

Diplomarbeit

COVID-19

**Eine Darstellung der bekannten Informationen in für
Laien verständlicher Sprache**

eingereicht von

Julia Mayr

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der gesamten Heilkunde

(Drⁱⁿ. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

Universitätsklinikum für Innere Medizin

ausgeführt an der

Abteilung für Endokrinologie und Diabetologie

und dem

Universitätsklinikum für Anästhesiologie und Intensivmedizin

unter der Anleitung von

Priv.-Doz.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ med.univ. Karin Amrein, MSc

Univ. FA Dr.med.univ. Dr.scient.med. Paul Zajic

Graz, am 12.10.2023

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 12.10.2023

Julia Mayr eh.

Danksagungen

Ich möchte mich hiermit bei allen bedanken, die mich im Zuge des Verfassens dieser Arbeit unterstützt und motiviert haben.

Zuallererst gebührt mein Dank meinen Betreuern Priv.-Doz.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Karin Amrein und DDr. Paul Zajic für die Unterstützung bei der Auswahl des Themas, der Verfassung dieser Arbeit und der Hilfe, sich in der weiten Welt des wissenschaftlichen Arbeitens zurechtzufinden.

Ein besonderer Dank gilt weiters dem Lehrpersonal und Direktorin Frau Dr. Barbara Bruglacher vom Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium Carneri Graz für die Fragen ihrer Schüler*innen zum Thema COVID-19, die in der Fokusfindung für diese Diplomarbeit eine große Hilfe waren.

Außerdem möchte ich bei meinen Freundinnen und Freunden sowie meiner Familie bedanken, die mir stets mit einem offenen Ohr und Rat zur Seite standen und mir bei kleinen und großen Sorgen stets eine Stütze waren.

Zusammenfassung

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Datenlage und Masse an Fachinformationen zum Thema „COVID-19“ und „SARS-CoV-2“. Das Ziel ist, diese Flut an Informationen auf relevante Punkte zu reduzieren, basierend auf häufig gestellten Fragen und zum Verständnis relevanten Grundlagen, und diese essenziellen Informationen in für Laien und Interessierte verständlicher Sprache darzulegen.

Dazu wurden eigene und fremde Fragen, die häufig von Angehörigen und Bekannten gestellt wurden und ad hoc momentum nicht sofort beantwortbar waren, herangezogen und auch in die Geschichte zurückgeblickt, um besser zu verstehen, wie ähnliche historische Ereignisse im Verlauf der Menschheitsgeschichte bewältigt wurden, wie unsere Vorgänger mit Pandemien umgingen und ob wir daraus etwas gelernt haben. Dazu wurden Datenbanken wie PubMed und verschiedenste Journals durchsucht sowie Seiten des Bundesministeriums, der AGES, die Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit und das Robert-Koch-Institut, kurz RKI, verwendet.

Im Zuge der Recherche zeigt sich, dass Informationen und Antworten auf diese Fragen zwar vorhanden sind, jedoch häufig für den medizinischen Laien kaum auffindbar oder verständlich waren. Wir brauchen bessere Kommunikation und ein breiteres Verständnis der Bevölkerung für die Wissenschaft im Allgemeinen, hier hat in den letzten Jahren die Bewegung „science to public“ erste Erfolge gezeigt, es bleibt aber noch viel zu tun.

Abstract

This thesis deals with the enormous amount of data and information concerning “COVID-19” and “SARS-CoV-2”, trying to explain relevant points and basic knowledge surrounding the topic based on questions that are commonly being asked in a language understandable to the general public, based on questions that are commonly asked.

Questions asked by myself or family and friends that could not be answered in the moment were used to determine the most important points surrounding the topic. Furthermore a look into history helped understand how our ancestors dealt with pandemics and the change they brought with them.

The information was acquired through medical journals, the science-database PubMed and local government sites including AGES (Austria) and the RKI (Germany).

Research showed that information and data are available but hard to find and not ready to be understood by the general public. This poses a big problem in dealing with and understanding the ways of the pandemic.

We need more commonly available “translations” of scientific findings and a broader understanding of how the world of science works. “Science to public” has shown great promise at that but there ist still a long way to go.

Inhaltsverzeichnis

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	2
DANKSAGUNGEN	3
ZUSAMMENFASSUNG	4
ABSTRACT	5
INHALTSVERZEICHNIS.....	6
ABKÜRZUNGEN UND DEREN BEDEUTUNG	9
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	10
TABELLENVERZEICHNIS.....	11
1 EINLEITUNG	12
2 MATERIAL UND METHODEN	13
3 ERGEBNISSE	14
3.1 BEGRIFFSDEFINITIONEN	14
3.1.1 <i>Pandemie</i>	14
3.1.2 <i>Epidemie</i>	14
3.1.3 <i>Endemie</i>	15
3.1.4 <i>Inzidenz</i>	15
3.1.5 <i>Infektiösität</i>	15
3.2 VIREN UND BAKTERIEN – DER UNTERSCHIED.....	16
3.2.1 <i>Bakterien</i>	16
3.2.2 <i>Viren</i>	16
3.3 HISTORISCHE PANDEMIEN	17
3.3.1 <i>Der Schwarze Tod – die Pest</i>	18
3.3.2 <i>Parallelen</i>	19
3.3.3 <i>Die Spanische Grippe</i>	20
3.3.4 <i>Parallelen</i>	22
3.3.5 <i>Zusammenfassung</i>	22
3.4 BIOGRAFIE.....	23
3.4.1 <i>Wofür steht SARS-CoV-2?</i>	23
3.4.2 <i>Was kann daraus geschlossen werden?</i>	24
3.5 SARS-CoV UND MERS-CoV	25
3.5.1 <i>Verbindung?</i>	25
3.5.2 <i>SARS-CoV</i>	25
3.5.3 <i>MERS-CoV</i>	26
3.5.4 <i>Symptome</i>	27

3.5.5	<i>Therapie</i>	28
3.5.6	<i>Warum ist das Verständnis dieser beiden Viren so wichtig?</i>	28
3.6	SARS-CoV-2	29
3.6.1	<i>Woher kommt SARS-CoV-2?</i>	29
3.6.2	<i>Eine Stadt in China</i>	30
3.7	AUSSEHEN	32
3.8	COVID-19-ERKRANKUNG	34
3.8.1	<i>Übertragung</i>	34
3.8.2	<i>Infektion</i>	35
3.8.3	<i>Verlauf</i>	36
3.8.4	<i>Diagnostik</i>	37
3.9	SYMPTOME	40
3.10	KOMPLIKATIONEN	42
3.10.1	<i>Risikofaktoren</i>	42
3.10.2	<i>Respiratorische Komplikationen</i>	42
3.10.3	<i>Komplikationen in anderen Organen</i>	43
3.10.4	<i>Zytokinsturm</i>	44
3.11	THERAPIE	45
3.11.1	<i>Bauchlagerung</i>	45
3.11.2	<i>Noninvasive Beatmung (NIV)</i>	45
3.11.3	<i>Intubation</i>	46
3.11.4	<i>ECMO – extracorporale Membranoxygenierung</i>	47
3.11.5	<i>Hämodialyse</i>	48
3.12	OUTCOME	49
3.13	LANGZEITFOLGEN	50
3.13.1	<i>Risikofaktoren</i>	51
3.13.2	<i>Long-COVID-19-Syndrom</i>	51
3.14	PRÄVENTIONSMABNAHMEN	53
3.14.1	<i>R-Wert</i>	53
3.14.2	<i>Hygienemaßnahmen</i>	54
3.14.3	<i>Kontaktbeschränkung – das Konzept Lockdown</i>	59
3.14.4	<i>Triage</i>	62
3.15	DIE IMPFUNG	63
3.15.1	<i>Entwicklung</i>	64
3.15.2	<i>Impfstudie – Aufbau</i>	64
3.15.3	<i>Arten</i>	65
3.15.4	<i>mRNA-Impfstoffe</i>	66
3.15.5	<i>Vektorimpfungen</i>	67
3.15.6	<i>Totimpfstoffe</i>	68
3.15.7	<i>Nebenwirkungen</i>	69

3.15.8	Wirksamkeit.....	70
3.15.9	Booster-Impfungen.....	71
3.15.10	Impfbereitschaft	72
3.16	MUTATIONEN	74
3.16.1	Entstehung.....	74
3.16.2	Varianten.....	75
3.16.3	Omikron	78
3.17	WAS BRINGT DIE ZUKUNFT?.....	81
3.17.1	Szenario 1 – Best case:	81
3.17.2	Szenario 2 – Optimistisch	81
3.17.3	Szenario 3 – Pessimistisch	81
3.17.4	Szenario 4 -Worst case.....	81
4	DISKUSSION	83
4.1	WARUM IST DIESES THEMA SO WICHTIG?.....	84
4.2	CONCLUSIO	84
5	LITERATURVERZEICHNIS	87
6	ANHANG	96
6.1	ANHANG 1 – FACTSHEET IMPFREAKTION, IMPFSCHADEN, IMPFKOMPLIKATION	96
6.2	ANHANG 2 – FACTSHEET IMPFSTOFFZULASSUNG.....	97
6.3	ANHANG 3 – FACTSHEET GESCHICHTE DER IMPFUNG	98
6.4	ANHANG 4: SCHÜLER*INNENFRAGEN	99
6.5	WEITERE INFORMATIONSQUELLEN:	100
6.5.1	Aktuelle Zahlen und Informationen rund um COVID-19:	100
6.5.2	Aktuelle Zahlen und Informationen zur Impfung:.....	100
6.5.3	Youtube-Kanäle und Podcasts zum Thema COVID-19:	101
6.5.4	Informationen zum Thema Intensivmedizin:	101
6.6	NICHT VERLÄSSLICHE QUELLEN:	102

Abkürzungen und deren Bedeutung

ACE	<i>Angiotension-converting-enzyme</i>
AGES	<i>Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit</i>
Bzw	<i>beziehungsweise</i>
CO ₂	<i>Kohlenstoffdioxid</i>
DNA	<i>Desoxyribonukleinsäure</i>
ECMO	<i>Extracorporale Membranoxygenierung</i>
EID	<i>Emerging disease of animal origin</i>
ICU	<i>Intensive care unit</i>
mRNA	<i>Messenger-Ribonukleinsäure</i>
RKI	<i>Robert-Koch-Institut</i>
RNA	<i>Ribonukleinsäure</i>
SARS	<i>Severe acute respiratory distress syndrom</i>
VITT	<i>Vakzin-induzierte thrombotische Thrombozytopenie</i>
WHO	<i>Weltgesundheitsorganisation</i>

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: STAMMBAUM CORONAVIRIDAE.....	24
ABBILDUNG 2: COVIDFÄLLE INTERNATIONAL STAND 11.03.2020	31
ABBILDUNG 3: SARS-COV-2.....	32
ABBILDUNG 4: ÜBERTRAGUNGSWEGE	34
ABBILDUNG 5: COVID-19-VERLAUF GRAFISCH DARGESTELLT	36
ABBILDUNG 6: DIAGNOSTIK	37
ABBILDUNG 7: HÄUFIGSTE SYMPTOME EINER COVID-19-ERKRANKUNG	40
ABBILDUNG 8: TODESFÄLLE IM VERLAUF DER PANDEMIE IN ÖSTERREICH.....	49
ABBILDUNG 9: EINTEILUNG LANGZEITFOLGEN COVID-19	50
ABBILDUNG 10: NEUE BESTÄTIGTE FÄLLE IN ÖSTERREICH PRO TAG.....	59
ABBILDUNG 11: IMPFFORTSCHRITT IN ÖSTERREICH NACH ANHAND DER ANZAHL VERIMPFTER DOSEN	72
ABBILDUNG 12: ANZAHL GEIMPFTEN ÖSTERREICH / EU IN PROZENT.....	73
ABBILDUNG 13: COVID-VARIANTEN.....	75
ABBILDUNG 14: INFEKTIONSZAHLEN IM VERLAUF	79

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: HISTORISCHE PANDEMIEN	17
TABELLE 2: WIRKSAMKEIT DER EINZELNEN IMPFSTOFFE	71
TABELLE 3: IMPFDOSEN AUFSCHLÜSSELUNG	72
TABELLE 4: IMPFDOSEN AUFSCHLÜSSELUNG	73
TABELLE 5: FÄLLE PRO VARIANTE IM VERLAUF	77
TABELLE 6: NEUINFEKTIONEN UND HOSPITALISIERUNGEN IM VERLAUF	80
TABELLE 7: SCHÜLER*INNENFRAGEN	99

1 Einleitung

Im November 2019 wurden in der chinesischen Stadt Wuhan vermehrt Fälle einer schweren Lungenentzündung bemerkt, welche man zuerst für ein erneutes Auftreten von SARS-Infektionen hielt. (1) Schnell wurde jedoch erkannt, dass dieses Virus nicht mit SARS-CoV übereinstimmt, aber sehr infektiös war. Am 31. Dezember 2019 wird die WHO über die Situation informiert und am 7. Jänner 2020 identifizieren chinesische Behörden ein neuartiges Coronavirus, dem der vorübergehende Name 2019-nCoV, kurz für „neues Coronavirus“ gegeben wird. (1)

Am 30. Jänner 2020 wird von der WHO der internationale Gesundheitsnotstand ausgerufen. Das Virus hat sich an diesem Punkt bereits in 98 weitere Nationen verbreitet. Die Fallzahlen steigen in den nächsten Monaten weltweit rasant an.

Am 11. März 2020 wird offiziell eine Pandemie ausgerufen.

Die stark steigenden Zahlen und vermehrte Todesfälle bringen Nationen unter Zugzwang und mit Österreich geht am 16. März 2020 die erste europäische Nation in den nationalen Lockdown (Begriffserklärung im Kapitel: Maßnahmen). Die Welt steht für Wochen still. Wir befinden uns in der ersten Pandemie des 21. Jahrhunderts.

Tagtäglich werden neue Erkenntnisse präsentiert, Prognosen gestellt, Voraussagen über den Verlauf gegeben. Die Flut an Information ist überwältigend und in vielen Fällen für einen Laien nicht ausreichend verständlich bzw. zugänglich.

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, diese Flut an Informationen auf relevante Punkte und Grundlagen zu reduzieren und diese in für Laien und Interessierte verständlicher Sprache darzulegen.

2 Material und Methoden

Bei dieser Diplomarbeit handelt es sich um eine Literaturrecherche zur Behandlung von allgemeinen Fragen, die sich Laien zum Thema SARS-CoV-2 und COVID-19 stellen könnten oder gestellt haben.

Die Recherche erfolgte über die Datenbank „Pubmed“, wobei diese ob der Aktualität der Thematik massiv erschwert wurde. Bis auf das Themengebiet „Historisches“ wurden Artikel vor dem März 2020 ausgeschlossen.

Es erfolgte eine systematische Literaturrecherche mit für das jeweilige Kapitel passenden Suchbegriffen. Einschlusskriterien waren zum einen Aktualität, Größe der Studiengruppe (falls auf Studienbasis) sowie Relevanz.

Suchanfragen zu breiteren Themen (Erklärung von Basisbegriffen) erfolgten über Google-Scholar.

Zusätzlich wurde die Vielfalt an E-Ressourcen der Bibliothek der Medizinischen Universität Graz sowie Literatur vor Ort genutzt, um vor allem medizinisches Basiswissen für Laien aufzubereiten.

Im Zuge des Verfassens habe ich mich zu Beginn eines jeden Kapitels mit den Informationen auseinandergesetzt, die für Laien zugänglich und verständlich sind, um ein Gefühl für die Möglichkeiten der Informationsbeschaffung zu bekommen. Begonnen habe ich mit öffentlichen Behörden und Ministerien wie der AGES (Assoziation für Gesundheit und Ernährungssicherheit), dem deutschen RKI (Robert-Koch-Institut) sowie den Seiten des österreichischen Bundesministeriums für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz. Diese können im Anhang unter „Weitere Informationsquellen“ nachgelesen werden.

Hatte ich mir ein Bild über diese Informationsseiten gemacht, machte ich mich an die tiefergehende Recherche in Online-Journals und PubMed beziehungsweise in den Online-Ressourcen und der analogen Literatur, die über die Meduni Graz zur Verfügung stehen.

3 Ergebnisse

3.1 Begriffsdefinitionen

COVID-19 und SARS-CoV-2 sind jedem ein Begriff, jedoch herrscht ob der genauen Unterscheidung und Bedeutung der jeweiligen Begriffe oft Verwirrung.

