Maserninfektion. Die Übertragung der Masern geschieht häufig via Tröpfcheninfektion. Die Inkubationszeit bei Masern beträgt ca. 10 Tage, die Symptome sind zu Anfang eher uncharakteristisch. Meist kommt es zu hohem Fieber und starkem Krankheitsgefühl, generell haben Erwachsene und Kinder die gleichen Symptome, aber Erwachsene erkranken schwerer. Diesem ersten Frühsymptomstadium folgt dann das Exanthemstadium, mit dem bekannten Hautausschlag (auf Latein Exanthem). In 2 von 3 Fällen ist damit Schluss und die auf die Infektion folgende Immunität hält ein Leben lang. Einer von drei hat Pech. Und wer das ist, lässt sich vorher nicht klar sagen, nur dass Patienten mit Immunschwächen (häufig Menschen die auch nicht geimpft werden können, bzw. bei denen die Impfung nicht zur gewünschten Immunität führt) häufiger schwere Verläufe mit mehr Komplikationen haben. Diese Komplikationen betreffen Atemwege,

Verdauungsorgane und auch das Hirn. Eine besonders schwerwiegende Komplikation ist die Meningoenzephalitis<sup>104</sup>, also eine Entzündung der Hirnhäute und des Hirns. Besonders Kinder mit Immundefekten können hierbei einen besonders schweren Verlauf nehmen, bei der die Maserninfektion im Zentralen Nervensystem Krampfanfälle auslöst und im weiteren Verlauf häufig tödlich endet. Die Impfung gegen Masern ist eine Lebendimpfung, es kann dabei nach Impfung zu sogenannten „Impfmasern“ kommen<sup>105</sup>, also einer abgeschwächten Masernerkrankung. Bei solchen Kindern mit Immundefekten kann es auch durch die Impfung zu einer tödlich verlaufenden Meningoenzephalitis kommen – deshalb sollen solche Kinder nicht geimpft werden. Und hier haben wir auch schon eine der Gruppen umrissen, die durch die Herdenimmunität geschützt werden müssen. Denn für diese Kinder mit Immundefekten gibt es keine andere Lösung. Eine gezielte Therapie der Maserninfektion gibt es nämlich nicht. Ihr einziger Schutz vor den Folgen einer Maserninfektion besteht darin, nicht krank zu werden. Masern sind hochsteckend. Aufgrund der hohen Basisreproduktionsrate (wenn du dazu nochmal nach lesen willst empfehlen wir Seite 20) braucht es einen hohen Anteil an Immunität in der Bevölkerung und da sich relativ wenige anstecken (was ja erstmal eine gute Sache ist), kommt es eher nicht sobald zu einer Herdenimmunität mittels Durchseuchung, wie es einige Länder bei Covid-19 als Strategie sehen. Ohne Impfungen gäbe es eine stetig steigende Zahl an Infektionen, mit einem Anteil an Komplikationen und Todesfällen. Daher setzen wir hier auf Impfungen – und seit März 2020 auch mit einer Impfpflicht. Ob eine Impfpflicht (siehe Seite 14) die beste Idee ist, um Vertrauen in Impfungen aufzubauen, sei dahingestellt – aber es ist das aktuell einzig greifbare Mittel, um jene vor einer Infektion zu schützen, die nicht geimpft werden können<sup>106</sup>.

10

11

VADEMECCUM IMPFFEN

## COVID-19

Relativ sicher wird man das in 20 Jahren in der Schule behandeln, was die „coronavirus disease 2019“ für die Welt bedeutete<sup>107</sup>. Einige der Bilder haben sich ins kollektive Gedächtnis gebrannt und die Folgen der Lockdowns für das Bildungssystem werden wir wohl noch die nächsten Jahre in den Schulen und auch danach beseitigen müssen<sup>108 109</sup>. Das SARS-CoV-2 trat wahrscheinlich das erste Mal in China im Dezember oder November 2019 auf. Alles was danach kam, folgte jedem Szenario, das Virologen und Infektiologen für eine globale Pandemie vorhersagten: Über Reisende wurde das Virus in die ganze Welt getragen. Es war nicht der erste Virus, der aus Asien über die Welt schwabte, nicht mal das erste Corona-Virus. Trotzdem erreichte die Pandemie ein nie dagewesenes Ausmaß. Die erste Welle wurde noch durch Kontaktbeschränkungen relativ zeitnah gebrochen. Als die Wissenschaftler und Entscheider sich nach dem ersten Schock gesammelt hatten, begann bereits die Suche nach einem Heilmittel und nach einem Impfstoff. Eine Aufgabe globalen Ausmaßes brachte globale Allianzen hervor. Jedoch, die Wucht der Ereignisse überforderte nicht nur die Behörden, die teils mit drakonisch anmutenden Maßnahmen die Pandemie einzudämmen suchten und Schulen und Kindergärten schlossen. Auch die Bevölkerung wurde durch eine Panik erfasst. Erst kam es zu Hamsterkäufen von Teigwaren und Kloppapier und relativ danach zu Erklärungsversuchen. Und diese Erklärungsversuche in den sozialen Netzwerken nahmen ganz unterschiedliche Richtungen. Erst richtete sich die Wut mancher sozialen Netzwerker gegen die Pandemiemaßnahmen. Relativ schnell aber verlagerte sich der Fokus der recht verquer denkenden Bürger auf die Impfung. Was war geschehen? Ausgelöst durch eine schiere Flut an Forschungsgeldern und mehr als wohlwollende Kontrollbehörden war deutschen Wissenschaftlern das Undenkbare gelungen, sie hatten