Für COVID-19 gilt folgende Definition: „*COVID-19 ist eine akute, infektiöse Lungenerkrankung, die durch eine Infektion mit dem Coronavirus SARS-CoV-2 verursacht wird.*“ (2)

Das bedeutet, es handelt sich bei COVID-19 um die Erkrankung, welche vom SARS-CoV-2-Virus ausgelöst wird. Man kann sich also nicht mit COVID-19 infizieren, aber nach einer Infektion mit SARS-CoV-2 die COVID-19-Erkrankung entwickeln. (3) SARS-CoV-2 ist ein neu aufgetretenes, sich pandemisch verbreitendes Virus. Doch was bedeutet der Begriff Pandemie eigentlich?

3.1.1 Pandemie

Pandemie ist griechisch für „das ganze Volk“, eine sehr passende Beschreibung für das, was eine Pandemie ausmacht. Sie ist charakterisiert durch schnelle als auch Ländergrenzen und Nationen überspannende Ausbreitung, die örtlich nicht eingrenzbar ist. (4) Ein pandemischer Erreger verbreitet sich weltweit.

3.1.2 Epidemie

Der Pandemie gegenüber steht die Epidemie, welche ebenfalls durch gehäuftes Auftreten einer Infektionskrankheit charakterisiert ist, jedoch mit regionaler und vor allem auch zeitlicher Begrenzung. (4)

Ein Beispiel dafür wäre der letzte Ausbruch von Ebola, wobei es innerhalb kurzer Zeit zu einem massiven Anstieg an Infektionen kam, die jedoch örtlich weitgehendst auf Westafrika begrenzt waren und später wieder absanken. Bei Ebola handelt es sich um eine Viruserkrankung, die vor allem am afrikanischen Kontinent immer wieder auftritt und mit hohem Fieber und teilweise inneren Blutungen einhergeht. (5)

3.1.3 Endemie

Die Endemie ähnelt in ihrer Form der Epidemie, jedoch liegt eine rein örtliche Begrenzung vor. Um die Vorstellung zu erleichtern, könnte Malaria als Beispiel genannt werden, eine Erkrankung, welche sich in bestimmten Regionen des afrikanischen Kontinents aufgrund des Klimas und der ansässigen Anophelesmücken findet und dort konstant vorhanden ist. (4)

Hierbei bleibt die Inzidenz der Erkrankung anhaltend gleich, ist aber im Vergleich zu einer anderen Population erhöht. Dafür muss in der betroffenen Bevölkerung zumindest teilweise Immunität vorliegen.

3.1.4 Inzidenz

Die Inzidenz definiert die Rate an Neuerkrankungen in einer vorbestimmten Personengruppe über einen bestimmten Zeitraum. (6) Beispiel hierfür wäre die Anzahl an Covid-Neuinfektionen in einem Zeitraum von 24 Stunden.

3.1.5 Infektiösität

Die Infektiösität beschreibt, wie wahrscheinlich eine Person bei Kontakt eine andere ansteckt. Wie hoch oder niedrig diese ist, geht auf die Eigenschaften des Krankheitserregers, der übertragen wird, zurück. (6)

3.2 Viren und Bakterien – Der Unterschied

3.2.1 Bakterien

Bakterien sind einzellige Organismen, das bedeutet sie sind Lebewesen, die nur aus einer einzelnen Zelle bestehen. Manche von ihnen kommen auf und in unserem Körper natürlicherweise vor und helfen uns beispielsweise, unseren Darm gesund zu halten, andere können schwere Erkrankungen auslösen. Ein bedeutender Unterschied zu Viren ist ihre Vermehrung. Durch Mitose, die Zellteilung, schnüren sie sich in zwei und ein neues Bakterium entsteht. Dafür braucht es außer ausreichend Nährstoffen keine Hilfe von außen. (7)

Um ein Bakterium unschädlich zu machen, werden Antibiotika verwendet. Diese greifen am Bakterium an und zerstören es oder verhindern, dass sie sich weiter vermehren können.

3.2.2 Viren

Viren hingegen können nicht ohne einen Wirt existieren. Sie brauchen die Zellen eines Lebewesens, um deren Ressourcen zu nutzen und die Wirtszelle selbst als Virenfabrik zu verwenden. Dass macht sie in ihrer Behandlung schwieriger, da meist nur die Symptome, die durch die Viruserkrankung ausgelöst werden, behandelt werden können und nicht gegen das Virus selbst gearbeitet wird. (7)

3.3 Historische Pandemien

Pandemien begleiten die Menschheit schon seit Beginn ihrer Existenz. Kontinuierlich tauchen neue Erreger auf, gegen die unsere Immunsysteme noch vollkommen unbewaffnet sind und die daher großen Schaden anrichten können.

Beispiele für bedeutende Pandemien sind in Tabelle 1 – Historische Pandemien ersichtliche.

Pandemie	Erreger	Kurzbeschreibung
Antoninische Pest 165-180 n.Chr.	Virus Orthopoxvirus Variola	Man vermutet, dass es sich hier wohl um die Pocken gehandelt hat, eine Erkrankung, die mit charakteristischen Hautveränderungen einherging.
Justinianische Pest 541 – 770 n.Chr.	Bakterium Yersinia pestis	Hierbei handelte es sich um Infektionen mit Yersinia pestis, dem Erreger der uns heute als die Pest bekannt ist (8)
Schwarzer Tod 1347 – 1352 n.Chr.	Bakterium Yersinia pestis	Der zweite große Ausbruch, der sich über ganz Europa erstreckte und geschätzte 25 Millionen Opfer forderte. (8)
Cholera Pandemie Beginn 1817 n.Chr	Bakterium Vibrio cholerae	Rezidivierende Ausbrüche der Cholera, eine schwere Brechdurchfallerkrankung
Dritte Pest-Pandemie 1894-1911 n.Chr	Bakterium Yersinia pestis	Die Pest trat erstmalig in China auf und verbreitete sich erneut international. Diese Pandemie forderte ca. 12 Millionen Tote (8)
Spanische Grippe 1918-1920 n.Chr.	Virus Influenza-A-(H1N1)	Ca. 500 Millionen Infektionen, ca. 50 Millionen verstarben (9)
Influenza H1N1 Schweinegrippe	Virus Influenza-A-(H1N1)- Subvariante	Im Jahr 2009/2010 kam es zum Auftreten einer neuen Subvariante, die umgangssprachlich als “Schweinegrippe“ bezeichnet wird. (10)
COVID-19-Pandemie Beginn März 2020	Virus SARS-CoV-2	Mehr als 767 Millionen Infektionen und 6,9 Millionen Todesopfer laut WHO (11)

Tabelle 1: Historische Pandemien

Quelle: Eigendarstellung in Anlehnung an <https://de.wikipedia.org/wiki/Pandemie> (12)

Von Interesse ist die Regelmäßigkeit, mit welcher diese Ereignisse auftreten und die hohen Todeszahlen, die sich zumeist in Millionenhöhe bewegen.

Diese beruhen auf einigen Gemeinsamkeiten: Ursache für pandemische Verläufe ist zum einen ein dem Immunsystem bis dahin unbekannter Erreger, zum anderen eine hohe Infektiösität, welche sich durch hohe Ansteckungszahlen und daraus resultierend schnellere Verbreitung auszeichnet.

Aufgrund ihrer Bekanntheit und der großen Ähnlichkeit zur momentanen Situation werden die „Pest“ und die „Spanische Grippe“ genauer betrachtet und Parallelen zu COVID-19 hervorheben.

3.3.1 Der Schwarze Tod – die Pest

Yersinia pestis, ein Bakterium, das seinem Namen dem lateinischen Wort „pestis“ für Seuche verdankt und auf den umgangssprachlich gebrauchten Begriff „Pestilenz“ zurückzuführen ist, ist wohl einer der bekanntesten Erreger der Menschheitsgeschichte und der Startpunkt dieser Geschichte. (8)

Viele Sagen und Märchen entstammen dieser sehr dunklen und trostlosen Zeit europäischer Historie, in der dieses Bakterium sein Unwesen trieb.

Multiple Infektionswellen, mit Startpunkt bereits lange vor menschlichen Aufzeichnungen, schwappten immer wieder über große Teile des Nahen Ostens. Molekularstudien fanden *Yersinia pestis* sogar in Skeletten, die der Bronzezeit entstammen und auf ein Alter von ungefähr 3800 Jahren datiert wurden. Es sollte aber bis ins Jahr 1347 dauern, bis sie Italien erreichte und sich von dort ausgehend wie ein Lauffeuer in ganz Europa verbreitete. Dieser schwerste aller Ausbrüche sollte drei Jahre dauern und kostete 25 Millionen Menschenleben, was damals etwa einem Drittel der Europäischen Bevölkerung entsprach. (13)

Alles begann mit einem gewöhnlichen Handelsschiff, welches im Hafen der sizilianischen Stadt Messina anlegte. Schon bei Betreten des Schiffs mussten die Hafendarbeiter etwas Furchtbares feststellen: die gesamte Besatzung war tot oder im Inbegriff zu versterben. (13)

Sofort wurde das Schiff verlassen, da man dachte, es handle sich um ein Tropenfieber. Die Ratten, übersät mit Flöhen, hatten den Ort des Geschehens jedoch längst verlassen.

Spanien und Frankreich wurden zuerst getroffen, gefolgt von Deutschland, der Schweiz und Österreich im Jahr 1348. 1349 wurde London beinahe dezimiert und 1350 erreichte sie auch die Skandinavischen Staaten. Obwohl diese Welle bereits nach wenigen Jahren wieder vorbei war, kam es im Laufe der nächsten 400 Jahre immer wieder zu endemischen Ausbrüchen (auf ein Areal bezogen). Als Überträger identifizierten die Europäer*innen des 14. Jahrhunderts Ratten und Katzen, eine These, die der Realität sehr nahe war. So waren es nicht die Tiere selbst, sondern deren Begleiter die Flöhe, die als Zwischenwirt in der Übertragung für das Pestbakterium dienten. Die Kleidung der Erkrankten, aber auch Getreide, ein Hauptnahrungsbestandteil der damaligen Zeit, konnten Flöhe beherbergen und so zur Ansteckung führen. (13)

3.3.1.1 Symptome

Umgangssprachlich wird die Pest häufig als der „Schwarze Tod“ bezeichnet. Die Begründung dafür findet sich in der Symptomatik. Betroffene bekamen plötzlich einsetzendes hohes Fieber, starke grippeähnliche Symptome und vor allem Schwellungen der Lymphknoten, die bis zu zehn Zentimeter groß werden konnten und sich schwarz verfärbten. Sie bekamen den Namen Pestbeulen. (13)

Noch heute kommt es jährlich zu Pestinfektionen. Der Erreger ist weltweit immer noch in einigen Regionen wie Madagaskar aber auch in den Präriehunden des Südens der USA endemisch. (8)

3.3.2 Parallelen

Eine spannende Parallele zeigt sich, wenn man die Ausrüstung der Heiler*innen des 14. Jahrhunderts mit denen des Gesundheitspersonals auf heutigen Intensivstationen vergleicht.

Wenn auch sehr krude, so entwarfen die Heiler*innen der vergangenen Jahrtausende mit ihren Pestanzügen einen Vorgänger der heutigen Schutzausrüstung, bestehend aus einer Maske mit langem Schnabel und einem Mantel, der den ganzen Körper bedeckte, wobei natürlich heute keine Kräuter mehr in den Ausatemventilen zu finden sind. (9)

Auch Rassismus und Ausgrenzung waren sowohl zu Zeiten der Pestilenz als auch zu Pandemiebeginn 2020 Thema. Wurden im 14. Jahrhundert die jüdischen Nachbar*innen bezichtigt, Brunnen zu vergiften und so die Pest auszulösen, so erfuhren viele asiatische Bürger*innen Diskriminierung, Anfeindungen aber auch tätliche Gewalt, basierend rein auf der Tatsache, dass SARS-CoV2 der chinesischen Stadt Wuhan entstammt. (14)

3.3.3 Die Spanische Grippe

Die Spanische Grippe stellt die jüngste und gleichzeitig verheerendste Pandemie der Menschheitsgeschichte dar.

Vor allem in den frühen Monaten der COVID-19-Pandemie wurde sie immer wieder als Referenz herangezogen, da die damalige historische Situation unserer jetzigen Welt in einem Aspekt ähnelte: viele Menschen verschiedenster Nationen bewegten sich über große Distanzen und kamen weltweit miteinander in Kontakt.

Von ihrem Beginn im März 1918 bis zu ihrem Ende zwei Jahre später forderte sie geschätzt 50 Millionen Menschenleben und mehr als 500 Millionen wurden infiziert. Genauere Aufzeichnungen sind leider nicht vorhanden. (9)

Es begann alles mit Albert Gitchel, einem Koch, der im März 1918 in CampFuston, im US-amerikanischen Kansas, vermehrtes Fieber, Husten und Kopfschmerzen bemerkte. Wochen später wiesen tausende Soldaten ähnliche Symptome auf. (9)

Wie jedoch kann ein Koch in Kansas binnen Wochen die halbe Welt infizieren?

Wir befinden uns zeitlich in den letzten Monaten des Ersten Weltkrieges, welcher am 11. November 1918 sein Ende fand und 17 Millionen Menschenleben forderte. Truppen sind über den gesamten europäischen Kontinent verstreut und verschiedenste Nationen treffen aufeinander, perfekte Bedingungen für eine rasante Verbreitung. (9) So kommen etwa junge amerikanische Soldat*innen mit der Influenza in Kontakt.

Die erste von insgesamt drei Wellen war im Verlauf die mildeste und mehr mit den heutigen saisonalen Influenza-Ausbrüchen vergleichbar. Die zweite und tödlichste Welle, welche vermutlich auf einer Mutation des Virus beruhte, startete im August 1918 wahrscheinlich in Südengland und nahm durch Schiffsreisen und Truppenbewegungen den gesamten Globus ein. Sie dauerte nur 6 Wochen, diese waren jedoch verheerend. Symptome wie schweres Nasenbluten, Lungen- und Hirnhautentzündungen, hohes Fieber bis 40 Grad Celsius sowie Blut im Urin traten auf. Viele Betroffene waren komatös und aufgrund der schlechten medizinischen Versorgung vor allem an der Front dem Tode geweiht. (9)

Die Verteilung der Infektionen zeigte den „W-Trend“, das bedeutet, die Spitzen liegen bei Älteren und Kindern, aber auch junge Erwachsene sind stark betroffen.

Machte man jahrelang die Kriegssituation und die daraus resultierende Mangelernährung hauptverantwortlich für die hohe Mortalität junger Erwachsener, infizierten sich auch Personen aus höheren Schichten und Nationen, die nicht in die Kriegssituation involviert waren. (9)

Im Dezember 1918 schien der böse Zauber vorbei zu sein und viele Nationen lockerten ihre Maßnahmen, dann traf Australien im Sommer 1919 die dritte Welle, die zwar weniger Personen infizierte aber in ihrer Mortalität der Zweiten in nichts nachstand. Nach und nach breitete sich auch diese Welle um den gesamten Globus aus, um dann im Jahr 1920 in Japan ihr Ende zu finden. (9)

Der Stand der Medizin vor hundert Jahren erlaubte nur eine Bekämpfung der Symptome, aber auch viele Hausmittelchen, die in ihrer Effektivität zweifelhaft waren, wurden in der Hoffnung auf Heilung eingesetzt. Prävention (Vermeidung der Ansteckung) war daher von äußerster Wichtigkeit.(9)

Eine erste Maßnahme eine weiter Ausbreitung einzudämmen, war die Benachrichtigung möglicher Verdachtsfälle, um ihnen anzuraten, sich zu isolieren oder eine Isolation zu erzwingen. Einrichtungen, die täglich von vielen Menschen besucht werden (wie Schulen, Internate und Kasernen) wurden genauer beobachtet, um große Ausbrüche frühzeitig zu erkennen. (9)

Die Kriegssituation sowie die zusätzliche Pandemie machten vor allem den europäischen Nationen zu schaffen. Öffentliche Gebäude wurden geschlossen, Feierlichkeiten ausgesetzt und der sonntägliche Gottesdienst untersagt. Zusätzlich wurden die Straßen gesäubert und öffentliche Bereiche desinfiziert sowie Seife und sauberes Wasser für Arme zur Verfügung gestellt. (9)

Bis diese Maßnahmen in Kraft gesetzt wurden dauerte es jedoch, da die am Krieg beteiligten Nationen nicht wollten, dass ihre Truppen verunsichert oder gar in Angst versetzt würden und dass Kriegsgeschehen so negativ beeinflusst wäre. Ob und inwiefern die Spanische Grippe einen Einfluss auf das Kriegsgeschehen hatte, ist jedoch schwer nachzuvollziehen, da viele Staaten die totalen Zahlen verschwiegen bzw. Falschmeldungen anstellten. (9) Eine Nation die dazumals keine Zensur durchführte und so offen über die „Seuche“ berichtete, war Spanien. Dadurch entstand der Anschein sie sei dort entstanden und der Name „Spanische Grippe“ setzte sich durch. (15)

3.3.4 Parallelen

Betrachtet man die Maßnahmen die zur Eindämmung herangezogen wurden fallen einem Parallelen zur Covid-Pandemie auf. Auch wir wurden angehalten, auf ausreichende Händehygiene, Abstand und wenn möglich Masken zu setzen und genau wie im hier und jetzt traf die Pandemie auch die Menschen des 20. Jahrhunderts vollkommen unvorbereitet.