einen wirksamen Impfstoff gefunden, den sie zusammen mit einem amerikanischen Partner recht zügig in großen Mengen produzieren konnten<sup>110 111</sup>. In der Anfangszeit (ähnlich wie beim Aufkommen der Boosterimpfungen) gab es zu wenig Impfstoff und er wurde mittels Polizeischutzes verteilt. Es kam zu einer Priorisierung, denn man wollte die besonders vulnerablen (Rentner waren zum damaligen Zeitpunkt bei schweren Verläufen und Todesfällen überrepräsentiert) Gruppen und die systemrelevanten Berufe schützen. Aufgrund der besonderen Eigenschaften des Impfstoffs konnte er zu Anfang nicht beim Hausarzt verimpft werden. Es wurden also eigens Impfzentren aus dem Boden gestampft. Während sich die einen über ihre Schwierigkeiten beschwerten, einen Termin in den Impfzentren zu bekommen, bekamen die anderen Angst. Denn die Technologie hinter den ersten Impfstoffen war eine neue. Vektorimpfstoffe waren bis dahin in erster Linie bei Ebola benutzt worden (und die wenigsten lassen sich gegen Ebola impfen). Noch vertrackter war das bei den mRNA Impfstoffen. Viele können mRNA und die DNA nicht auseinanderhalten. Auch wenn das physiologisch unmöglich ist, wurde Angst laut, dass der Impfstoff in die Erbinformation eingreifen würde. Krebs, Unfruchtbarkeit, Gedankenkontrolle – auch wenn mRNA nicht in den Zellkern eindringen kann<sup>112 113 114 115 116 117 118 119</sup> – was zählt, war die gefühlte Wahrheit. Dazu kamen Komplikationen bei Impfungen. Einer der Vektorimpfstoffe machte Schlagzeilen mit der gefährlichen Sinusvenenthrombosen. Junge, gesunde Menschen (besonders Frauen) verstarben kurz nach der Impfung. Wie wir jetzt wissen, lag das wahrscheinlich an einer Verunreinigung des Impfstoffs bei der Produktion.

Auch die mRNA Impfstoffe trieben die Verschwörungstheoretiker zu immer neuen Ängsten. Computerchips, die über die Spritzen in den Körper injiziert werden und eventuell der Gedankenkontrolle dienen, zum Beweis zeigte man „magnetische“ Arme an der

Einstichstelle in Videos im Netz. Wahrscheinlich wirken solche Beschreibungen auf einen, der das mit einem gewissen Abstand liest leicht irre, aber die Sorgen mancher Impfgegner muss man auch wirklich als postfaktisch bezeichnen. Und in einem Land, in dem selbst in den Städten häufig nicht mal Handyempfang zu bekommen ist, müsste man wohl auch eher Faxgeräte spritzen, aber das nur am Rande. (Wer keine Ahnung hat was ein Faxgerät ist, frage mal seine Großeltern.) Jedenfalls begannen sich die Verhältnisse so langsam zu drehen. War die Impfung im Frühjahr noch ein gefühlter Glücksfall und Geimpfte dankbar für die Möglichkeit, überlegte man in der zweiten Jahreshälfte 2021 tatsächlich schon, ob man mit kostenlosen Bratwürsten und Kinogutscheinen mehr Menschen zur Impfung motivieren könnte<sup>120 121</sup>. Die Impfzentren verwaisten und wurden durch die Behörden wegen der geringen Nachfrage geschlossen. Die Diskussion wurde emotionaler, das Handeln entsprechend irrationaler. Und während die einen hofften, mit der Impfung wieder ein normales Leben zu erreichen, schreckten Restriktionen die Kritiker immer mehr ab. Während wir dieses Heft erstellt haben, gab es dabei noch keinen wirklichen Sieger im Kampf um die Deutungshoheit. Auch veränderten sich die Schwellen zur Herdenimmunität für Covid-19 – was war passiert?

### Warum Corona eine höhere Impfquote benötigt wird, als vorher angenommen.

Wir hatten die Formel hier ein paar Mal bemüht, aber weil es so schön war gleich noch einmal:

$$H_s = 1 - 1/R$$

Bei einer vereinfachten Basisreproduktionsrate von  $R=3$  ergibt sich daraus ein Schwellenwert für die notwendige Immunität in der Bevölkerung von knapp 66,67%. Der Hersteller einer der mRNA Impfstoffe gab selbst eine Wirksamkeit von 95% an<sup>122</sup>. Wenn also allein durch die

Impfung eine Immunität erreicht werden sollte, müsste man annehmen, dass 95% der avisierten 66,67% entspricht.

$$0,6667 / 95\% = 70\%$$

Daraus ergibt sich eine notwendige Impfquote von 70%. Nun sind allerdings auch viele Genesene vorhanden, die auch ohne Impfung der Theorie auch einen Beitrag zur Herdenimmunität leisten. Daher kann die notwendige Impfquote rechnerisch sogar darunter liegen. Aber das scheint ja nicht zu stimmen, also wo liegt der Denkfehler. Der Denkfehler ist eigentlich keiner. Das wir aktuell mit höheren Impfquoten zur Erreichung der Herdenimmunität rechnen müssen liegt an dem stetigen Wettkampf von Wirt und Parasit. Das Virus ist mutiert, das war zu erwarten. Wie hoch der Effekt auf die Impfung ist, war dabei nicht abzusehen. Leider ist dieser – wie sich nun zeigt – bei manchen Varianten recht ausgeprägt. Besonders die Delta Variante scheint dabei in den Vordergrund zu rücken. Nun ändert sich unsere Rechenaufgabe wie folgt: weiterhin benötigen wir wenigstens 66,67% Immune für die Herdenimmunität. Die Impfung hat aber über alle Varianten eine angenommene Wirksamkeit von 70%<sup>123</sup>.

$$0,6667 / 70\% = 95\%$$

Die notwendige Impfquote stieg nun also durch die anhaltenden Mutationen über 90%. Sicherlich, auch hier senkt die steigende Zahl an Genesenen die Höhe der notwendigen Impfquote. Jedoch, wie sich jetzt zeigt lässt die Wirkung der Impfung nach gewisser Zeit – meistens werden 6 Monate genannt – signifikant nach. Auch das wirkt sich auf die notwendige Zahl an Impfungen aus. Inwiefern ist aber noch nicht abzusehen. Und die Folgen daraus sind stand November 2021 Gegenstand hitziger Debatten. Das klingt wenig nach einem guten Abschluss für den Text, aber das Thema selbst ist aktuell auch noch nicht abgeschlossen.