Ein erheblicher Unterschied liegt jedoch vor, den auch Rosner et al in seinem Artikel „Spanish flu, or whatever it is...“ aufgreift: die Behörden zur Zeit der Spanischen Grippe hatten keine Impfstoffe oder modernste Intensivmedizin als Perspektive die Situation zu stabilisieren. Ihre einzige Kontrollmöglichkeit war die Teilnahme des Einzelnen. (16)

3.3.5 Zusammenfassung

Es sind oft kleine Dinge, die in der Geschichte einer Pandemie einen großen Nachhall haben und sie zum Guten oder zum Schlechten wenden können.

Pandemien stellten seit jeher eine große Herausforderung für die Menschheit dar, aber auch eine Chance, zu wachsen und notgedrungen neue Erkenntnisse umzusetzen, weshalb auch in diesem so wie in vielen anderen Themen aus der Geschichte noch die eine oder andere Lehre gezogen werden kann.

Vor allem die Eindämmungsmethoden zu Zeiten der Spanischen Grippe haben die Präventionsmaßnahmen geprägt, die uns helfen, eine Ausbreitung von Infektionskrankheiten zu kontrollieren und nachvollziehbar zu machen. Zieht man den Schwarzen Tod heran, müssen wir leider auch feststellen, dass wir uns als Kollektiv in manchen Aspekten jedoch nicht stark verändert haben, vor allem wenn ein Schuldiger gesucht werden soll.

3.4 Biografie

SARS-CoV-2 ist ein neu aufgetretenes Virus, auf welches man im Dezember 2019 in Wuhan/China zum ersten Mal aufmerksam wurde. (1)

Es handelt sich um ein sogenanntes „emerging-pathogen“, einen Erreger, der dem Immunsystem in dieser Form noch nicht bekannt ist. Das macht ihn auch besonders gefährlich. (17)

Es stellt den neuesten Vertreter der Familie der Gruppe der Coronaviren dar, weshalb es auch im allgemeinen Sprachgebrauch als „das Coronavirus“ bekannt ist.

Viele Vertreter dieser Virenfamilie begleiten uns schon lange und führen bei Infektion zu einer milden Erkältung, können aber bei Kindern, älteren Personen und Menschen mit geschwächtem Immunsystem (durch Erkrankungen oder Behandlungen) schwere Lungentzündungen auslösen. (13)

3.4.1 Wofür steht SARS-CoV-2?

SARS steht für severe-acute-respiratory-syndrome, übersetzt schweres - akutes - respiratorisches Syndrom. (18) Dieser Begriff fasst unter sich eine Vielzahl an schweren Symptomen zusammen, die in erster Linie Lunge und Atmung betreffen und in weiterer Folge für andere Organe gefährlich werden. (19)

CoV steht für „Coronaviridae“, den „Familiennamen“ der Coronaviren. Wie jede Familie, haben auch Viren einen Stammbaum. Dieser ist wichtig, da man sich durch „Familienverhältnisse“ oft herleiten kann, wie sich ein neuer Erreger eventuell verhalten wird und wo seine Stärken und Schwächen liegen könnten.

Der Name dieser Virenart ist auf ihr Aussehen zurückzuführen. Sie sind kugelförmig und erinnern mit ihren keulenförmigen Fortsätzen an einen Kranz oder eine Krone, in Latein „Corona“. (13)

In dieser Familie finden sich auch bereits vorbekannte Viren wie SARS-CoV und MERS-CoV.

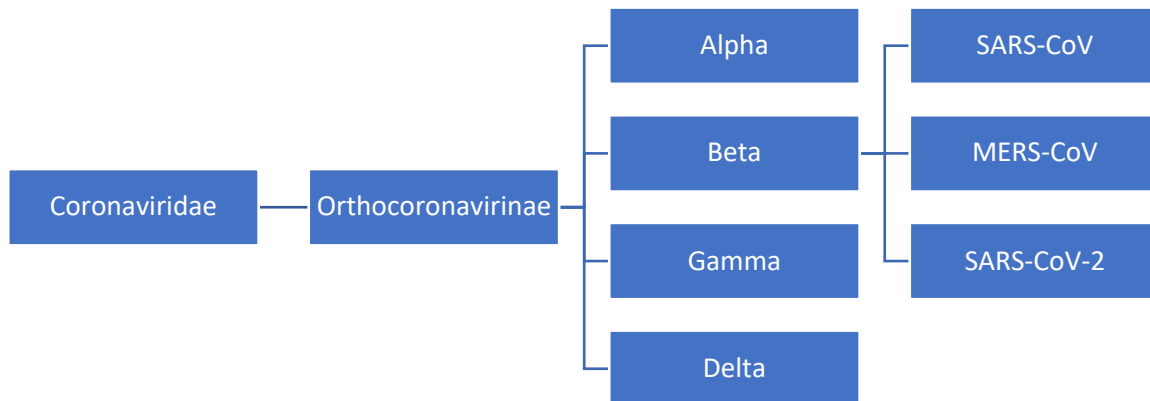


Abbildung 1: Stammbaum Coronaviridae

Quelle: Eigendarstellung in Anlehnung an Mang Shi et al. (2016) abgerufen am 02.05.22 (20)

Aufgrund der Ähnlichkeit zu SARS-CoV gab man diesem Virus den Namen SARS-CoV-2, um diese nochmals zu unterstreichen (12). Heute (Stand November 2022) weiß man, dass das die Erbinformation vom Wildtyp mit der von SARS-CoV zu 80 Prozent übereinstimmt. Wie im Stammbaum ersichtlich, entstammen sie beide derselben Gattung. (21)

3.4.2 Was kann daraus geschlossen werden?

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es sich um ein Virus handelt, welches schwere Lungenprobleme auslöst und einer Gattung von Viren entstammt, die bereits bekannt ist.

3.5 SARS-CoV und MERS-CoV

3.5.1 Verbindung?

So wie SARS-CoV-2 gehören auch SARS-CoV und MERS-CoV zu den Coronaviren. (3)
Sie heben sich durch ihr kürzliches Erstauftreten in den letzten Jahrzehnten hervor.

Beide Viren wurden im 21. Jahrhundert entdeckt und gehören so wie der aktuelle Vertreter zu den „emerging pathogens“, Erreger, die zum ersten Mal in dieser Form auftreten und dadurch für unsere noch untrainierten Immunsysteme problematisch sind. (22)

Das Verwandtschaftsverhältnis dieser Viren lässt sich wie folgt vergleichen: sind die Coronaviren untereinander wie Cousins und Cousinen, so kann man die drei oben genannten Viren als Geschwister verstehen. Sie sind sich in ihrer Symptomatik, Verbreitung und auch in ihrem Aufbau sehr ähnlich.

3.5.2 SARS-CoV

Im November 2002 kam es in Foshan, China zu ersten Fällen der SARS-CoV-Infektion. (18)

Dabei handelt es sich um eine schwerste Lungenerkrankung. Von Foshan aus verbreitete sich das Virus über Hong Kong in 27 weitere Nationen. Bis Juli 2003 infizierten sich 8.096 Personen mit SARS-CoV, 774 davon verstarben an der Erkrankung (also etwas unter 10 Prozent). Es wurden nach 2003 keine weiteren Infektionen mehr gemeldet und die SARS-Pandemie somit als beendet erklärt. (22)

Zwischen November 2003 und Jänner 2004 kam es immer wieder zu vereinzelt Infektionen, jedoch wurden seither keine weiteren verzeichnet.

Doch wo kam SARS-CoV her? Erste Erkenntnisse deuteten auf Schleichkatzen oder Waschbären als mögliche Quelle hin. Bei wilden Frettchen in China wurden Antikörper gegen das neue Virus gefunden, jedoch schien sich dieses unter diesen Arten nicht weiter zu verbreiten, weshalb sie als mögliche Überträger auf den Menschen nicht in Frage kommen. Der Blick fiel auf Fledermäuse, welche bereits ein Reservoir für eine große Vielfalt an Coronaviren darstellten, weshalb sie bis heute als Ursache für die menschlichen Infektionen betrachtet werden. Der Grund, weshalb es seither nicht konstant zu Neuinfektionen kam, liegt in den seltenen Kontakten zwischen Fledermäusen und Menschen. (22)

Schon damals, kurz nach dem ersten SARS-CoV-Ausbruch, wurde auf das hohe Risiko dieser Viren, sich weltweit auszubreiten, hingewiesen und vor den Gefahren gewarnt.

Die Übertragung Mensch zu Mensch erfolgte über längeren Kontakt mit Infizierten, aber hauptsächlich nosokomial, das bedeutet die Infektion wurde beim Aufenthalts in einem Krankenhaus oder einer Pflegeeinrichtung erworben. (22)

3.5.3 MERS-CoV

10 Jahre nachdem SARS-CoV wieder verschwunden war, stirbt im Juni 2012 ein Mann in Saudi-Arabien an einer Lungenentzündung und Nierenversagen.

In seinem Sputum, der medizinischen Bezeichnung für den Auswurf der Atemwege, wurde ein Erreger erkannt, für den es in den Datenbanken keine Übereinstimmung gab, welches aber der Familie der Coronaviren zugeordnet werden konnte. Ihm wird der Name MERS-CoV – Middle-eastern-respiratory syndrome-Coronavirus gegeben. Retrospektiv wurde eine Reihe an Infektionen, welche miteinander in Verbindung gebracht werden können (Cluster genannt), untersucht und festgestellt, dass es sich um den gleichen Erreger handelt. (22)

Aufgrund des regen Reiseverkehrs verbreitete sich MERS-CoV in viele weitere Nationen, infizierte 1.728 Personen, 624 davon verstarben. MERS-CoV zeichnete sich durch eine hohe Mortalität, das heißt Sterblichkeit, von 35,5 % aus, da es häufig als Komplikation zu einem Nierenversagen kam. (22)

Bei MERS-CoV wurde initial vermutet, dass Fledermäuse hier ebenfalls der Überträger seien, jedoch sollte der Abstrich aus dem Rachen eines Dromedars in Qatar, welches im Zusammenhang mit zwei Infizierten stand, und Virus-RNA enthielt, den Verdacht in deren Richtung lenken. Weitere Untersuchungen, unter anderem die Isolierung von neutralisierenden Antikörpern aus dem Blut von Dromedaren im Omar und auf den Kanaren, sowie die Feststellung einer hohen Infektiosität bei Dromedaren in Qatar und Saudi-Arabien, erhärtete diesen Verdacht. Auch bei MERS-CoV erfolgten 43 bis 100 Prozent der Infektionen nosokomial. Ursache dafür scheint die Übertragung über Aerosole sowie erhöhte Ansteckungsfähigkeit, das bedeutet Virenausscheidung, nach Einsetzen der Symptome zu sein, welche mit dem Aufsuchen eines Krankenhauses oder Erstversorgungszentrums korrelieren. (22)

Ein signifikanter Anteil ging von sogenannten „Superspreadern“ aus, ein Begriff, der medial im Laufe der Covid-Pandemie immer wieder aufgegriffen wurde und bedeutet, dass diese Personen aufgrund hoher Virenlast besonders infektiös sind und bei gleichen Kontakten eine größere Anzahl an Personen anstecken. Die am stärksten betroffene Region stellte die arabische Halbinsel dar, auf welche auch ein Großteil der Infektionen in anderen Nationen zurückzuführen war. In den letzten Jahren kam es immer wieder zu Ausbrüchen in Krankenhäusern. (23)

3.5.4 Symptome

Sowohl MERS-CoV als auch SARS-CoV haben eine Inkubationszeit von ungefähr 5 Tagen. Bei der Inkubationszeit handelt es sich um den Zeitraum zwischen der Infektion mit dem Erreger bis zum Auftreten erster Symptome. (6)

Die ersten Symptome sind oft Fieber, Schüttelfrost, Husten, Muskel- und Kopfschmerzen, jedoch kann es auch zu Durchfall, Übelkeit und Erbrechen kommen. MERS-CoV-Patient*innen zeigten besonders schwere Verläufe, 50-90 Prozent benötigten intensivmedizinische Betreuung. Zum Vergleich waren es bei SARS-CoV 20-30 Prozent. (22)

Vor allem das männliche Geschlecht, hohes Alter und Vorerkrankungen erhöhten das Risiko für einen schweren Verlauf, ein Phänomen, welches auch bei COVID-19 beobachtet werden kann. (22)

Die angeborene Immunantwort ist der erste Gegner, der sich Erregern gegenüberstellt, aber noch keine spezifische auf den Erreger zugeschnittene, sondern nur allgemeine Abwehr betreibt. Sowohl bei SARS-CoV als auch bei MERS-CoV ließ sich eine Fehlregulation dieser Immunantwort erkennen, die zu einer überschießenden Immunreaktion führte. Dies klingt im ersten Moment gut, ist für den Körper aber fatal. Nicht nur erkrankte Zellen, auch gesunde Zellen werden zerstört und das System erheblich geschädigt. So erkannte man, dass die Virenlast bei intensivpflichtigen Patient*innen oft ab-, die Schwere der Erkrankung aber zunahm. Wie stark diese Überreaktion ausfällt, hat einen erheblichen Einfluss auf den Krankheitsverlauf. (22) Bei Personen, die an SARS-CoV und MERS-CoV verstorben waren, wurde festgestellt, dass diese Überreaktion außer Kontrolle geraten war und das Immunsystem nicht in die sogenannte spezifische Immunantwort, die auch die Antikörper beinhaltet, übergegangen war. (22) Das ist insofern relevant, als dass es auch bei SARS-CoV-2-Infizierten immer wieder vorkommt.

3.5.5 Therapie

So wie zu Beginn der COVID-19-Pandemie war auch hier das große Problem, dass keine wirksamen Medikamente und Therapien vorlagen. Symptomatische Therapie sowie Antibiotika- und Sauerstoffgabe waren vor allem bei schweren MERS-Verläufen Mittel der Wahl. Zusätzlich verabreichte man das Virostatikum Ribavirin, ein Medikament, welches die Vermehrung des Virus hemmen soll. Die Antibiotika dienen nicht der Virusbekämpfung, sondern sollen einer möglichen Co-Infektion mit Bakterien vorbeugen oder diese in Schach halten. Viele weitere Optionen wurden versucht, jedoch lieferten sie keine befriedigenden Resultate. Diese beiden Ausbrüche lassen sich als Vorboten für die COVID-19-Pandemie interpretieren. Das Paper aus dem Jahr 2016, dem diese Fakten entstammen, weist ausdrücklich auf die hohe Wahrscheinlichkeit des Hervorgehens eines neuen, möglicherweise pandemisch verlaufenden Erregers aus dieser Familie hin und hebt die Notwendigkeit der Etablierung von Eindämmungs- und Behandlungsstrategien hervor. (22)

3.5.6 Warum ist das Verständnis dieser beiden Viren so wichtig?

Wenn man die anderen Viren einer Virengattung kennt und versteht, so lassen manche Eigenschaften auf das aktuelle Virus rückschließen und dieses lässt sich dadurch besser und leichter verstehen. Ein weiterer, sehr wichtiger Punkt ist, dass das Wissen um die Therapie bei SARS-CoV und MERS-CoV aber auch um deren Übertragungswege, der Medizin und Wissenschaft Anhaltspunkte über mögliche Therapieoptionen und auch Verbreitungsmuster von SARS-CoV-2 Aufschluss geben konnte.