## SCHLUSSWORT

Gehen wir mal davon aus, die Welt ginge in der fünften Welle nicht unter. Dann werden die Erfahrungen aus dieser Zeit zukünftige Debatten dominieren. Fehler, die teils von offizieller Seite gemacht wurden (siehe Maskenaffäre<sup>124 125 126</sup>), bleiben im kollektiven Gedächtnis haften und Zusammenhänge werden bei neuerlichen Diskussionen um artverwandte Themen schnell aus dem Kontext gerissen und für Meinungsmache instrumentalisiert. Es ist unserer Natur eigen, emotional zu entscheiden und uns gegenseitig gering zu schätzen. Aber wenn es um Fragen geht, die uns alle in so großem Ausmaß betreffen, wie der Kampf gegen Infektionskrankheiten, dann muss beiden Lagern klar sein, dass mit herablassenden Pauschalisierungen in diesen Debatten kein Blumentopf zu gewinnen ist. Die Wissenschaft ruht nicht und die neuen Erkenntnisse können und müssen stetig in aktuelle Entscheidungen einfließen. Aber am Ende braucht es den ungehinderten Informationsfluss, um Vertrauen aufzubauen. Bei dem Thema Impfungen werden wir uns wahrscheinlich auch noch in Zukunft streiten. Und auch wenn die Befürworter sich moralisch überlegen fühlen - weil sie ja wirklich Recht haben - damit ist für die Gesellschaft nichts gewonnen. Es reicht nicht, sich selbst zu loben, denn Prävention ist Teamplay - und das heißt auch den Diskurs mit der anderen Seite zu suchen. Offen auf Andersdenkende zuzugehen und zu fragen. In der Flut der auch zukünftig zu bewältigenden Probleme, geht das Boot nicht nur auf deren Seite unter.

# QUELLENVERZEICHNIS

14

## Textquellen

1. Republik. Wie die Menschheit Viren und Bakterien zurückgedrängt hat. Accessed November 13, 2021. <https://www.republik.ch/2021/05/24/wie-die-menschheit-viren-und-bakterien-zurueckgedraengt-hat>
2. Riedel S. Edward Jenner and the history of smallpox and vaccination. *Proc Bayl Univ Med Cent.* 2005;18(1):21-25.
3. Zur Geschichte der aktiven Immunisierung. Vorbeugen ist besser als Heilen - Helmstädter - 2008 - Pharmazie in unserer Zeit - Wiley Online Library. Accessed November 13, 2021. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pauz.200700247>
4. Smallpox · George Washington's Mount Vernon. Accessed November 13, 2021. <https://www.mountvernon.org/library/digitalhistory/digital-encyclopedia/article/smallpox/>
5. Internet History Sourcebooks. Accessed November 13, 2021. <https://sourcebooks.fordham.edu/mod/montagu-smallpox.asp>
6. Smallpox: The Triumph over the Most Terrible of the Ministers of Death | *Annals of Internal Medicine.* Accessed November 13, 2021. [https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/0003-4819-127-8\\_Part\\_1-199710150-00010](https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/0003-4819-127-8_Part_1-199710150-00010)
7. Zuerich EB. Die Variolation im Spiegel der Korrespondenz Albrecht von Hallers (1708-1777) und Achilles Mieg (1731-1799). *E-Periodica.* Accessed November 13, 2021. <https://dx.doi.org/10.5169/seals-521255>
8. Dorner C. Impfgeschichte: Die Kaiserin und die Pocken. *Der Spiegel.* <https://www.spiegel.de/geschichte/aria-theresia-die-kaiserin-und-die-pocken-eine-impf-pionierin-a-e8682c9e-fe8a-4fc5-8fa5-0726f6a29ace>. Published June 2, 2020. Accessed November 13, 2021.
9. Smallpox. Accessed November 13, 2021. <https://www.who.int/westernpacific/health-topics/smallpox>
10. Hartung\_Diss.pdf. Accessed November 13, 2021. [https://www.db-thueringen.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dbt\\_derivate\\_00039359/Hartung\\_Diss.pdf](https://www.db-thueringen.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dbt_derivate_00039359/Hartung_Diss.pdf)
11. Lehner K, ORF.at. Österreichs Impfgeschichte: Zwischen Kirche, Kant und Kaiserin. *news.ORF.at.* Published February 19, 2021. Accessed November 13, 2021. <https://orf.at/stories/3200906/>
12. Der Kampf gegen die Pocken. *Die Welt der Habsburger.* Accessed November 13, 2021. <https://www.habsburger.net/de/kapitel/der-kampf-gegen-die-pocken>
13. Smith KA. Smallpox: can we still learn from the journey to eradication? *Indian J Med Res.* 2013;137(5):895-899.
14. Schrick L, Tausch SH, Dabrowski PW, Damaso CR, Esparza J, Nitsche A. An Early American Smallpox Vac-

cine Based on Horsepox. <https://doi.org/10.1056/NEJMc1707600>. Published online October 11, 2017. doi:10.1056/NEJMc1707600

15. Jütte R. Zur Geschichte der Schutzimpfung | APuZ. bpb.de. Accessed November 13, 2021. <https://www.bpb.de/apuz/weltgesundheit-2020/318298/zur-geschichte-der-schutzimpfung>

16. THE LUBECK DISASTER. Am J Public Health Nations Health. 1931;21(3):282.

17. Simmel E, Fabian E. Der Sozialistische Arzt. Vierteljahrszeitschrift des "Vereins Sozialistischer Ärzte". VI. Jahrgang. Nr. 3. Juli 1930.; 1930. Accessed November 13, 2021. [http://archive.org/details/DSA\\_VI\\_1930\\_3](http://archive.org/details/DSA_VI_1930_3)

18. Topics of Current Interest. Can Med Assoc J. 1932;26(3):362-365.

19. ediss1952.pdf. Accessed November 13, 2021. <https://www.zhb.uni-luebeck.de/epubs/ediss1952.pdf>

20. Koch-Institut R. Das Erinnerungszeichen Robert Koch-Institut - mit offenen Augen. :42.

21. RKI - Geschichte - Das Robert Koch-Institut: Eines der ältesten biomedizinischen Institute weltweit. Accessed November 13, 2021. [https://www.rki.de/DE/Content/Institut/Geschichte/geschichte\\_inhalt.html](https://www.rki.de/DE/Content/Institut/Geschichte/geschichte_inhalt.html)

22. Fitzpatrick M. The Cutter Incident: How America's First Polio Vaccine Led to a Growing Vaccine Crisis. J R Soc Med. 2006;99(3):156.

23. Review: The Cutter Incident by Paul Offit | Gavi, the Vaccine Alliance. Acces-

sed November 13, 2021. <https://www.gavi.org/vaccineswork/book-club/review-cutter-incident-paul-offit>

24. mdr.de. Die Geschichte der Impfgegner | MDR.DE. Accessed November 13, 2021. <https://www.mdr.de/geschichte/die-geschichte-der-impfgegner-100.html>

25. die\_luegen\_dieser\_welt.pdf. Accessed November 13, 2021. [https://www.naturheilpraxis-sichelschmidt.de/pdf/die\\_luegen\\_dieser\\_welt.pdf](https://www.naturheilpraxis-sichelschmidt.de/pdf/die_luegen_dieser_welt.pdf)

26. Prüfung neuer Impfstoffe: Das Beispiel Polio. UKD. Accessed November 13, 2021. <https://www.uniklinik-duesseldorf.de/patienten-besucher/klinikeninstitutezentren/institut-fuer-geschichte-theorie-und-ethik-der-medizin/lehre/pandemien-und-seuchen-geschichte-und-ethik/seuchengeschichte/pruefung-neuer-impfstoffe-das-beispiel-polio>

27. RKI - Ständige Impfkommision. Accessed November 13, 2021. [https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/STIKO/stiko\\_node.html](https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/STIKO/stiko_node.html)

28. Kash N, Lee MA, Kollipara R, Downing C, Guidry J, Tying SK. Safety and Efficacy Data on Vaccines and Immunization to Human Papillomavirus. J Clin Med. 2015;4(4):614-633. doi:10.3390/jcm4040614

29. WER9219-241-268.pdf. Accessed November 13, 2021. <http://>

[apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255354/WER9219-241-268.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255354/WER9219-241-268.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

30. RKI - Empfehlungen der STIKO - Vorabinformation: STIKO empfiehlt HPV-Impfung für Jungen (07.06.2018). Accessed November 13, 2021. [https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/STIKO/Empfehlungen/Vorabinformation\\_HPV\\_Jungen.html](https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/STIKO/Empfehlungen/Vorabinformation_HPV_Jungen.html)

31. GmbH HC. Berlin: Handwerk hält an Kritik der Bonpflicht fest - Frankenpost. Accessed November 13, 2021. <https://www.frankenpost.de/inhalt.berlin-handwerk-haelt-an-kritik-der-bonpflicht-fest.f17cb630-3e3e-4dce-acb0-e5d73188f661.html>

32. Lustig Y, Zuckerman N, Nemet I, et al. Neutralising capacity against Delta (B.1.617.2) and other variants of concern following Comirnaty (BNT162b2, BioNTech/Pfizer) vaccination in health care workers, Israel. *Euro Surveill Bull Eur Sur Mal Transm Eur Commun Dis Bull.* 2021;26(26). doi:10.2807/1560-7917.ES.2021.26.26.2100557

33. Gilead-Medikament Remdesivir: Hoffnung für die Covid-Behandlung. Accessed November 13, 2021. <https://www.nzz.ch/wirtschaft/das-gilead-medikament-remdesivir-gibt-hoffnung-in-der-behandlung-von-covid-19-ld.1554623>

34. Olender SA, Perez KK, Go AS, et al. Remdesivir for Severe COVID-19 versus a Cohort Receiving Standard of Care. *Clin Infect Dis Off Publ Infect Dis Soc Am.* Published online July 24, 2020:ciaa1041. doi:10.1093/cid/ciaa1041

35. Lamb YN. BNT162b2 mRNA COVID-19 Vaccine: First Approval. *Drugs.*

2021;81(4):495-501. doi:10.1007/s40265-021-01480-7

36. Jüchen: Polizei-Eskorte für Impfstoff-Lieferung zur Lebenshilfe. Accessed November 13, 2021. [https://rp-online.de/nrw/staedte/juechen/juechen-polizei-eskorte-fuer-impfstoff-lieferung-zur-lebenshilfe\\_aid-55712787](https://rp-online.de/nrw/staedte/juechen/juechen-polizei-eskorte-fuer-impfstoff-lieferung-zur-lebenshilfe_aid-55712787)

37. Corona-Krise: Bundeswehr soll Impfstoff in Kasernen sicher zwischenlagern - DER SPIEGEL. Accessed November 13, 2021. <https://www.spiegel.de/politik/deutschland/corona-krise-bundeswehr-soll-impfstoff-in-kasernen-sicher-zwischenlagern-a-8fe860c5-3aed-4e56-aeba-046c73bdf2f6>

38. Online F. Arm nach Covid-19-Impfung magnetisch? Nein, wir bekommen keine Mikrochips eingesetzt. *FOCUS Online.* Accessed November 13, 2021. [https://www.focus.de/gesundheit/news/vermeintlicher-beweis-fuer-mikrochip-theorie-einstichstelle-nach-der-impfung-magnetisch-experte-erklaert-das-netz-phaenomen\\_id\\_13335189.html](https://www.focus.de/gesundheit/news/vermeintlicher-beweis-fuer-mikrochip-theorie-einstichstelle-nach-der-impfung-magnetisch-experte-erklaert-das-netz-phaenomen_id_13335189.html)

39. tagesschau.de. Corona-Pandemie: Wie die AfD Angst vor Impfungen schürt. *tagesschau.de.* Accessed November 13, 2021. <https://www.tagesschau.de/faktenfinder/afd-angst-impfungen-101.html>

40. Die Mathematik hinter der Coronaberichterstattung: Flatten the curve. Accessed November 13, 2021. <https://www.mpg.de/15007313/flatten-the-curve>

41. Was ist das "Flatten the Curve"-Prinzip? - Stiftung Gesundheit. Accessed November 13, 2021. <https://www.stiftung-gesundheit.de/corona-infos/flatten-the-curve/>