3.6 SARS-CoV-2

3.6.1 Woher kommt SARS-CoV-2?

Am Anfang stand eine Fledermaus. Bis dato ist sie der wahrscheinlichste Primärwirt von SARS-CoV-2, aber auch andere Tiere wie Schuppentiere, Nerze und Katzen wurden zwischenzeitlich in den Generalverdacht gestellt als Zwischenwirte zu wirken. (20)

Unter Zoonose versteht man die Übertragung einer Infektion von einem Wirbeltier auf dem Menschen auf natürlichem Wege. (24)

Ein Kriterium, welches zoonotische Erreger erfüllen, ist die Ansteckung des Menschen durch Kontakt mit infizierten Tieren, Lebensmitteln oder über Vektoren. Bei Vektoren handelt es sich um Lebewesen, die zwischen zwei potenziellen Wirten vermitteln, ohne selbst zu erkranken. Bekannte Beispiele für Vektoren wären Zecken, Mücken und Flöhe. (24)

Der SARS-CoV-2-Ausbruch ist höchstwahrscheinlich auf eine zoonotische Übertragung von Fledermäusen auf Menschen zurückzuführen. SARS-CoV-2 selbst ließ sich jedoch lange nicht in Subgruppen isolieren, sondern wurde lediglich in wenigen Abstrichen des Fischmarktes in Wuhan, Provinz Hubei, China gefunden. Es wurden auch seit den Übertragungen auf die Individuen der Fischmärkte keine direkten Tier-Mensch-Übertragungen mehr festgestellt und SARS-CoV-2 exklusiv von Mensch zu Mensch übertragen, weshalb davon auszugehen ist, dass keine tierische Population vorliegt, die für die konstante fortlaufende Infektion weiterer Individuen verantwortlich ist. Daher ist laut Haider et. al. eine andere Definition passender. (24)

Laut ihrer Recherche wäre die Bezeichnung „EID – emerging-infectious-disease of animal origin“ passender. Zu Deutsch steht dies für Erreger, die in einer Spezies neu aufgetreten sind oder in dieser bereits existieren aber nun plötzlich stark gehäuft auftreten, beziehungsweise sich weiter ausdehnen. (24) Ein großes Problem, welches sich in diesen Emerging-infectious-diseases widerspiegelt, ist das Vordringen des Menschen in Lebensräume anderer Spezies.

Gemeinsamkeiten, die die EIDs der vergangenen Jahrzehnte teilen, sind: hohe Sterblichkeit, plötzliches Auftreten und explosionsartige Verbreitung und allen voran schwerwiegende Eingriffe in das soziale und zwischenmenschliche Leben.

3.6.2 Eine Stadt in China

Es begann alles im Dezember 2019 auf einem Fischmarkt in der Stadt Wuhan, Provinz Hubei, China. Mehrere Menschen, die zuvor diesen Markt besucht hatten, klagten über trockenen Husten, Atemprobleme, Fieber sowie Übelkeit und Erbrechen. Fünf Personen wurden hospitalisiert, eine davon starb kurz nach der Einlieferung. Die lokalen Behörden wurden am 31. Dezember 2019 auf den Ausbruch aufmerksam. Man befürchtete einen endemischen Ausbruch von SARS-CoV, welches zuvor in 2003 viele chinesische Staatsbürger*innen das Leben gekostet hatte. Bereits am 1. Jänner 2020 schloss man den Fischmarkt, was sich im Nachhinein jedoch als zu spät herausstellen sollte. (25)

In Laboruntersuchungen stellte sich schnell heraus, dass man es hier nicht wie erwartet mit SARS-CoV, sondern einem neuen Virus zu tun hatte, welches daraufhin den Namen nCoV-19, kurz für „neues Coronavirus 2019 erhielt. (26)

Am 11. Februar 2020, als sich herausstellte, dass das Virus sehr hohe Ähnlichkeit zu SARS-CoV aufwies, wurde dieses in SARS-CoV-2 umbenannt. (19)

Zu Beginn einigte die WHO sich darauf, die Situation lokal zu beobachten und Wuhan abzuriegeln. Am 23. Jänner wurde die Stadt daraufhin unter Quarantäne gestellt.

Bewohner*innen durften ihre Wohnungen nur jeden zweiten Tag für 30 Minuten zur Beschaffung von Einkäufen verlassen, Feierlichkeiten und Veranstaltungen wurden ausgesetzt, Universitäten und Schulen bis auf Weiteres geschlossen. Die gesamte Provinz Hubei geht ebenfalls in den Lockdown. Diese Maßnahmen waren per se richtig, das Virus hatte sich jedoch bereits über die Grenzen der Provinz hinaus verbreitet. (27)

In den nächsten Wochen breitete sich das Virus im asiatischen Raum weiter aus. Weitere chinesische Provinzen verzeichneten vermehrte Fälle, Japan und Thailand folgten kurz darauf mit dem jeweils ersten Fall. Rund um den Globus schlugen immer mehr Nationen Alarm. (26)

International wurde der Flugverkehr mit China massiv eingeschränkt, Kontrollen am Flughafen eingeführt und die Ausreise für chinesische Staatsbürger*innen erschwert. (27)

Die WHO sah sich aufgrund des massiven Anstiegs internationaler Infektionen und der rasanten Ausbreitung über die Grenzen des asiatischen Kontinents hinweg gedrungen, die Situation erneut zu evaluieren.

Am 30. Jänner 2020, wenige Wochen nach Auftreten der ersten Fälle, rief die WHO den Internationalen Gesundheitsnotstand aus. (1)

Am 9. Februar erreichte die Gesamtanzahl der Todesfälle 811, womit dieses neue Virus bereits innert kurzer Zeit die Gesamtanzahl an Todesfällen des SARS-CoV-Ausbruchs im Jahr 2003 überschritten hatte. Zu diesem Zeitpunkt waren weltweit mehr als 34.800 Personen infiziert. (1)

Am 25. Februar wurden in Österreich die ersten beiden Fälle erkannt. Zwei in Innsbruck lebende Italiener testeten positiv, sie hatten zuvor die lombardische Stadt Bergamo besucht. In den nächsten Wochen häuften sich die Fälle. (28)

Am 11. März 2021 erklärt die WHO den die Situation um den COVID-19-Ausbruch zur Pandemie. (1) Begründend ist die alarmierend schnelle Verbreitung und Schwere der Erkrankung. Abbildung 2 zeigt die Nationen mit aktiven Infektionen und deren Anzahl, Stand 11. März 2020. Österreich verzeichnet zu diesem Punkt 242 aktive Infektionen. (28)

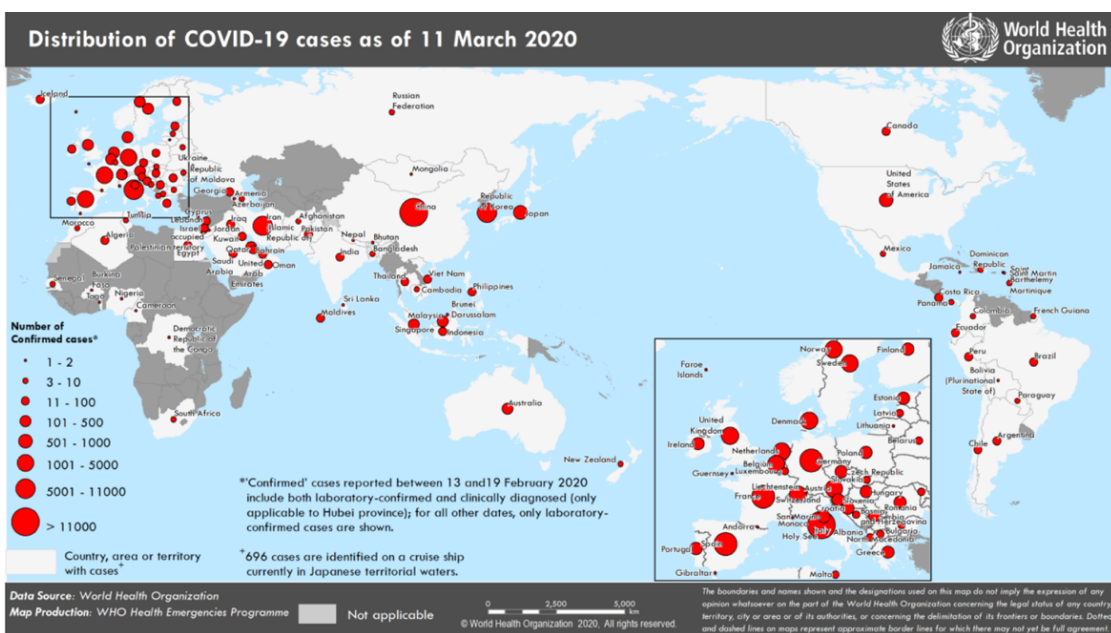


Abbildung 2: Covidfälle International Stand 11.03.2020

Quelle: WHO World Health-Organisation (2020), abgerufen am 07.03.2022 (11)

3.7 Aussehen

Auf den ersten Blick wirkt SARS-CoV-2 sehr unscheinbar, ein runder Ball mit kleinen Stacheln.

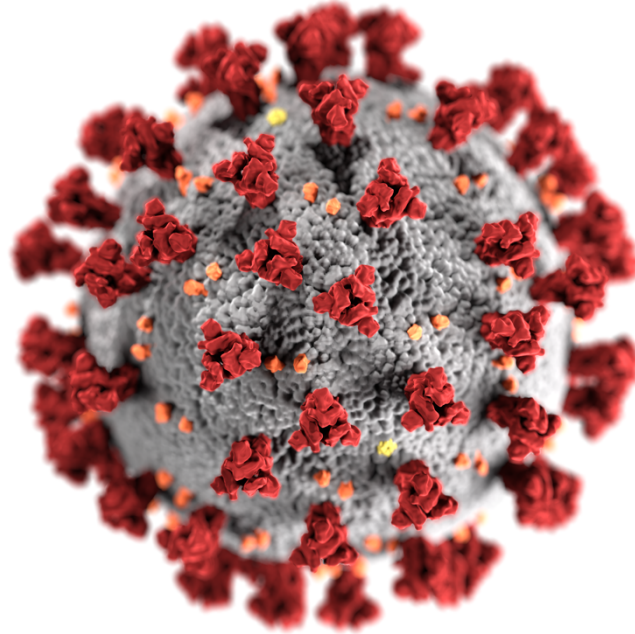


Abbildung 3: SARS-CoV-2

Quelle: Eckert (2020), abgerufen am 02.06.22 (29)

Betrachtet man es genauer, erkennt man einen Ball aus welchem kleine Noppen ragen. Mit bloßem Auge wird uns diese Erkenntnis jedoch nicht gelingen, ist SARS-CoV-2 doch gerade einmal 120 Nanometer groß. (17)

Der Ball stellt die Hülle des Virus dar, welche, wie auch die Hülle menschlicher Zellen, aus Eiweiß besteht. Diese nennt man Kapsid. Manche Viren haben zusätzlich zum Kapsid noch eine Lipidhülle, eine weitere Membran die aus Fettpartikeln besteht, so auch SARS-CoV-2. Öffnen wir diese Hülle finden wir im Inneren ein knäuelartiges Gebilde, die Erbinformation oder auch RNA, die Ribonukleinsäure.(17)

Aber heißt es nicht eigentlich DNA? In diesem Fall nicht. Der menschliche Körper nutzt die RNA als Postboten, das bedeutet, unsere DNA (Desoxyribonukleinsäure), die im Zellkern geschützt vorliegt, wird abgelesen und ein Teil kopiert, den wir zur Herstellung neuer Proteine brauchen. Der Mensch nutzt RNA lediglich als Informationsübermittler. (17)

RNA-Viren dagegen nutzen die RNA als ihre Erbinformation. Ein RNA-Virus hat in diesem Fall nicht wie eine menschliche Zelle zwei Stränge (DNA=Double-strand), die sich umeinanderwinden und die uns bekannte Doppelhelix-Form ausbilden, sondern nur einen Strang. (17)

Die kleinen Noppen, die sich Außen in der Hülle befinden, sind die sogenannten Spike-Proteine, die den Coronaviren nicht nur namensgebend sind, sondern auch das Interaktionswerkzeug des Virus mit seiner Umwelt sind. Sie werden benötigt, um an Wirtszellen anzudocken und diese zu infizieren. Der Erreger kann dabei auf verschiedenen Wegen in den Körper vordringen. (17)

3.8 COVID-19-Erkrankung

3.8.1 Übertragung

Angenommen man kommt mit einer Covid-positiven Person in Kontakt so gibt es folgende Wege, wie eine Ansteckung erfolgen könnte:

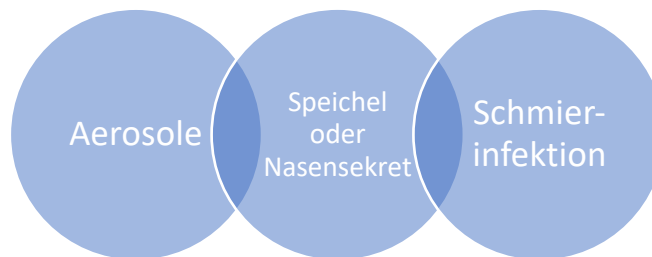


Abbildung 4: Übertragungswege

Quelle: Eigendarstellung

Primär erfolgt eine Übertragung durch Kontakt mit Speichel, Auswurf oder Nasensekret einer bereits infektiösen Person, sowie den längeren Aufenthalt im selben Raum oder in einem Raum, in dem sich zuvor eine infektiöse Person befunden hatte. (30) Grund dafür sind die Aerosole. Dabei handelt es sich um Viruspartikel, die sich in den oberen Atemwegen Infizierter befinden und beim Husten, Niesen oder Ausatmen in die Umgebungsluft gelangen. Dort bleiben diese als Schwebeteilchen vorhanden und können, wenn sie eingeatmet werden, anstecken. (31)

Auch Kontakt mit kontaminierten Oberflächen ist eine Möglichkeit, wenn sich die Person mit den Händen dann an Nase, Augen oder den Mund fasst. Sogar fäko-orale Übertragungen wurden festgestellt. Das bezeichnet man als Schmierinfektion. (21) Wichtige Faktoren in der Wahrscheinlichkeit einer Ansteckung stellen zum einen die Viruslast dar, also wie hoch die Konzentration der Viren ist, mit denen man in Kontakt kommt, zum anderen die Virulenz des Erregers. (6)

Virulenz: „Gesamtheit der Aggressivität und Intensität der krankmachenden Eigenschaften eines einzelnen Stammes eines Infektionserregers gegenüber einem bestimmten Wirt“ (6) Übersetzt bedeutet dies die Fähigkeit eines Erregers im Organismus den er befällt auch eine Erkrankung hervorzurufen. (6)

Diese Virulenz ist abhängig von den Virulenzfaktoren. Diese setzen sich zusammen aus der Invasivität, dem Haftvermögen an körpereigenen Zellen und der Vermehrungsfähigkeit im Gewebe. (6) Die Virulenz ist keine Konstante, sondern variiert, da sie im Zuge von Mutationen ab- oder zunehmen kann.

3.8.2 Infektion

SARS-CoV-2 hat nun den Körper betreten.

Nach Eindringen in den Körper über Mund- oder Nasenschleimhaut, kommt SARS-CoV-2 mit den Epithelzellen der Nase, Luftröhre und der Lunge in Kontakt.

Epithelzellen sind Zellen, die sämtliche Körperhöhlen und Öffnungen auskleiden und so häufig mit Krankheitserregern konfrontiert sind.

Diese Zellen weisen an ihrer Oberfläche den sogenannten Angiotensin-konvertierendes-Enzym-2-Rezeptor, kurz ACE2-Rezeptor auf, der dem Virus als Anker an der Epithelzelle dient. SARS-CoV-2 kann mit seinem Spike-Protein an diesem Rezeptor binden, wodurch das Spike-Protein seine Form verändert und es dem Virus ermöglicht, seine Membran mit der der Wirtszelle zu verschmelzen. Diesen Prozess nennt man Endozytose. Dabei wird das Virus von der Membran der Wirtszelle umhüllt und in diese „aufgenommen“, virale RNA wird frei. Diese stellt den Bauplan für die Bausteine eines Virus dar. Menschliche Zellen aber auch tierische können anhand dieses Bauplans die Bausteine, aus denen ein Virus besteht, vervielfältigen. Das Virus selbst ist dazu nicht befähigt, weshalb es auf eine Wirtszelle angewiesen ist. (30)

Das Ziel der viralen RNA ist das endoplasmatische Retikulum der Zelle. Dieses ist in menschlichen Zellen für das Ablesen der Baupläne und produzieren neuer Proteine, der Hauptbestandteile des Lebens, zuständig. Man kann es als eine Fabrik verstehen, die Teile für neue Zellen produziert. (32) Auf diesem Wege entstehen stündlich tausende neue Viren, die die Wirtszelle verlassen und sich auf die Suche nach einer neuen, zu infizierenden Zelle machen. Mit der Zeit kann die Wirtszelle mit der massiv gesteigerten Produktion nicht mehr mithalten, weshalb es zum Tod der infizierten Zelle kommt. Dieser Ablauf wiederholt sich tausendfach in den Zellen des respiratorischen Trakts und anderen Organen. (30)

3.8.3 Verlauf

Die starke Vermehrung und der rapide Untergang zahlreicher Zellen geht nicht spurlos an unserem Körper vorbei. Die Epithelzellen bilden eine Barriere, einen Zellwall gegenüber Eindringlingen, der durch deren Zerfall zunehmend Lücken aufweist. Dies gibt dem Virus die Chance, tiefer ins respiratorische Gewebe vorzudringen und dort zunehmend Schaden anzurichten. Dies bemerkt die infizierte Person jedoch zu Beginn nicht, da sie sich in der Inkubationszeit befindet. In dieser Zeit kommt es zur Infektion gesunder Zellen und Vermehrung in diesen ohne das Auftreten von Symptomen. (6)

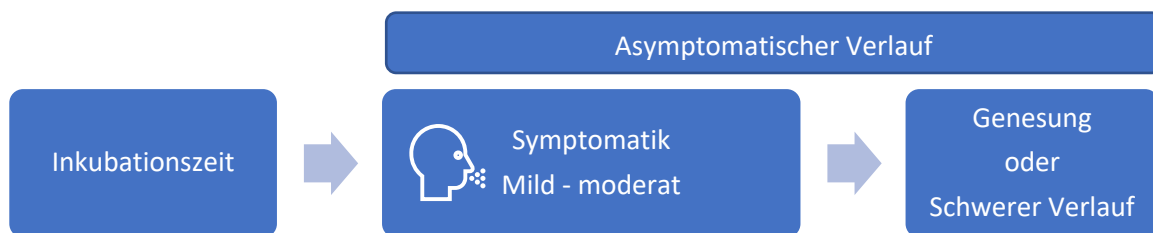


Abbildung 5: COVID-19-Verlauf grafisch dargestellt

Quelle: Eigendarstellung

Diese dauert im Falle von SARS-CoV-2 meist 6 Tage bis zum Auftreten erster Symptome, maximal liegt sie bei 11,5 Tagen. (33)

Danach unterscheiden die Verläufe sich. Ein sehr großer Anteil wies einen milden oder sogar asymptomatischen Verlauf auf, jedoch einige Prozent einen schweren Verlauf. Ein signifikanter Teil der Menschen mit schwerem Verlauf verstarb, siehe Kapitel „Outcome“. Die Phase zwischen Beginn der Symptome bis zum Versterben der Patient*innen dauerte zwischen 6 und 41 Tage mit einem Durchschnitt von 14 Tagen. Diese Zeitspanne steht im Zusammenhang zum jeweiligen Alter und der Fähigkeit des Immunsystems, die Infektion abzufedern. (33)

3.8.4 Diagnostik

Die Diagnostik ist nicht nur essenziell für die Bestätigung, dass eine Infektion vorliegt, sondern kann auch eine Prognose über den Verlauf der Infektion geben.