42. "Herd Immunity": A Rough Guide | Clinical Infectious Diseases | Oxford Academic. Accessed November 13, 2021. <https://academic.oup.com/cid/article/52/7/911/299077>
43. Wood RM, Pratt AC, Kenward C, et al. The Value of Triage during Periods of Intense COVID-19 Demand: Simulation Modeling Study. *Med Decis Mak Int J Soc Med Decis Mak.* 2021;41(4):393-407. doi:10.1177/0272989X21994035
44. Ambiente físico-social y envejecimiento de la población desde la gerontología ambiental y geografía: Implicaciones socioespaciales en América Latina. Accessed November 13, 2021. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34022015000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022015000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
45. Robert-Koch Institut R. RKI - Coronavirus SARS-CoV-2 - Empfehlungen des RKI zu Hygienemaßnahmen im Rahmen der Behandlung und Pflege von Patienten mit einer Infektion durch SARS-CoV-2. Accessed January 24, 2021. [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Hygiene.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Hygiene.html)
46. RKI - Coronavirus SARS-CoV-2 - Informationen und Hilfestellungen für Personen mit einem höheren Risiko für einen schweren COVID-19-Krankheitsverlauf. Accessed November 13, 2021. [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Risikogruppen.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Risikogruppen.html)
47. Pschyrembel Online | Infektionskette. Accessed November 13, 2021. <https://www.pschyrembel.de/Infektionskette/S018D>
48. Herdenimmunität - ab wann gilt der Herdenschutz? | vfa. Accessed November 13, 2021. <https://www.vfa.de/de/arzneimittel-forschung/impfen/herdenimmunitaet>
49. Gemeinschaftsschutz. Accessed November 13, 2021. <https://www.impfen-info.de/wissenswertes/gemeinschaftsschutz/>
50. Fine P, Eames K, Heymann DL. "Herd Immunity": A Rough Guide. *Clin Infect Dis.* 2011;52(7):911-916. doi:10.1093/cid/cir007
51. Ärzteblatt DÄG Redaktion Deutsches. Studie: Herdenimmunität wegen Delta erst ab Impfquote von 90 Prozent. Deutsches Ärzteblatt. Published November 12, 2021. Accessed November 13, 2021. <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/129060/Studie-Herdenimmunitaet-wegen-Delta-erst-ab-Impfquote-von-90-Prozent>
52. Pschyrembel Online | pathogen. Accessed November 13, 2021. <https://www.pschyrembel.de/pathogen/K0GFH>
53. Sarma JV, Ward PA. The complement system. *Cell Tissue Res.* 2011;343(1):227-235. doi:10.1007/s00441-010-1034-0
54. Bonilla FA, Oettgen HC. Adaptive immunity. *J Allergy Clin Immunol.* 2010;125(2):S33-S40. doi:10.1016/j.jaci.2009.09.017
55. Miller JF. ORIGINS OF IMMUNOLOGICAL COMPETENCE. *Br Med Bull.* 1963;19:214-218. doi:10.1093/oxford-

journals.bmb.a070059

56. Hektoen L. THE FATE OF THE GIANT CELLS IN HEALING TUBERCULOUS TISSUE, AS OBSERVED IN A CASE OF HEALING TUBERCULOUS MENINGITIS. J Exp Med. 1898;3(1):21-52.

57. Girardi M. Immunosurveillance and immunoregulation by gammadelta T cells. J Invest Dermatol. 2006;126(1):25-31. doi:10.1038/sj.jid.5700003

58. Lymphozyten: B-Zellen, T-Zellen und NK-Zellen | Apotheken-Umschau. Accessed November 13, 2021. <https://www.apotheken-umschau.de/diagnose/laborwerte/lymphozyten-b-zellen-t-zellen-und-nk-zellen-736591.html>

59. Spezifisches Immunsystem - Wissen @ AMBOSS. Accessed November 13, 2021. [https://www.amboss.com/de/wissen/Spezifisches\\_Immunsystem/](https://www.amboss.com/de/wissen/Spezifisches_Immunsystem/)

60. GmbH DMS. Bursa fabricii. DocCheck Flexikon. Accessed November 13, 2021. [https://flexikon.doccheck.com/de/Bursa\\_fabricii](https://flexikon.doccheck.com/de/Bursa_fabricii)

61. GmbH DMS. Antikörper. DocCheck Flexikon. Accessed November 13, 2021. <https://flexikon.doccheck.com/de/Antik%C3%B6rper>

62. Antikörper | Deutsches Zentrum für Infektionsforschung. Accessed November 13, 2021. <https://www.dzif.de/de/glossar/antikoerper>

63. Aktive und passive Immunisierung. Accessed November 13, 2021. <https://www.impfen-info.de/wissenswertes/aktive-und-passive-immunisierung/>

64. Fragen? Antworten! Accessed November 13, 2021. [https://www.infektionsschutz.de/mediathek/fragen-antworten/?tx\\_sschaftool\\_pi1%5Baction%5D=list&tx\\_sschaftool\\_pi1%5Bcontroller%5D=FAQ&tx\\_sschaftool\\_pi1%5Bfaq%5D=4578&tx\\_sschaftool\\_pi1%5Btag%5D=&cHash=e59cb09dbc8e15c86489a14f3a00b2ef](https://www.infektionsschutz.de/mediathek/fragen-antworten/?tx_sschaftool_pi1%5Baction%5D=list&tx_sschaftool_pi1%5Bcontroller%5D=FAQ&tx_sschaftool_pi1%5Bfaq%5D=4578&tx_sschaftool_pi1%5Btag%5D=&cHash=e59cb09dbc8e15c86489a14f3a00b2ef)

65. Impfstoffe: Aktive und Passive Immunisierung - wo liegt der Unterschied? BIG direkt gesund. Accessed November 13, 2021. <https://www.big-direkt.de/de/gesund-leben/impfungen/impfstoffe-aktive-und-passive-immunisierung-wo-liegt-der-unterschied>

66. Serumkrankheit - Lexikon der Biologie. Accessed November 13, 2021. <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/serumkrankheit/61229>

67. Impfstoffe. Accessed November 13, 2021. <https://www.impfen-info.de/wissenswertes/impfstoffe/>

68. attenuierte Viren. Accessed November 13, 2021. <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/attenuierte-viren/5959>

69. Lebendimpfstoff und Totimpfstoff. NetDoktor. Accessed November 13, 2021. <https://www.netdoktor.de/impfungen/lebend-und-totimpfstoffe/>

70. NDR. Corona-Impfung: Totimpfstoff, mRNA- oder Vektorimpfstoff? Accessed November 13, 2021. <https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Corona-Impfung-Totimpfstoff-mRNA-oder-Vektorimpfstoff,corona9064.html>

71. GmbH AMDA. Adjuvanzien: Boos-

ter für die Impfung. Pharmazeutische Zeitung online. Accessed November 13, 2021. <https://www.pharmazeutischezeitung.de/ausgabe-132017/booster-fuer-die-impfung/>

72. DIMITROVA EK. Vaxzevria (previously COVID-19 Vaccine AstraZeneca). European Medicines Agency. Published January 25, 2021. Accessed November 13, 2021. <https://www.ema.europa.eu/en/medicines/human/EPAR/vaxzevria-previously-covid-19-vaccine-astrazeneca>

73. Knoll MD, Wonodi C. Oxford-AstraZeneca COVID-19 vaccine efficacy. *Lancet Lond Engl.* 2021;397(10269):72-74. doi:10.1016/S0140-6736(20)32623-4

74. Polack FP, Thomas SJ, Kitchin N, et al. Safety and Efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine. *N Engl J Med.* 2020;383(27):2603-2615. doi:10.1056/NEJMoa2034577

75. Keskin AU, Bolukcu S, Ciragil P, Topkaya AE. SARS-CoV-2 specific antibody responses after third CoronaVac or BNT162b2 vaccine following two-dose CoronaVac vaccine regimen. *J Med Virol.* 2022;94(1):39-41. doi:10.1002/jmv.27350

76. GmbH DMS. Simultanimpfung. DocCheck Flexikon. Accessed November 13, 2021. <https://flexikon.doccheck.com/de/Simultanimpfung>

77. GmbH DMS. Nestschutz. DocCheck Flexikon. Accessed November 13, 2021. <https://flexikon.doccheck.com/de/Nestschutz>

78. GmbH DMS. Muttermilch. DocCheck Flexikon. Accessed November 13, 2021. <https://flexikon.doccheck.com/de/Muttermilch>

79. Impfkalender.pdf. Accessed November 13, 2021. [https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/STIKO/Empfehlungen/Aktuelles/Impfkalender.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/STIKO/Empfehlungen/Aktuelles/Impfkalender.pdf?__blob=publicationFile)

80. Auffrischungsimpfung. Accessed November 13, 2021. <https://www.infektionsschutz.de/coronavirus/fragen-und-antworten/alles-rund-um-die-impfung/auffrischungsimpfung/>

81. Sicherheit von Impfungen. Accessed November 13, 2021. <https://www.impfen-info.de/wissenswertes/sicherheit-von-impfungen/>

82. GmbH AMDA. Fallbericht: PEG als ein Anaphylaxie-Auslöser nach Covid-Impfung bestätigt. Pharmazeutische Zeitung online. Accessed November 13, 2021. <https://www.pharmazeutischezeitung.de/peg-als-ein-anaphylaxie-ausloeser-nach-covid-impfung-bestaetigt-124884/>

83. Macht die Corona-Schutzimpfung unfruchtbar? | Zusammen gegen Corona. Accessed November 13, 2021. <https://www.zusammengegencorona.de/corona-schutzimpfung-das-geruecht-von-der-unfruchtbarkeit/>

84. Brandes S. Beeinträchtigt die Corona-Impfung die Fruchtbarkeit von Frauen? Jüdische Allgemeine. Published April 28, 2021. Accessed November 16, 2021. <https://www.juedische-allgemeine.de/israel/virus-und-impfung-sollen-fruchtbarkeit-nicht-schaden/>

85. Die Corona-Schutzimpfung in Schwangerschaft, Stillzeit und bei Kinderwunsch. Accessed November 13, 2021. <https://www.infektionsschutz.de/>

coronavirus/fragen-und-antworten/alles-rund-um-die-impfung/die-corona-schutzimpfung-in-schwangerschaft-stillzeit-und-bei-kinderwunsch/

86. Impfen: WHO erklärt Impfgegner zur globalen Bedrohung für die Gesundheit. Der Spiegel. <https://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/impfen-who-erklaert-impfgegner-zur-globalen-bedrohung-fuer-die-gesundheit-a-1248913.html>. Published January 19, 2019. Accessed November 13, 2021.

87. Facilitating-vaccination-uptake-in-the-EU-EEA-final\_DE.pdf. Accessed November 13, 2021. [https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Facilitating-vaccination-uptake-in-the-EU-EEA-final\\_DE.pdf](https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Facilitating-vaccination-uptake-in-the-EU-EEA-final_DE.pdf)

88. Bekämpfung von Desinformation. EU-Kommission - European Commission. Accessed November 13, 2021. [https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/coronavirus-response/fighting-disinformation\\_en](https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/coronavirus-response/fighting-disinformation_en)

89. RKI - Aufgaben und Methodik. Accessed November 13, 2021. [https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/STIKO/Aufgaben\\_Methoden/methoden\\_node.html](https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/STIKO/Aufgaben_Methoden/methoden_node.html)

90. Mit Spritzenangst umgehen | Zusammen gegen Corona. Accessed November 13, 2021. <https://www.zusammengegencorona.de/impfen/aufklaerung-zum-impftermin/trypanophobie-wie-sie-mit-der-angst-vor-spritzen-umgehen-koennen/>

91. BVerfG, 11.05.2020 - 1 BvR 469/20, 1 BvR 470/20.(BVerfG 2020).

92. [www.masernschutz.de](http://www.masernschutz.de). Accessed November 13, 2021. <https://www.ma->

[www.masernschutz.de/](http://www.masernschutz.de/)

93. Impfpflicht soll Kinder vor Masern schützen. Accessed November 13, 2021. <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/impfpflicht.html>

94. Thompson GR. History of the cholesterol controversy in Britain. *QJM Mon J Assoc Physicians*. 2009;102(2):81-86. doi:10.1093/qjmed/hcn158

95. Flaherty DK. The vaccine-autism connection: a public health crisis caused by unethical medical practices and fraudulent science. *Ann Pharmacother*. 2011;45(10):1302-1304. doi:10.1345/aph.1Q318

96. Wakefield AJ. Measles, mumps, and rubella vaccination and autism. *N Engl J Med*. 2003;348(10):951-954; author reply 951-954.