Um eine Infektion festzustellen, stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

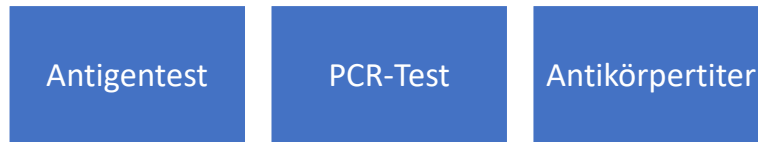


Abbildung 6: Diagnostik

Quelle: Eigendarstellung

Dazu müssen kurz die Begriffe Antigen und Antikörper erklärt werden.

3.8.4.1 Antigen vs. Antikörper

Antigene sind Strukturen auf der Oberfläche eines Virus, an die ein Antikörper binden kann.

(6) Antikörper werden von unseren B-Zellen des Immunsystems gebildet, um spezifische Erreger unschädlich zu machen und stellen die sogenannte „humorale Immunabwehr“ dar. Die T-Zell-Antwort kann nur in aufwändigen Tests gemessen werden. (3)

3.8.4.2 Antigen-Testung

Bei einem Antigentest wird ein Nasen-oder Rachenabstrich gemacht oder selbst durchgeführt, in eine Pufferlösung gegeben und diese auf den Test aufgetragen. Die Flüssigkeit wandert dann durch den Teststreifen, welcher zwei Banden aufweist. Der hintere der beiden reagiert prinzipiell auf die Pufferlösung, weshalb dieser immer angezeigt wird. (34)

Die vordere Bande jedoch reagiert mit den Eiweißbestandteilen des Virus, den Antigenen, und verfärbt sich daher nur, wenn das Virus im Abstrich vorlag. Je nach Art des Abstrichs und Durchführung kann es jedoch passieren, dass das Antigen am Ort des Abstrichs nicht vorliegt beziehungsweise die Konzentration zu gering ist und der Test so „falsch negativ“ ausfällt. Vor allem bei geimpften und genesenen Personen wurde dies beobachtet. (34)

3.8.4.3 PCR-Test

Den Goldstandard für den Nachweis stellt der PCR-Test dar. Hierbei wird der Abstrich wie beim Antigen-Test durchgeführt, meist an der Rachenrückwand, und an ein Labor versendet. PCR steht für Polymerase-chain-reaction, übersetzt Polymerase-Kettenreaktion. (35)

Die Polymerase ist in menschlichen Zellen zur Vervielfältigung der DNA gedacht. Man sucht bei diesem Test nicht nach dem Antigen, sondern der viralen RNA selbst, was ihn deutlich zuverlässiger macht. Diese RNA wird vervielfältigt, und mit Fluoreszenz markiert, um sie messbar zu machen oder aufzuzeigen, ob sie vorhanden ist. Dieser Zyklus des Vervielfältigens wird mehrfach wiederholt, weshalb der Erreger, falls im Abstrich vorhanden, mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit nachgewiesen werden kann. (36)

Infektionsschutz.de hat die Abnahme des Abstriches und den grundlegenden Ablauf des PCR-Tests bildlich zusammengefasst.

3.8.4.4 CT-Wert

Als Maß für die Infektiosität wird vom CT-Wert gesprochen. Dabei handelt es sich um den Cyclethreshold-Wert. Ein PCR-Test besteht aus mehreren Zyklen, die hintereinander ablaufen. Der Zyklus, ab dem zum ersten Mal ein Messsignal für den Erreger vorliegt, gibt den CT-Wert an. (37) Je höher dieser Wert ist, desto weniger Virus-RNA liegt vor. (37)

Personen ab einem CT-Wert von 30 gelten als nicht mehr ansteckend. (38) Das bedeutet, es mussten 30 Zyklen durchlaufen werden, um SARS-CoV-2 nachzuweisen, es ist also wesentlich weniger virales Material vorhanden als bei einer Person mit einem CT-Wert von 12, wo dieser Vorgang nur 12 Mal wiederholt werden musste, um das Virus zu finden.

Sowohl Antigentests als auch PCR-Tests haben eines gemeinsam: sie suchen nach Anteilen des Virus. Im Kontrast dazu steht der „Antikörper-Test“, eine Untersuchung des Blutserums, die die Spuren, die SARS-CoV-2 im Immunsystem hinterlässt, nachweisen soll.

Bei diesen Spuren handelt es sich um Antikörper, spezifische Anteile unserer Immunabwehr, die auf den jeweiligen Erreger zugeschnitten sind und diesen neutralisieren, also unschädlich machen können. Diese entstehen sowohl bei einer Infektion als auch bei einer Impfung. Genauerer zu ihrer Entstehung im Kapitel „Impfung“. (6)

Diese können mittels Blutabnahme und Laborauswertung festgestellt werden. Bis dato kann man aber keine genaue Aussage über das Ausmaß des Schutzes anhand der Antikörperanzahl geben. Die CDC, das amerikanische Center of Disease Control, hat jedoch festgestellt, dass Antikörpertiter, so die Fachbezeichnung für den Antikörperwert, in geimpften Personen stabiler und gleichmäßiger sind. (39)

3.9 Symptome

Bei erstem Auftreten der Symptome sind diese meist mit einer Erkältung gleichzusetzen. Symptome beinhalten Schnupfen, Nebenhöhlenentzündungen, generelles Schwächegefühl und auch trockener Husten und Kurzatmigkeit aber auch Halsschmerzen, Kopfschmerzen und Entzündungen des Kehlkopfes. Im Verlauf kommt häufig leicht erhöhte Temperatur bis Fieber hinzu. Gastrointestinale Symptome wie Durchfall und Erbrechen wurden ebenfalls häufiger registriert. (3)

Ein Symptom, welches sehr häufig auftrat und oft mit COVID-19 assoziiert wurde, ist die sogenannte Anosmie, der Verlust des Geruchssinns, welche sich vor allem zu Beginn der Pandemie als ein häufiges Symptom einer Infektion darstellte, mittlerweile aber mit den neuen Varianten seltener wird. (40)

Die Nasenschleimhaut ist ein Ort, an dem sich SARS-CoV-2 sehr gerne aufhält. Hierbei gelangt SARS-CoV-2 über die Nasenschleimhaut ins Innere des Körpers und stößt dabei auf den Riechnerv. Ob SARS-CoV-2 die Zellen des Nervus olfactorius, der Riechnerv, dem wir unseren Geruchssinn verdanken, oder die Stützzellen die den Nerv umgeben befällt, ist noch nicht ganz klar. (40)



Abbildung 7: Häufigste Symptome einer COVID-19-Erkrankung

Quelle: Eigendarstellung

Grund für die Annahme sind die ACE2-Rezeptoren, welche von Stützzellen aber nicht vom Nerv selbst exprimiert werden und vom Virus als Bindungsstelle genutzt werden. (41)

Die Stützzellen schwellen im Zuge der Infektion an und engen den Nerv ein, weshalb dieser seiner Funktion nicht mehr nachkommen kann. (37)

Erkältungscoronaviren führen ebenfalls häufig zur Verminderung des Geruchssinns, ein Teil dieses Sinnes bleibt jedoch erhalten. Im Rahmen von SARS-CoV-2-Infektionen kommt es häufig zum plötzlichen und totalen Ausfall des Geruchssinns, meist auch des Geschmackssinns. (37)

Dies tritt laut einer Studie von Klopstein et al. meist vier Tage nach Infektion auf und stellt häufig das erste Symptom dar. Betroffene beschreiben die Anosmie als sehr quälend. Einzig Aceton kann noch wahrgenommen werden, weil dieser Geruch nicht über den Riechnerv, sondern über den Nervus trigeminus wahrgenommen wird. (40)

Bei 98 Prozent der Betroffenen erholt sich der Riechnerv innerhalb von 28 Tagen wieder. (40) Die Parosmie, das falsche Wahrnehmen von Gerüchen, wird ebenfalls beobachtet. Dabei werden Gerüche in der Regel als unangenehm wahrgenommen, so kann beispielsweise eine Orange nach faulem Ei riechen, ohne verdorben zu sein. (42)

3.10 Komplikationen

Neben diesen mildereren Symptomen, treten gehäuft schwere Verläufe auf.

3.10.1 Risikofaktoren

Im Zuge der Behandlung und im Verlaufe der Pandemie haben sich Risikofaktoren herauskristallisiert, die einen schweren Verlauf prognostizieren können, darunter Alter, starkes Übergewicht, kardiovaskuläre Erkrankungen, Nierenvorerkrankungen, COPD (chronisch-obstruktive Lungenerkrankung), Diabetes mellitus und Bluthochdruck. (43)

3.10.2 Respiratorische Komplikationen

Ein Indiz für einen schweren Verlauf ist die „silent hypoxia“, die stille Hypoxie bei der das Blut zu gering mit Sauerstoff angereicht wird. Die Patient*innen zeigen gehäuft keine subjektiv empfundene Atemnot, lediglich eine Steigerung der Atemfrequenz obwohl die Sauerstoffsättigung im Blut, die im Normalfall zwischen 94 und 99 % liegt, bereits auf unter 94 % gefallen ist. Patient*innen unterschätzen daher häufig die Schwere ihrer Erkrankung und suchen das Krankenhaus erst im kritischen Zustand auf. (44)

Ursächlich ist eine schwere virale Lungenentzündung, welche dazu führt, dass die Alveolen, die kleinen Lungenbläschen, die wie Weintrauben um die Bronchien angeordnet sind und für die Anreicherung des Blutes mit Sauerstoff zuständig sind, ihrer Funktion nicht mehr nachkommen können. Grund dafür sind sogenannte „hyaline Membranen“ die sich in den Lungenbläschen ausbilden. Man kann sich diese als zähe Strukturen vorstellen, wie Spinnweben, die diese ansonsten mit Luft gefüllten kleinen Hohlräume auskleiden. (43)

ARDS (acute respiratory distress syndrom – akutes respiratorisches Syndrom) ist der Fachterminus für das akute Lungenversagen. Hauptcharakteristika sind diffuse Alveolarschädigung und Ateminsuffizienz. Die Atemleistung der Lunge nimmt mit jeder betroffenen Alveole ab, die Sauerstoffsättigung im Blut sinkt. Dies hat nicht nur für die Lunge selbst, sondern auch für andere Organe Konsequenzen. (45)

Zellen brauchen Sauerstoff um zu überleben. Bekommen sie davon zu wenig, wird dies eine kurze Zeit lang toleriert, danach sterben sie ab. In einigen Organen wird die Zelle nach ihrem Absterben nicht durch ihresgleichen ersetzt, sondern durch Bindegewebe, welches nur als Platzhalter fungiert und die Funktion der Vorgängerzelle nicht erfüllt. Dadurch sinkt die Leistungsfähigkeit des jeweiligen Organs, die intakten Zellen müssen kompensieren, ermüden ebenfalls und gehen mit der Zeit zu Grunde, eine gefährliche Situation, die bis zum

Versagen des Organs führen kann. Passiert dies in mehreren Organen gleichzeitig kommt es zur Entgleisung des Systems, Grundfunktionen der jeweiligen Organe können nicht mehr aufrechterhalten werden, Patient*innen erreichen das Multiorganversagen.

3.10.3 Komplikationen in anderen Organen

Nicht nur die Lunge selbst, auch andere Organe sind von einer SARS-CoV-2-Infektion betroffen.

Die Nieren sind bei schweren Verläufen mitbeteiligt und können so schwer geschädigt werden, dass es zum akuten Nierenversagen kommt. Grund dafür ist die starke Ausprägung von ACE2-Rezeptoren, die eine Angriffsstelle für das Virus bieten, aber auch die akute Rechtsherzbelastung durch die Lungenproblematik machen der Niere zu schaffen. (46)

Das Herz bleibt ebenfalls nicht verschont.

Häufig kommt es zur Herzmuskelentzündung, Herzrhythmusstörungen und in schweren Fällen und bei starker Schädigung des Herzmuskels zum plötzlichen Herztod. (47)

Eine weitere häufige Erscheinung einer schweren Covid-Infektion ist die disseminierte intravasale Koagulopathie. Hinter diesem langen Fachbegriff versteckt sich das Problem, dass es durch Beteiligung der Gefäßwände im ganzen Körper dazu kommen kann, dass die Blutgerinnung im Gefäß aktiviert wird und sich im Gefäß Ablagerungen bilden, sogenannte Thromben. Lösen sich diese, wandern sie in den Gefäßen weiter, man spricht umgangssprachlich vom Blutgerinnsel, der Thrombembolie. Dieses Gerinnsel bewegt sich durch den Körper. Kann es aufgrund seiner Größe ein Gefäß nicht mehr passieren, bleibt es stecken und verlegt dieses. Das Blutgerinnsel lässt Blut nicht mehr vorbeifließen und im darauffolgenden Areal kommt es zur Unterversorgung der Zellen mit Sauerstoff. Diese venösen Thrombembolien kommen bei 35 % der schweren COVID-19-Fälle vor. (46)

Das Gehirn, welches sehr feine Gefäßstrukturen aufweist, ist hiervon besonders häufig betroffen. Je nach Areal sind verschiedenste Ausfälle zu beobachten, vom Verlust der Fähigkeit zu Sprechen bis zu Lähmungserscheinungen. (46)

Kommt ein solcher Thrombus in der Lunge zu liegen, spricht man von einer Lungenembolie, umgangssprachlich als Lungeninfarkt bezeichnet. Vor allem bei schweren Verläufen treten diese gehäuft auf und können zu einer plötzlichen Verschlechterung der Sauerstoffsättigung oder sogar zum Tod führen. (46)

3.10.4 Zytokinsturm

Der Zytokinsturm ist eine massive Fehlregulation des Immunsystems. Zytokine sind die Botenstoffe unseres Immunsystems, welche die verschiedenen Immunzellen aktivieren und in Kampfbereitschaft versetzen können. Diese Aufgabe ist essenziell für den Ablauf der Immunantwort, jedoch fatal, wenn sie fehlreguliert abläuft. Je stärker ein Immunsystem ist, desto mehr Schaden kann es dem zu bekämpfenden Erreger zufügen, aber auch dem Körper selbst. So kann eine massive Ausschüttung von Zytokinen durch die Überaktivierung der Immunzellen für eine systemische Entzündung sorgen und Organe schädigen. (48)

Bei COVID-19 kommt es bei Überreaktion des Immunsystems gehäuft zum Auftreten eines ARDS, welches im Punkt „Komplikationen“ bereits genauer beschrieben ist. Wird dieser Überreaktion nicht Einhalt geboten, kann diese bis zur Lungenfibrose führen. Dies ist eine sehr schwere Lungenerkrankung, die zur Abnahme von funktionellem Lungengewebe führt, wodurch die Lungenfunktion stark abnimmt. Im schlimmsten Falle kommt es zum Lungenversagen, weil nicht mehr genug arbeitendes Gewebe vorhanden ist. (49)

3.11 Therapie

Einem leichten COVID-19-Verlauf ist wie einer Erkältung rein symptomatisch beizukommen. Ruhe, warme Getränke und Schmerzmedikation sind die Mittel der Wahl.

Für schwere Verläufe reicht dieses Vorgehen nicht aus.

Das größte Problem, welches bei COVID-Infektionen auftritt, ist die Beeinträchtigung der Atmung.

Häufig weisen Betroffene bereits bei Eintreffen im Klinikum eine verringerte Sauerstoffsättigung im Blut auf und benötigen externe Sauerstoffzufuhr. Hier eignen sich Sauerstoffmasken oder Nasenbrillen. Über diese werden je nach Bedarf bis zu 15l/min gegeben, um Patient*innen ausreichende Sauerstoffversorgung zu gewährleisten. (46)

3.11.1 Bauchlagerung

Laut der PROSEVA-Studie, die sich intensiv mit Patient*innen mit ARDS (siehe Kapitel: Komplikationen) auseinandersetzt, ist die Bauchlagerung bei mittel- bis schwergradigem ARDS empfohlen. (50)

Bei schweren COVID-19-Verläufen stellte sich jedoch heraus, dass Patient*innen massiv von einer frühzeitigen Bauchlagerung von bis zu 48 Stunden profitierten die Anreicherung von Blut mit Sauerstoff in der Lunge deutlich verbessert werden konnte. Eine Theorie, die Wiesner et al im Paper aufstellt ist die Vermutung, dass die Lunge dadurch gleichmäßiger durchblutet wird. (46) Patient*innen mit mildereren Verläufen, die nicht intubationspflichtig sind, empfanden die Bauchlagerung ebenfalls als angenehmer, da Sekrete besser abfließen können und die gesamte Lunge den Sauerstoff besser aufnehmen kann. (51)

3.11.2 Noninvasive Beatmung (NIV)

Reicht die Sauerstoffmaske allein nicht aus um die Sättigung zu verbessern oder verschlechtert sich die Lungenleistung, gilt als nächste Möglichkeit die noninvasive Beatmung. Noninvasiv bedeutet, dass kein Beatmungsschlauch eingeführt werden muss, sondern eine spezielle Maske angebracht wird, die abdichtet und nicht nur Sauerstoff bereitstellt, sondern auch den nötigen Druck aufbaut, um Patient*innen bei der Atmung zu unterstützen. Diese wird nach Positionierung um den Kopf fixiert. Ein großer Vorteil ist, das Patient*innen nicht sediert werden müssen und ein Austausch mit der Umgebung möglich bleibt. (52)

Es gibt zwei Voraussetzungen für eine noninvasive Beatmung: Patient*innen verfügen über einen eigenen Atemantrieb und sind bei Bewusstsein. (52)

Nach Anlage sind vor allem die ersten Stunden entscheidend um einschätzen zu können, ob der Effekt dieser Maßnahme ausreichend ist, oder die Atmung unzureichend bleibt. Patient*innen mit kardialen Komplikationen, eingetrübtem Bewusstsein und Multiorganversagen sowie instabile Patient*innen sind nur bedingt für eine noninvasive Beatmung geeignet. (52)

3.11.2.1 CPAP (continuous positive airway pressure)

Die CPAP, continuous positive airway-pressure-Beatmung, ist eine besondere Form der noninvasiven Beatmung. Sie hält am Ende der Atmung einen positiven Druck aufrecht, um die Lungenbläschen vor dem Zusammenfallen zu schützen. Atemfrequenz und das Atemzugsvolumen (Menge an Luft, die pro Atemzug bewegt wird) hängen weiterhin vom Patient*innen ab. (53)

Sollte kein positiver Effekt eintreten oder die Lungenleistung weiter abnehmen, muss die nächste Stufe erwogen werden. (53)

3.11.3 Intubation

Die nächste Stufe ist die Intubation (künstliche Beatmung).

Für das durchführende Personal stellt die Intubation ein hohes Ansteckungsrisiko dar. Durch das Arbeiten direkt am Atemweg kommt es zur Aerosolbildung, SARS-CoV-2-Viren geraten in die Atemluft und können zur Infektion führen. Daher ist ausreichend Schutzausrüstung (PPE, + personal-protection-equipment) notwendig. (54)

Werden Patient*innen zunehmend ateminsuffizient, das bedeutet, ihre Atmung ist nicht mehr ausreichend um den Körper zu versorgen, ist frühzeitig an eine Intubation zu denken.

3.11.3.1 Ablauf einer Intubation

Es wird ein Tubus, ein Plastikschauch, verwendet und über den Kehlkopf in die Luftröhre eingeführt. Dazu werden Patient*innen in einen künstlichen Tiefschlaf, vergleichbar mit einer Narkose, versetzt, da sie sonst den Tubus nicht tolerieren würden. Dieser wird dann unter Sicht vorgeschoben, bis er die Stimmritzen passiert und in der Luftröhre zu liegen kommt. Die Lage des Tubus wird kontrolliert und die Beatmungsmaschine angeschlossen, welche von nun an die Atmung für den Patient*innen vollständig übernimmt. (55)

Bei Covid-Patient*innen entspricht der Ablauf einer normalen Intubation mit einer kleinen Abweichung.

Normalerweise wird vor Intubationsversuch für einige Minuten „präoxygeniert“, das bedeutet, Patient*innen werden mit einem Beatmungsbeutel und einer daran angebrachten Maske beatmet, damit so viel Sauerstoff wie möglich im Körper angereichert wird, damit die Zeit des Einführens des Tubus, in der keine Beatmung möglich ist, überbrückt werden kann. Vor allem bei Covid-Patient*innen muss häufig eine sogenannte Crush-Intubation durchgeführt werden. (56)

Im Falle von Covid-Patient*innen führt dies jedoch zu einer vermehrten Freisetzung des Virus, weshalb diese Phase verkürzt oder darauf verzichtet werden sollte. (56)

3.11.4 ECMO – extracorporale Membranoxygenierung

ECMO steht für extrakorporale Membranoxygenierung. Extrakorporal bedeutet „außerhalb des Körpers“, Membranoxygenierung bedeutet, dass die Maschine über eine Membran verfügt, die das Blut der Patient*innen von der Maschine abgrenzt. Über diese Membran wird das Blut mit Sauerstoff angereicht und CO₂ abgeführt, welches in hohen Konzentrationen zur Verschiebung des Blut-pH-Werts führt und dem Körper so massiven Schaden zufügen kann. Eine ECMO wird nicht leichtfertig eingesetzt, da nur eine begrenzte Anzahl an Geräten in spezialisierten Zentren dafür zur Verfügung stehen. Außerdem ist eine ECMO ob der Komplexität sehr personalintensiv und mit Komplikationen verbunden. Zum Einsatz kommt sie daher nur bei Patient*innen mit schwerwiegend eingeschränkter Lungenleistung aber ansonsten guter Prognose (Chance auf Heilung). Die ECMO kann die vollständige Atemfunktion oder auch Teile übernehmen. (57)

Ist die Lunge aufgrund schwerer Schädigung nicht mehr in der Lage trotz Intubation und Sauerstoffgabe ihrer Funktion nachzukommen, kann die Anreicherung von Sauerstoff direkt über das Blut vorgenommen werden.

Dazu werden eine oder zwei Kanülen benötigt, große Gefäßzugänge, mit denen das Blut aus dem Körper Richtung ECMO und wieder zurückgebracht werden kann. Bei zwei Kanülen spricht man je nach Lage der Kanülen von der VV ECMO, wenn über eine Vene abgeleitet und über eine andere Vene rückgebracht wird, oder von der VA-ECMO, wenn über die Vene abgeleitet und über eine Arterie rückgebracht wird. Die VV-ECMO ersetzt rein die Lungenleistung, die VA-ECMO kann auch die Herzfunktion ersetzen. Die ECMO reichert das Blut außerhalb des Körpers mit Sauerstoff an, entfernt einen Anteil des Kohlenstoffdioxid, wärmt das Blut an es und gibt es anschließend über eine weitere Kanüle wieder ins System zurück. (57)

Hier sprechen wir von fortgeschrittener intensivmedizinischer Betreuung. Den Lungen der Patient*innen kann so eine reale Chance auf Erholung geboten werden, die Behandlung ist jedoch aufwändig, kostenintensiv und mit einer Vielzahl an möglichen Komplikationen, die Infektion nur als eine zu nennen, verbunden.

3.11.5 Hämodialyse

Kommt es zum Nierenversagen stauen sich die Substanzen, die normalerweise über jene ausgeschieden würden, zurück und verbleiben im Körper.

Dem wird mittels einer Hämodialyse Einhalt geboten. Am besten kann man sich die Hämodialyse wie eine Waschmaschine für den Körper vorstellen. Blut wird über Kanülen aus dem Körper zur Dialysemaschine geleitet, dort befindet sich eine semipermeable Membran. Diese trennt die Dialyseflüssigkeit vom Blut des Patient*innen/der Patientin. Über Konzentrationsgradienten werden die harnpflichtigen Substanzen filtriert und über eine andere weiter Richtung Körpermitte gelegene Kanüle wieder in den Körper eingebracht. Während dieser Prozedur müssen sowohl die Dialysemaschine als auch die Blutwerte der Patient*innen konstant überwacht werden. Patient*innen sind während dieses Verfahrens hämodynamisch zu monitorisieren, das bedeutet, der Blutdruck und Puls werden beobachtet, um etwaige Probleme sofort zu erkennen und gegensteuern zu können. (58)

Anhand der verwendeten Methoden lässt sich ableiten, dass es sich hier um schwerstkranke Patient*innen handelt, die dem intensivmedizinischen Personal viel abverlangen. Sie müssen nach bestimmten Zeiträumen gedreht werden, damit keine Druckstellen entstehen und weil dieses Wenden die Lungenbelüftung verbessert.

3.12 Outcome

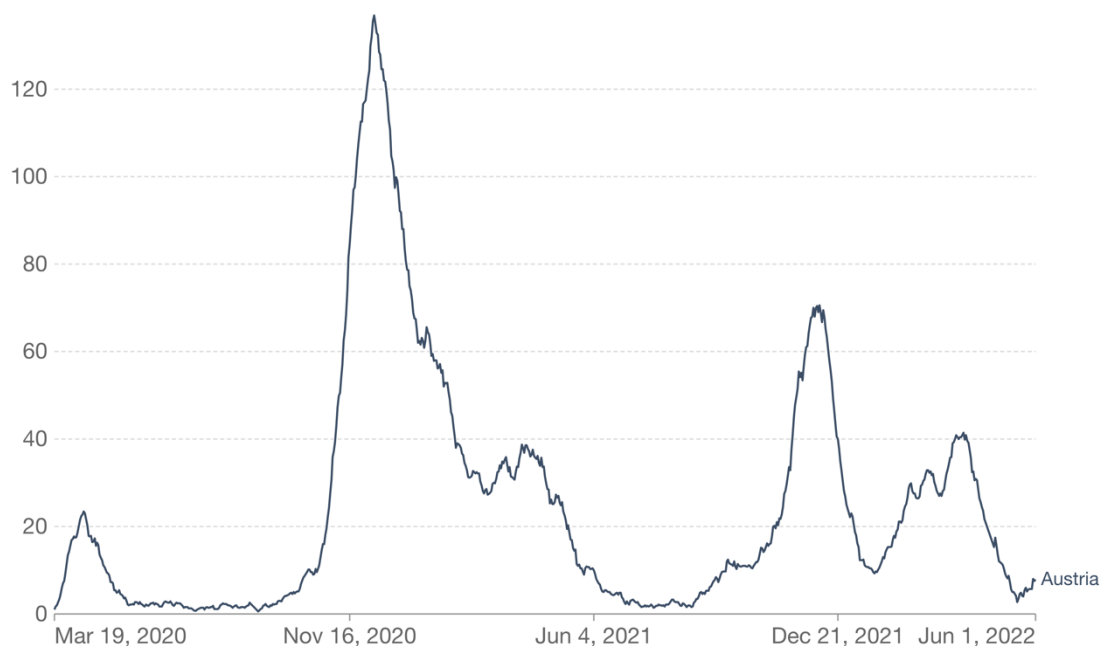
Der durchschnittliche Intensivstationsaufenthalt (ICU, intensive care unit) beträgt zwischen 14 und 28 Tagen. In einer Analyse von mehr als 10 000 ICU-Patient*innen in 24 Studien ergab sich eine durchschnittliche Sterblichkeit von 41,6 % (34,0-49,7 %), Stand Juli 2020. Das bedeutet, 4 von 10 Covid-Patient*innen verstarben auf Intensivstationen verstarben. Zu Beginn der Pandemie bewegte man sich noch oberhalb der 50 %. (59)

Eine weitere Analyse im Februar 2021 mit 43.128 Patient*innen aus 52 Studien zeigte, dass die Sterblichkeit weiter zu sinken scheint und im Durchschnitt Stand Februar 2021 bei 35,5 % (31,3-39,9 %) lag. (60) Im Vergleich zu anderen viralen Infektionen ist sie sehr hoch und mit den jährlichen Influenzawellen nicht vergleichbar.

Haben Patient*innen ihre schwere Erkrankung überlebt, dauert es oft Monate bis Jahre, bis der Zustand vor Erkrankung theoretisch wieder erreicht werden kann, oftmals ist dies aber nicht der Fall.

Daily new confirmed COVID-19 deaths

7-day rolling average. Due to varying protocols and challenges in the attribution of the cause of death, the number of confirmed deaths may not accurately represent the true number of deaths caused by COVID-19.



Source: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data

CC BY

Abbildung 8: Todesfälle im Verlauf der Pandemie in Österreich

Quelle: Our world in data, John Hopkins University (Stand 02.06.2021) (61)

In Abbildung 8 sind die Todesfälle in Österreich im Verlauf der Pandemie bis Juni 2022 abgebildet. Betrachtet man die Kurve, lässt sich ein Schema erkennen: die erste Spitze findet sich in den Wintermonaten mit einem Anstieg ab Oktober und eine zweite Spitze in den Frühlingsmonaten mit Anstieg ab Februar. Insgesamt verzeichnet Österreich (Stand Juni 2022) über 19.000 Todesfälle, die auf COVID-19 zurückzuführen sind. (62)

3.13 Langzeitfolgen

Die Erholung von der akuten COVID-19-Erkrankung ist nicht immer gleichzusetzen mit vollkommener Beschwerdefreiheit. Seit Beginn der Pandemie wird immer deutlicher, das COVID-19 dauerhafte Spuren und Schäden im Körper hinterlassen kann.

Man unterscheidet 3 Kategorien:

Residualsymptome

Organdysfunktionen, die nach initialer Genesung bestehen bleiben

Neue Symptome, die nach initialer Infektion auftreten

Abbildung 9: Einteilung Langzeitfolgen COVID-19

Quelle: Eigendarstellung in Anlehnung an „Postacute COVID-19: an Overview and Approach to Classification“ (63)

Der Faktor „Zeit“ ist eine weitere Möglichkeit, die Langzeitfolgen zu unterteilen.