97. Hviid A, Hansen JV, Frisch M, Melbye M. Measles, Mumps, Rubella Vaccination and Autism: A Nationwide Cohort Study. *Ann Intern Med*. 2019;170(8):513-520. doi:10.7326/M18-2101

98. The Age-Old Struggle against the Antivaccinationists | *NEJM*. Accessed November 13, 2021. <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMp1010594>

99. „So verspielt man Vertrauen“: Presse zur Impfpflichtdebatte. Accessed November 13, 2021. <https://www.rnd.de/politik/so-verspielt-man-vertrauen-presse-zur-impfpflicht-debatte-LANSBUSWG5DRVEUNNFVNGQHHGI.html> 100. Donald A. Henderson | Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health. Accessed November 13, 2021. <https://publichealth.jhu.edu/about/history/heroes-of-public-health/do->

nald-a-henderson

101. Slenczka W, Klenk HD. Forty Years of Marburg Virus. *J Infect Dis.* 2007;196(Supplement\_2):S131-S135. doi:10.1086/520551

102. Schäfer M. Masern: Kleinkinder besonders gefährdet. *Apotheken-Umschau.* Published July 12, 2013. Accessed November 13, 2021. <https://www.apotheken-umschau.de/krankheiten-symptome/kinderkrankheiten/masern-kleinkinder-besonders-gefaehrdet-790683.html>

103. Masern. Accessed November 13, 2021. <https://www.infektionsschutz.de/erregersteckbriefe/masern/>

104. Enzephalitis durch Masern häufiger als gedacht. *AerzteZeitung.de.* Accessed November 13, 2021. <https://www.aerztezeitung.de/Medizin/Enzephalitis-durch-Masern-haeufiger-als-gedacht-376223.html>

105. Fragen? Antworten! Accessed November 13, 2021. [https://www.infektionsschutz.de/mediathek/fragen-antworten/?tx\\_sschaftool\\_pi1%5Baction%5D=list&tx\\_sschaftool\\_pi1%5Bcontroller%5D=FAQ&tx\\_sschaftool\\_pi1%5Bfaq%5D=1642&cHash=10a6e5eb35ff5bbab9606089d8fba775](https://www.infektionsschutz.de/mediathek/fragen-antworten/?tx_sschaftool_pi1%5Baction%5D=list&tx_sschaftool_pi1%5Bcontroller%5D=FAQ&tx_sschaftool_pi1%5Bfaq%5D=1642&cHash=10a6e5eb35ff5bbab9606089d8fba775)

106. Vorsorgemedizin.st. Accessed November 13, 2021. <https://www.vorsorgemedizin.st/infektion-impfung/impfplan-aufklaerung-risiko-impfstoff-monitoring/wann-darf-nicht-geimpft-werden-kontraindikationen>

107. Ärzteblatt DÄG Redaktion Deutsches. WHO sieht noch viele offe-

ne Fragen zur Herkunft von SARS-CoV-2. *Deutsches Ärzteblatt.* Published August 4, 2020. Accessed November 13, 2021. <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/115273/WHO-sieht-noch-viele-offene-Fragen-zur-Herkunft-von-SARS-CoV-2>

108. Klein S. Corona und Schulen: Machen Schließungen Sinn? *Süddeutsche.de.* Accessed November 13, 2021. <https://www.sueddeutsche.de/politik/corona-schulen-schliessungen-1.5113524>

109. Wie sich die Schulen auf das neue Schuljahr vorbereiten. *Das Deutsche Schulportal.* Accessed November 13, 2021. <https://deutsches-schulportal.de/bildungswesen/news-blog-corona-schule-neues-schuljahr/>

110. Operation Warp Speed: USA: Die fünf aussichtsreichsten COVID-19-Impfstoffkandidaten. Accessed November 13, 2021. <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/news/artikel/2020/07/16/usa-die-fuenf-aussichtsreichsten-covid-19-impfstoffkandidaten>

111. Archive | Pagefreezer.com. Accessed November 13, 2021. <https://public3.pagefreezer.com/browse/HHS%20%E2%80%93%20About%20News/20-01-2021T12:29/https://www.hhs.gov/about/news/2020/05/15/trump-administration-announces-framework-and-leadership-for-operation-warp-speed.html>

112. GmbH AMDA. Covid-19-Vakzine: Warum mRNA-Impfstoffe nicht das Erbgut verändern. *Pharmazeutische Zeitung online.* Accessed November 13, 2021. <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/warum-mrna-impfstoffe-nicht-das-erbgut-veraendern-121972/>

113. Paul-Ehrlich-Institut - Homepage - Wie hoch ist die Gefahr der Integration von mRNA-Impfstoffen ins Genom? Accessed November 13, 2021. <https://www.pei.de/SharedDocs/FAQs/DE/coronavirus/sicherheit-wirksamkeit-impfstoff/7-coronavirus-impfstoff-covid-19-gefahr-integration-mrna-impfstoffe-genom.html>
114. Häufig gestellte Fragen (FAQ). Accessed November 13, 2021. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/krankheiten/ausbrueche-epidemien-pandemien/aktuelle-ausbrueche-epidemien/novel-cov/haeufig-gestellte-fragen.html?faq-url=/covid/de/impfung/kann-ein-mrna-impfstoff-mein-erbgut-dnagene-veraendern>
115. mdr.de. Können m-RNA-Impfungen Menschen mutieren lassen? | MDR.DE. Accessed November 13, 2021. <https://www.mdr.de/wissen/corona-gentechnik-risiko-rna-impfstoff-gering-impfkommission100.html>
116. Koock U. Sorgen (ernst) nehmen: Die Covid-Impfung. Heilberufe. 2021;73(2):40-41. doi:10.1007/s00058-021-1971-x
117. Corona-Impfstoffe: Können sie das Erbgut verändern? Ein Faktencheck. Accessed November 13, 2021. [https://www.t-online.de/gesundheit/krankheiten-symptome/id\\_89303112/corona-impfstoffe-koennen-sie-das-erbgut-veraendern-ein-faktencheck.html](https://www.t-online.de/gesundheit/krankheiten-symptome/id_89303112/corona-impfstoffe-koennen-sie-das-erbgut-veraendern-ein-faktencheck.html)
118. Bach A. Erbgut - Kann ein mRNA-Impfstoff das Erbgut verändern? Published December 23, 2020. Accessed November 13, 2021. <https://www1.wdr.de/nachrichten/themen/coronavirus/corona-impfung-faq-erbgut-100.html>
119. Wie wirken die neuen Corona-Impfstoffe? Medizin Transparent. Accessed November 16, 2021. <https://www.medizin-transparent.at/corona-impfstoffe-wirkung/>
120. Bratwurst, Freigetränk und Kinogutschein für Impfwillige | BR24. Accessed November 16, 2021. <https://www.br.de/nachrichten/bayern/bratwurst-freigetraenk-und-kinogutschein-fuer-impfwillige,SdyL6rf>
121. mdr.de. "Dankeschön"-Aktion des DRK für Geimpfte - Ansturm überfordert Anmeldeportal | MDR.DE. Accessed November 16, 2021. <https://www.mdr.de/nachrichten/sachsen/corona-drk-gutscheine-impfung-sachsen-100.html>
122. Daten aus Phase-3-Studie von Pfizer und BioNTech zeigen hohe Wirksamkeit von COVID-19-Auffrischungsimpfung | BioNTech. Accessed November 16, 2021. <https://investors.biontech.de/de/news-releases/news-release-details/daten-aus-phase-3-studie-von-pfizer-und-biontech-zeigen-hohe/>
123. Corona\_Bericht\_Literaturstudie\_Impfeffektivitaet.pdf. Accessed November 16, 2021. [https://sozialministerium.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-sm/intern/downloads/Downloads\\_Gesundheitsschutz/Corona\\_Bericht\\_Literaturstudie\\_Impfeffektivitaet.pdf](https://sozialministerium.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-sm/intern/downloads/Downloads_Gesundheitsschutz/Corona_Bericht_Literaturstudie_Impfeffektivitaet.pdf)
124. Müller-Neuhof J. Spahn verschleppte die Aufklärung der CDU-Maskenaffäre - rechtlich wohl unzulässig. Der Tagesspiegel Online. <https://www.tagesspiegel.de/politik/falsche-transparenz-vorstellung-spahn-verschleppte-die-aufklaerung-der->