Die akute COVID-19-Erkrankung definiert die Symptome, die in den ersten vier Wochen nach Beginn der Erkrankung auftreten. Bleiben Symptome über diesen Zeitraum hinaus bis zu 12 Wochen nach Erkrankungsbeginn bestehen, spricht man vom „Ongoing-Covid-Syndrom“. Voraussetzung hierfür ist jedoch das Enden der Symptomatik bis zur 12ten Woche. Persistieren Symptome darüber hinaus, spricht man vom „Post-Covid-Syndrom“. (64)

3.13.1 Risikofaktoren

Faktoren, die das Risiko eines Long-COVID-19-Syndrom erhöhen, sind zum einen höheres Alter, weibliches Geschlecht, Asthma bronchiale, Übergewicht, Bluthochdruck und weitere Vorerkrankungen.(65)

3.13.2 Long-COVID-19-Syndrom

Definition laut RKI: „gesundheitliche Beschwerden, die jenseits der akuten Krankheitsphase einer SARS-CoV-2-Infektion von 4 Wochen fortbestehen oder neu auftreten“ (66)

3.13.2.1 Neurologische Symptome

Eine Studie mit mehr als 3.000 Teilnehmer*innen aus 56 Nationen zeigte, dass mehr als 88 Prozent der befragten Personen mit kognitiven Problemen und Gedächtnisproblematik zu kämpfen haben. „Brain fog“ zu deutsch „Gehirnnebel“, das Denken wie durch Nebelschwaden, wurde als häufigstes Langzeitsymptom angeführt. Konzentrations- und Aufmerksamkeitsdefizite und erschwerte Problemlösung sowie Entscheidungsfindung wurden ebenfalls angegeben. (67)

Ein signifikanter Anteil fühlte sich durch diese Symptomatik im Alltag eingeschränkt, 86,2 Prozent gaben an, dass sich vor allem die tägliche Arbeitstätigkeit sich als sehr schwierig herausstellte. Eigene Gedanken festzuhalten und zu kommunizieren sowie die allgemeine zwischenmenschliche Kommunikation wurden von mehr als 60 Prozent als erschwert eingestuft. Wortfindungsstörungen, sowohl in Sprache als auch beim Schreiben traten bei der Hälfte der Studienteilnehmer*innen auf. (67)

Ein- und Durchschlafstörungen wurden ebenfalls genannt. 77 Prozent wiesen wiederkehrende Kopfschmerzen auf, die sich häufig um die Augen manifestierten, ein Viertel entwickelte Migräne. (67)

3.13.2.2 Geschmacks- und Geruchssinn

Sowohl dauerhafter Verlust des Geruchs- und/oder Geschmackssinns als auch ein teilweiser Verlust dieser Sinnesempfindungen sind möglich. Es können verändertes Geschmackempfinden sowie Phantomgerüche, Geruch von Verbranntem, Fleisch oder Zigarettenrauch, auftreten. (67)

3.13.2.3 Systemisch

Anhaltende Erschöpfung, im englischen bekannt als „fatigue“, beschrieben 98,3 % der Teilnehmer*innen. Darunter lässt sich ein über den Tag persistierendes Erschöpfungsgefühl vorstellen. Weitere Symptome sind periodisches Herzrasen und Engegefühl in der Brust, was auf eine Problematik auch des Herzens schließen lässt sowie Muskel- und Gelenkschmerzen. 89,1 % gaben an, nach sportlicher Betätigung eine deutlich längere Erholungszeit zu benötigen als vor der Erkrankung der Fall war. (67)

Symptome, die ebenfalls häufig mit Long-Covid assoziiert wurden, sind Haarausfall, Angststörungen und depressive Verstimmungen. (67)

Ein signifikanter Anteil (77,4 %) gaben an, an Kurzatmigkeit zu leiden und das Gefühl zu haben, nicht genug Luft zu bekommen, aber auch längerfristig persistierender Husten kam vor. Insgesamt wurden 207 verschiedene Symptome festgestellt, die mit der vorangegangenen Erkrankung assoziiert werden konnten. (67)

Wie viel Prozent der Covid-Infektionen in Long-COVID-19-Symptomen enden, ist schwer zu beurteilen. Die betrachtete Studie berichtete, dass bei 21 % der Infizierten nach fünf Wochen weiterhin Symptome vorliegen. (67)

Eine weitere Studie von Moreno-Perez et al geht sogar von mehr als 50 Prozent aller COVID-19-Genesenen aus. (68) Je nach Studie wird von 10-20 %, in anderen wiederum von sogar 70-80 % ausgegangen.

Die Impfung soll das Risiko langanhaltender Symptomatik verringern, genaue Zahlen dazu sind jedoch noch nicht bekannt. Erste Schätzungen von Expert*innen jedoch sagen eine voraussichtliche Halbierung des Long-COVID-19-Risikos voraus.

3.14 Präventionsmaßnahmen

Ein wichtiges Standbein zur Entlastung des Gesundheitssektors und zur Reduktion von Krankheitsfällen und daraus resultierender Schäden oder Todesfällen ist die Prävention, das Vermeiden von Erkrankungen. Zu Zeiten der vergangenen großen Pandemien waren Kontaktbeschränkungen und das Unterlassen von großen Zusammenkünften die einzige Möglichkeit, eine Ansteckung zu verhindern.

3.14.1 R-Wert

Der R-Wert ist ein wichtiger Indikator zur Beurteilung des Pandemieverlaufs. Das R steht für Reproduktionszahl. (69)

Der R-Wert sagt aus, wie viele Personen eine infiziertes Individuum im Durchschnitt anstecken wird. So kann beurteilt werden, wie hoch das Ansteckungsrisiko für diesen jeweiligen Erreger ist. (69)

„Am Anfang einer Pandemie gibt es den Startwert R_0 (auch: Basisreproduktionszahl), der beschreibt, wie viele Menschen ein Infizierter im Mittel ansteckt, wenn die gesamte Bevölkerung empfänglich für das Virus ist (weil es noch keine Immunität in der Bevölkerung gibt), noch kein Impfstoff verfügbar ist und noch keine Infektionsschutzmaßnahmen getroffen wurden.“ (69)

Für SARS-CoV-2 ging man zu Beginn der Pandemie von einem R_0 -Wert zwischen 2,8 und 3,8 aus. Das bedeutet, eine infizierte Person steckte im Durchschnitt zwei bis vier andere Personen an. Diese wiederum können erneut 2 bis 4 Personen anstecken, sodass sehr schnell sehr viele Menschen betroffen sind. (69)

Der R-Wert ändert sich im Laufe des Infektionsgeschehens und wird durch Kontaktbeschränkungen und hohe Immunität, entweder durch Impfung oder durchgemachte Infektion, verringert. Er dient primär der Abschätzung des Infektionsgeschehens. (69)

Bei einem R-Wert über 1 sind die Infektionszahlen im Anstieg. Liegt er unter eins, sinken die Zahlen, weil jede/r Infizierte weniger als eine Person ansteckt. Bei einem R-Wert von null, wird von einer infizierten Person keine weitere Person angesteckt. Um im Zuge der Pandemie einen Überblick zu behalten, wurde die 7-Tage-Inzidenz herangezogen, ein Mittelwert, der anhand der vergangenen Woche den Verlauf der Infektionszahlen beurteilt. (69)

Man verwendet zur Berechnung die Anzahl an Neuinfektionen pro 100.000 Personen in einer Region oder Nation über sieben Tage und erhält so die durchschnittliche Anzahl an Neuinfektionen. Sie ist insofern relevant, dass ein Anstieg der Infektionszahlen über einen größeren Zeitraum erkennbar gemacht wird und Regionen auch untereinander verglichen werden können. So ist es möglich, auf regionale Entwicklungen im Infektionsgeschehen zeitnah und adäquat zu reagieren. (69)

Die gesetzten Maßnahmen zu Beginn der Pandemie, die Zunahme an Personen, die bereits eine Infektion durchgemacht hatten und im weiteren Verlauf auch durch Impfung immunisierte Personen trugen dazu bei, den R-Wert immer weiter abzusinken. Ziel wäre es, diesen konstant unter 1 zu halten, um von der Pandemie in die Endemie überzugehen. (69)

3.14.2 Hygienemaßnahmen

SARS-CoV-2 ist neu und schnell in seiner Verbreitung. Die spanische Grippe, die erste Pandemie nach der Industrialisierung und Globalisierung, zeigte Wege auf, mit explodierendem Infektionsgeschehen umzugehen.

Eine Möglichkeit ist zum einen der Schutz vor Übertragung.

Dazu gehören ausreichendes Händewaschen, Vermeiden von Berühren des eigenen Gesichts, der Mundschleimhäute und der Augen, sowie eine angemessene Hust- und Nieshygiene, wobei vorzugsweise das Niesen in ein Taschentuch oder die Armbeuge zu praktizieren wäre. Hat man dennoch in die Hand geniest oder eine potenziell kontaminierte Fläche berührt, so sollte man für mindestens 20 Sekunden mit ausreichend Seife und warmem Wasser Hände waschen, da so das Eiweißgerüst von SARS-CoV-2 zerstört und das Virus somit unschädlich gemacht wird. Außerhalb der eigenen Wohnräume soll das Berühren des eigenen Gesichtes vermieden werden, damit das Virus nicht über Augen oder Nasen-Mundschleimhaut in den Körper gelangt. (70)

3.14.2.1 Masken

Eine weitere, sehr wirksame Möglichkeit, das Eintreten über Mund und Nase zu vermeiden, ist die Mund-Nasenschutzmaske. Hier eignen sich chirurgische Masken oder FFP2-zertifizierte Masken. Ist die Virenlast und das Ansteckungsrisiko dem sich eine Person aussetzen muss höher, so wird eine FFP3-Maske genutzt, so wie es auf den Covid-Stationen oft der Fall ist. Diese sind enganliegend und sollten für die jeweilige Person angepasst werden. Sie weisen weniger Tragekomfort als FFP2-Masken oder chirurgische Masken auf, schützen aber zusätzlich. (71)

Eine Studie untersuchte die verschiedenen Maskenarten in Hinblick auf Dichtigkeit und Schutz, vor allem auch unter hoher Belastung, wie beispielsweise beim Husten. Dabei schnitten selbstgemachte Stoffmasken am schlechtesten, FFP2 und die FFP3-Masken ohne Filter am besten ab. Die FFP2-Masken waren insofern überlegen, dass sie eine besonders hohe Dichtigkeit und eine gute Filterung des Aerosol zeigten und so am erfolgreichsten vor Ansteckung schützten. (71)

Weitere Bestandteile der Ausrüstung stellen Einwegmäntel, meist multiple Handschuhpaare, Plastikvisiere oder Brillen um die Augen zu schützen sowie eine Kopfbedeckung dar. Ziel dieser Bekleidung ist es, dem Virus keine Chance auf Eindringen zu geben. Je nach Art der Tätigkeit und Nähe zu Patient*innen variiert diese. Räumliche Distanz bietet aufgrund des Ansteckungsweges mittels Aerosol ebenfalls eine Möglichkeit sich zu schützen, weshalb empfohlen wurden, zu anderen Menschen in öffentlichen Bereichen mindestens 2 Meter Abstand zu halten, da so das Ansteckungsrisiko drastisch verringert wird. (69)

Das IAMEV (Institut für Allgemeinmedizin und Versorgungsforschung) hat sich ebenfalls mit den Themen Masken, Schutzbekleidung und Schutzmaßnahmen auseinandergesetzt. Dazu wurden mehrere internationale Studien herangezogen und bewertet. Für medizinisches Personal ließ sich ein Vorteil der FFP2-Maske gegenüber des Mund-Nasenschutzes erkennen, jedoch sollte dennoch auf ausreichende Händehygiene und Abstand gesetzt werden. Für die Allgemeinbevölkerung ist die Datenlage unzureichend, um eine Aussage zu treffen, da der individuelle Umgang mit der Maske sowie die Compliance beim Tragen schwierig einzuschätzen ist. (72)

3.14.2.2 Absonderung bei Infektion

Ein wichtiger Teil der Pandemiebekämpfung ist es, Infizierte zu erkennen und zu isolieren.

Im Laufe der Pandemie haben sich die Regelungen zur Absonderung Infizierter und ihrer Kontaktpersonen laufend verändert. Eine Konstante blieb jedoch: Personen, die auf SARS-CoV-2 positiv getestet waren, hatten sich von anderen abzusondern. Das bedeutet, sie dürfen den eigenen Wohnbereich ohne Ausnahme bis zur Aufhebung der häuslichen Quarantäne durch die Behörden nicht verlassen, außer sie benötigen medizinische Versorgung. (73)

„Quarantäne: vorübergehende Isolierung von Personen, Tieren, die von einer ansteckenden Krankheit befallen sind oder bei denen Verdacht darauf besteht (als Schutzmaßnahme gegen eine Verbreitung der Krankheit)“ (74)

Die Kontakte der vergangenen Tage bevor der/die Infizierte positiv getestet wurde, wurden ebenfalls erfragt und als Kontaktpersonen eingestuft. Je nach Zeitpunkt der Pandemie und Impfstatus der Kontakte wurden diese entweder ebenfalls abgesondert oder zur Überwachung des eigenen Gesundheitszustandes sowie regelmäßiger Testung aufgefordert.

Seit Mai 2023 ist COVID-19 nicht mehr meldepflichtig, Betroffene müssen sich nicht mehr isolieren. (75)

3.14.2.3 Cluster

Durch Angabe der jeweiligen Kontaktpersonen konnten Cluster frühzeitig erkannt werden. Dabei handelt es sich um eine zeitliche und räumliche Häufung von Infektionen in einer Personengruppe, die untereinander zusammenhängen. (6)

Als Beispiel: eine bereits symptomatische Person Eins geht zur Arbeit. Dort trinkt diese Person mit drei Kolleg*innen Kaffee, zwei davon stecken sich an. Diese wiederum gehen nachhause zu ihren Familien und werden vier Tage später ebenfalls symptomatisch. Ein Kollege hat seinen Partner und sein Kind angesteckt. Alle diese Infektionen sind auf Person Eins und das räumliche Verhältnis in der Arbeit zurückzuführen.

3.14.2.4 Contact-tracing (Kontaktpersonenerhebung)

Um diese Zusammenhänge besser nachzuvollziehen und Clusterbildungen frühzeitig zu erkennen wurde das Contact-Tracing, die Kontaktpersonenerhebung, genutzt.

Es handelt sich um einen Prozess zur Identifizierung von Personen, die vor Kurzem im Kontakt mit einer infektiösen Person standen, um diese zu behandeln und/oder in Quarantäne zu bringen. (69)

COVID-19 ist nicht die einzige Erkrankung, bei der dies geschieht, Contact-tracing ist ein integraler Bestandteil der Infektiologie und Epidemiologie. Hierzu werden positive Personen aufgefordert, ihre Kontakte in den letzten Tagen vor Symptomeintritt oder positivem Testergebnis anzugeben, damit diese informiert werden und eventuell gleich einem Test zugeführt werden können, damit festgestellt werden kann, ob eine Infektion bereits stattgefunden hat (73)

„Diese Kontaktpersonen (i.e. Ansteckungsverdächtige) sind Personen mit einem wie unten definierten Kontakt zu einem bestätigten SARS-CoV-2-Fall während der Zeitperiode der Ansteckungsfähigkeit“ (73)

Das BMSGPK ist das Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz. Unter www.sozialministerium.at können aktuelle Richtlinien rund um COVID-19 abgerufen werden.

Im Jahr 2020 war man prinzipiell Kontaktperson 1, unabhängig davon wie lange der Kontakt angedauert hatte. Grund dafür: es bestand noch kaum Immunität in der Bevölkerung, weshalb man davon ausgehen konnte, dass jede Person ungefähr gleich vulnerabel gegenüber dem Virus war und besonders vulnerable Gruppen (Ältere und Immunsuprimierte) nicht ausreichend geschützt werden konnten. (73)

Im Jahr 2021 basierend auf neueren Datenlagen und besserem Verständnis des Erregers gab es dahingehend ein Umdenken.

Immer mehr Personen hatten bereits ihre Impfungen erhalten und/oder waren von COVID-19 genesen, weshalb man Kontaktpersonen in K1 Kontakt und K2 Kontakt unterteilte, wobei die Regelungen für beide Gruppen immer wieder variierten. K1 bedeutete, dass diese Person ein hohes Risiko birgt, sich im Zuge des Kontaktes angesteckt zu haben. Dazu gehörten ungeimpfte Personen, Personen, die im beruflichen Umfeld (Schule, Arbeit, Universität) engen Kontakt mit der/dem Infizierten hatten sowie Haushaltsmitglieder. Der Kontakt mit der infizierten Person musste für mehr als 15 Minuten mit einem Abstand von unter 2 Metern sein. Diese mussten sich ebenfalls testen lassen und absondern. (73)

K2 dahingegen bedeutete, dass diese Person ein niedrigeres Risiko hat, sich angesteckt zu haben. Dazu zählten Vollimmunisierte, Genesene und Personen, die in den bereits im vorigen Punkt angeführten Setting weit von der betroffenen Person entfernt waren und kein engerer Kontakt bestand. (70)

Sie wurden angehalten lediglich große Menschenansammlungen zu meiden und den eigenen Gesundheitszustand zu beobachten. (73)

Ab Juni 2022 wurden Kontaktpersonen nicht mehr erfragt und nur noch positiv getestete Personen abgesondert.