cdu-maskenaffaere-rechtlich-wohl-unzulaessig/27620366.html. Published September 17, 2021. Accessed November 16, 2021.

125. mdr.de. Neue Maskenaffäre: SPD legt Gesundheitsminister Spahn Rücktritt nahe | MDR.DE. Accessed November 16, 2021. <https://www.mdr.de/nachrichten/deutschland/politik/corona-spahn-masken-spd-100.html>

126. Masken-Affäre: Georg Nüßlein tritt aus der CSU aus - waz.de. Accessed November 16, 2021. <https://www.waz.de/politik/durchsuchung-csu-georg-nuesslein-id231653411.html>

## Bildverzeichnis

1. Abbildung 1: Das Bild zeigt frisch aufgezogene Corona-Impfungen. Diese wurde in kleinen Flaschen, genannt Vials, an die Impfstellen geliefert und vor Ort frisch aufgezogen. Autor: Philipp Humbsch

2. Abbildung 2: Darstellung zum Kurvenverlauf der Infektionszahlen in Bezug auf die im Gesundheitssystem vorgehaltenen Behandlungskapazitäten. Die erste Kurve zeigt den Anstieg ohne Maßnahmen gegen den Anstieg. Die schwarze Fläche zeigt den besseren Kurvenverlauf ohne ein Übersteigen der Kapazitätsgrenze. Grafik: Izabela Jastrzebska

3. Abbildung 3: Wenn ein Infizierter 3 andere Menschen infizieren kann, beträgt die Basisreproduktionszahl 3. Dann ist das Wachstum der Menge aller infizierter Menschen exponentiell. Wenn aber durch geeignete Schutzmaßnahmen (etwa das Tragen einer Maske) die

Reproduktionszahl reduziert wird, etwa weil eine Infizierte Person mit hoher Wahrscheinlichkeit nur eine weitere Person anstecken kann, dann ist die Kurve flacher. Grafik: Izabela Jastrzebska

4. Abbildung 4: Zur Erklärung: grün = geimpft/genesen und gesund, gelb = nicht geimpft aber gesund, rot = krank und ansteckend. Erste Spalte: viele Menschen sind geimpft/genesen, die Krankheit (ausgehend von den Erkrankten) kann sich nicht ausbreiten. Zweite Spalte: Es gibt Geimpfte/Genesene, aber zu wenige um die Menschen ohne Immunität vor den Erkrankten abzuschirmen Dritte Spalte: Niemand ist geimpft oder genesen, und die Erkrankung breitet sich ungebremst aus. Grafik: Izabela Jastrzebska

5. Abbildung 5: Die Impfung per Nasenspray (intranasale Impfung) wird aktuell ausgebiegt erforscht. Kleinkinder können so etwa gegen Influenza ge-

impft werden. Grafik: Izabela Jastrzebska

6. Abbildung 6: Die Schluckimpfung ist auch möglich, und wird unter anderem bei der Typhusimpfung eingesetzt. Früher kam sie auch bei Polio zum Einsatz. Grafik: Izabela Jastrzebska

7. Abbildung 7: Viele Impfungen werden als intramuskuläre Injektion in den Delta-Muskel verabreicht. Grafik: Izabela Jastrzebska

8. Abbildung 8: Häufige Impfreaktionen sind Fieber, Kopfschmerz, Krankheitsgefühl, Schmerzen und/oder Juckreiz an der Einstichstelle, Muskelschmerzen, Gliederschmerzen um nur einige zu nennen. Diese Symptome klingen für gewöhnlich innerhalb von drei Tagen ab. Oft werden diese Symptome mit einer Erkrankung verwechselt. Grafik: Izabela Jastrzebska

9. Abbildung 9: Plakative Darstellung, die zeigen soll, dass Impfskepsis als Bedrohung für die globale Gesundheit noch vor dem Dengue Fieber (Mücke) und HIV (der nicht ganz maßstabsgerechte Virus) steht. Die Plätze 1 bis 7 haben wir, der besseren Übersicht wegen, hierbei eingespart. Grafik: Izabela Jastrzebska

10. Abbildung 10: Das Impfheft. Wenn dort keine Masernimpfung vermerkt ist, sollte das vor dem Schulbesuch nachgetragen werden. Grafik: Izabela Jastrzebska

11. Abbildung 11: Verteilungsmuster Pocken und Windpocken. Links (weiß) Pocken und rechts (blau) Windpocken. Grafik: Izabela Jastrzebska

12. Abbildung 12: Eiserne Lunge: Foto Privataufnahme aus der Uniklinik Basel von Urs Herzog, Rotary Schweiz

13. Abbildung 13: Globale Ausbreitung der Poliomyelitis im Jahr 1955. Quelle:

Rotary Club Frankfurt (Oder) mit Unterstützung von Rotary Deutschland

14. Abbildung 14: Globale Ausbreitung der Poliomyelitis im Jahr 1990. Quelle: Rotary Club Frankfurt (Oder) mit Unterstützung von Rotary Deutschland

15. Abbildung 15: Globale Ausbreitung der Poliomyelitis im Jahr 2021. Quelle: Rotary Club Frankfurt (Oder) mit Unterstützung von Rotary Deutschland