Sollte man infizierte Haushaltsmitglieder haben, wird bis dato empfohlen sich von diesen ebenfalls räumlich zu isolieren, Mahlzeiten getrennt einzunehmen und nach Möglichkeit verschiedene Bäder zu benutzen. (73)

3.14.2.5 Aufhebung Quarantäne

Die Faustregel besagt, dass eine Person 10 bis 14 Tage nach Auftreten der ersten Symptome nicht mehr infektiös ist. Mit dieser Begründung wurde die Quarantänedauer in Österreich bei 14 Tagen angesetzt und im weiteren Verlauf gekürzt. Eine Möglichkeit, die sich in den letzten Monaten aufgetan hatte, ist das umgangssprachliche „Freitesten“ ab dem 5ten Tag nach Symptombeginn oder positivem Ergebnis (Stand Juni 2022). Um frühzeitig aus der Quarantäne entlassen werden zu können, musste entweder der Test negativ ausfallen, oder ein CT-Wert von über 30 erreicht werden. (73)

Hierbei zeigte sich, dass Geimpfte Personen durchschnittlich deutlich schneller höhere CT-Werte erreichten. (76)

Konnte ein CT-Wert von 30 nicht erreicht werden, musste die Quarantäne verlängert werden, da das Infektionsrisiko weiterhin zu hoch war. (77)

Die Quarantäneregelungen änderten sich ständig und unterschieden sich teilweise regional deutlich. Zuletzt wurde eine Quarantäne von 5 Tagen etabliert mit Freitestmöglichkeit ab dem fünften symptomatischen Tag unabhängig vom Impfstatus. Eines jedoch bleibt konstant: wer positiv getestet wird, soll sich von anderen fernhalten, um eine Übertragung zu vermeiden. (77) Genauere Informationen zu momentanen Richtlinien und Quarantäneverordnungen sind auf der Seite des Bundesministeriums für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz unter www.sozialministerium.at jederzeit nachzulesen.

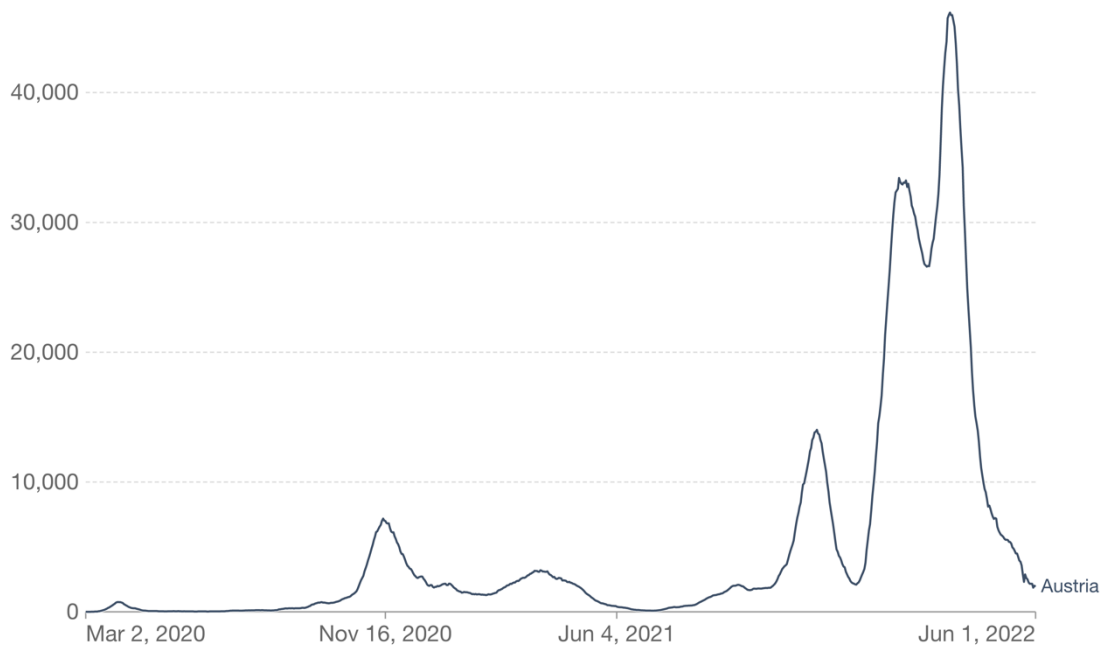
3.14.3 Kontaktbeschränkung – das Konzept Lockdown

Das Verringern von Kontakten zu Mitmenschen lässt das Infektionsrisiko absinken. Wird dies im großen Rahmen durchgeführt, spricht man von einem Lockdown. Unter Lockdown versteht man Ausgangsbeschränkungen beziehungsweise Beschränkung bestimmter Freiheiten, die für Gebäude, bestimmte Personengruppen, Orte, Städte oder sogar Nationen gelten können. (73)

Zu Beginn der Pandemie, als noch keine Impfstoffe zur Verfügung standen, beschlossen viele Nationen, dass ein Lockdown und teilweise örtliche Quarantänen die einzige Möglichkeit seien, den Anstieg der Infektionszahlen zu verringern.

Daily new confirmed COVID-19 cases

7-day rolling average. Due to limited testing, the number of confirmed cases is lower than the true number of infections.



Source: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data

CC BY

Abbildung 10: Neue bestätigte Fälle in Österreich pro Tag

Quelle: Our world in data, John Hopkins University (Stand 22.09.2022) (61)

In dieser Grafik sind die aktiven Fälle in Österreich zu jedem Zeitpunkt im Laufe der Pandemie vom ersten Fall im Februar 2020 bis im Juni 2022 dargestellt.

Nach der Ausrufung der Pandemie durch die WHO am 11. März 2020 und dem Versterben der ersten sich in Österreich befindlichen Person am 12. März begannen sich die Ereignisse zu überschlagen. (78)

Am 15. März wird von der österreichischen Regierung das COVID-19-Gesetz beschlossen, welches den Grundstein für weitere Maßnahmen zur Pandemieeindämmung setzt. (78)

Am 16. März 2020 geht Österreich in den ersten Lockdown. Der Handel, die Gastronomie und ein großer Teil der Betriebe wird geschlossen und auf Home-Office umgestellt, Ausgangsbeschränkungen gehen in Kraft, die eigenen Wohnräume sind nur noch zur Beschaffung von Lebensmitteln und zum Aufenthalt im Freien zu verlassen, Kontakt nur noch mit Personen des eigenen Haushalts erlaubt. Österreich ist damit der erste europäische Staat, der Ausgangsbeschränkungen verhängt. Gleichzeitig werden mehrere Tiroler Gemeinden, unter anderem Ischgl, unter Quarantäne gestellt, eine Ausreise aus diesen Gemeinden ist verboten. (78)

Zu Beginn steigen die Zahlen noch täglich stark an, ab 27. März, nach 11 Tagen Lockdown, sinken sie jedoch das erste Mal wieder. Die Maßnahmen scheinen zu wirken. Ab 30. März besteht in Lebensmittelgeschäften, Apotheken und Drogerien das verpflichtende Tragen eines Mund-Nasenschutzes. (78)

Eine Studie von Ghosal et al betrachtete die Infektions- und Todeszahlen über den Zeitraum eine Woche vor bis eine Woche nach Beginn der ersten Lockdowns. (79)

Dabei stellte sich heraus, dass in den für diese Studie herangezogen Nationen sowohl die Infektionszahlen, als auch die Todeszahlen exponentiell sanken. Es lässt sich aber aus den Studienergebnissen auch herauslesen, dass Nationen wie Schweden und Südkorea, die keinen Lockdown setzten, dennoch einen deutlichen Rückgang der Infektionszahlen aufwiesen. Warum kann jedoch nur erahnt werden. Die südkoreanische Bevölkerung hat ein sehr hohes Verständnis von Zivilcourage und sieht das Maskentragen im Krankheitsfall als alltäglich. Die Maßnahmen, die von der Südkoreanischen Regierung gesetzt wurden, wurden von der Bevölkerung voll und ganz mitgetragen. (79)

Im Nachbarland Italien spitzte sich Ende März 2020 die Lage zunehmend zu und zeigte, welche Folgen ein zu spät gesetzter Lockdown haben kann. Im März wurden „rote Zonen“ in Norditalien deklariert, Areale, in denen es zu besonders vielen Infektionen kam. Diese wurden vom Militär gesichert. (80) Der Grund für das Hochschnellen der Zahlen wurde darin gesehen, dass SARS-CoV-2 wohl schon im frühen Februar seinen Weg nach Italien gefunden hatte. Ein Fußballspiel in Norditalien dürfte das Infektionsgeschehen weiter angefacht haben. (80)

Bilder von überarbeitetem Krankenhauspersonal und schwerkranken Patient*innen in Gangbetten und improvisierten Spitälern gingen um die Welt und rückten den Ernst der Lage ins Licht. Es mangelte an Intensivbetten, Beatmungsgeräten, Schutzausrüstung und Personal. Das Gesundheitssystem stand kurz vor dem Kollaps. Anderweitig erkrankte Patient*innen, die akut intensivmedizinische Behandlung benötigten, konnten nicht mehr versorgt werden. Auch für Covid-Patient*innen reichten die Kapazitäten längst nicht mehr aus. Viele Ärzt*innen und PflegerInnen infizierten sich selbst, da es an Schutzausrüstung mangelte und diese mehrfach getragen werden musste. Mehr als 800 Personen aus dem Gesundheitsbereich wurden aus ihrem Ruhestand zurückgeholt, um den immer weiter steigenden Zahlen an intensivpflichtigen Patient*innen gerecht zu werden. (80)

In der Woche des 31. März 2020 verzeichnete die Region Lombardei allein 3.423 Todesfälle, mit einem Durchschnitt von über 800 Toten pro Tag. (80)

Die Provinz Bergamo war besonders hart getroffen. Mehr als 60 Prozent des Krankenhauses in Bergamo war mit Covid-Patient*innen belegt, Ärzt*innen appellierten in Videobotschaften und auf sozialen Medien, die Erkrankung ernst zu nehmen. (80) Andere Nationen schickten Gesundheitspersonal nach Norditalien, um bei der Bewältigung der Krise zu helfen. Patient*innen wurden in andere Regionen mit niedrigeren Zahlen ausgeflogen. Ärzt*innen sahen sich gezwungen, aufgrund der Bettennot das Prinzip der Triage anzuwenden. (80)

Dr. Fabiano Di Marco, Lungenfacharzt und Chef der Pulmologie im Krankenhaus in Bergamo gab im Interview mit den New York Times am 17. März 2020 auf Nachfrage folgende Beschreibung der Situation ab „It’s like a war“. (80)

3.14.4 Triage

Der Begriff „Triage“ fällt in diesen ersten Monaten der Pandemie häufig, ist aber Ende 2021 auch zum ersten Mal in Österreich relevant. Triage leitet sich vom französischen „trier“, zu deutsch sortieren ab. (81)

Prinzipiell versteht man unter dem Begriff das Priorisieren von behandlungsbedürftigen Personen anhand der Notwendigkeit einer medizinischen Behandlung und der Wahrscheinlichkeit, dass diese auch Erfolg verspricht. Im Normalfall wird dieses System bei Großeinsätzen mit vielen Verletzten, in Katastrophensituationen und in Kriegssituationen angewandt. (81) Wie Dr. Di Marco bereits erkannte, handelt es sich auch beim Kampf gegen SARS-CoV-2 um einen Krieg, der Gegner war jedoch für das bloße Auge unsichtbar.

3.14.4.1 Wann ist Triage notwendig?

Zwei Faktoren sind essenziell für medizinische Versorgung: materielle und humane Ressourcen. Es werden nicht nur die Gerätschaften benötigt, sondern auch Personal, das sie zu bedienen weiß. Besteht ein Mangel an einem oder gar beiden Faktoren, muss die Triage begonnen werden. Im Zuge einer COVID-19-Erkrankung wurde eine signifikante Zahl an Patient*innen intensivpflichtig. Intensivbetten sind jedoch in normalen Zeiten bereits ein rares Gut. Mehr als 80 Prozent der verfügbaren Intensivbetten Österreichs sind in Normalzeiten bereits belegt. Es können zwar „künstlich“ für kurze Zeit neue geschaffen werden in dem man Patient*innen mit weniger gravierenden Erkrankungen auf Normalstationen umverteilt oder OP-Überwachungsräume umfunktioniert werden, dies entspricht jedoch nicht der Idealsituation. (81) Es wurde primär auf den Zustand der Personen, aber auch die Wahrscheinlichkeit auf Heilung, oder, wie im Falle von schweren Covid-Verläufen, Überleben geachtet. Das Alter wurde nur indirekt mit einkalkuliert. (81)

In der Lombardei mangelte es vor allem an Beatmungsgeräten und ECMOs, da diese zwar auf einer Intensivstation vorhanden sind, jedoch nicht in den benötigten Mengen. Via Triage wurde entschieden, wer versorgt werden kann. Diese Entscheidungen musste das Personal mehrmals täglich treffen. Noch heute ist die Region von der dramatischen Situation des Frühlings 2020 gezeichnet. (80)

2021 wurde auch in Oberösterreichischen und Salzburger Kliniken das Prinzip der Triage angewandt, da es zu einer ausgeprägten Bettennot bei hohen Infektionszahlen kam.

3.15 Die Impfung

Um eine Pandemie in eine Endemie zu überführen, benötigt es eine hohe Anzahl an Personen, die eine Immunität gegenüber dem pandemischen Erreger aufweisen. Dazu müssen entweder A) ein Großteil der Bevölkerung eine Infektion durchgemacht haben oder B) diese durch die Impfung erlangt haben oder C) eine Kombination aus A) und B) vorliegen.

Impfungen sind einer der größten wissenschaftlichen Durchbrüche seit Anbeginn der Menschheit. Keine andere Intervention hat in der Zeit seit dem ersten Einsetzen so viele Menschenleben gerettet und schwere Schäden an Leib und Leben verhindern können. Viele Ältere können noch von den verheerenden Begleiterscheinungen der „Kinderlähmung“ erzählen und wissen um die Narben, die die Gesichter der Masernerkrankten noch Jahre später zeichneten. Diese Erkrankungen konnten weitgehend zurückgedrängt oder wie im Fall der Pocken sogar in die Geschichtsbücher verbannt werden. (6)

Im Falle von SARS-CoV-2 ist das Auslöschung der Erkrankung wohl nicht abzusehen, sehr wohl aber der Übergang von der weltweit grassierenden Plage zu lokal auftretendem Infektionsgeschehen. (82)

Ein Weg in diese Richtung ist die Herdenimmunität. Das bedeutet, dass die „Herde“, eine große Anzahl an Personen, die eine Immunität (Resistenz) gegenüber einem Erreger besitzen, diejenigen, die nicht immun sind, schützen. Warum? (83) (6)

Das Weitergeben von Infektionen wird durch Personen mit Immunität gebremst. Sie können sich entweder gar nicht infizieren oder sind schwerer zu infizieren und scheiden das Virus in geringerem Maße über einen kürzeren Zeitraum aus. (83) (6)

Im nächsten Punkt wird kurz auf die Impfstoffe, die in Österreich verimpft wurden und werden, eingegangen.

3.15.1 Entwicklung

Sobald feststand, dass es sich bei dieser Pandemie um einen neuen Erreger handelte und man wusste, wie dieser aussah, wurde mit der Entwicklung der Impfstoffe gestartet.

3.15.2 Impfstudie – Aufbau

Phase 1: Der Impfstoff wird im Labor geprüft und nun zum ersten Mal an Menschen angewendet. Phase 1 beinhaltet ungefähr 100 Personen. Im Fokus liegen Sicherheit und Verträglichkeit, welche aber auch in den nächsten Phasen zusätzlich beurteilt werden. (84)

Phase 2: Nun gilt es die passende Dosis mit bestmöglicher Wirksamkeit zu finden. 100 bis 1000 Personen erhalten leicht variierende Dosen welche erst gesteigert dürfen werden, wenn die niedrigere Dosis gut vertragen wurde. (84)

Phase 3: Um die Gesamtbevölkerung und die Wirkung des Impfstoffs auf diese bestmöglich nachzustellen, nehmen an dieser Phase 10.000 bis 100.000 Personen variierenden Alters, Geschlechts und Herkunft teil. Alle Faktoren der vorangehenden Phasen werden erneut beurteilt. Erst wenn diese Phase erfolgreich war und der Nutzen des Wirkstoffs seine Risiken signifikant übersteigt, darf der Impfstoff zugelassen werden. (84)

Phase 4: Der Impfstoff ist nun zugelassen, wird aber weiterhin kontrolliert. Sämtliche Nebenwirkungen, die direkt auf die Impfung zurückzuführen sind, müssen an das BASG (Bundesamt für Sicherheit im Gesundheitswesen) gemeldet werden, um den Impfstoff im Zweifelsfall sofort vom Markt nehmen zu können. (84)

Um diesen Prozess zu beschleunigen, wurde im Fall der COVID-19-Impfstoffe eine „**Bedingte Zulassung**“ herangezogen. Das bedeutet jedoch nicht, dass hier ein unfertiger Impfstoff auf den Markt gebracht wird, dieser muss zuvor die regulären Stufen der Zulassung durchlaufen und gewisse Voraussetzungen erfüllen. (84)

Voraussetzungen: ausreichende Datenlage, Nutzen-Risiko-Abwägung, Vorliegen einer bedrohlichen Erkrankung, für die es zum momentanen Zeitpunkt keine adäquate Therapie gibt.

Es wurden bei vielen Impfstoffen Phase 1 und 2 kombiniert und Ressourcen und auch die Anzahl der ProbandInnen erhöht. Dadurch konnte der Prozess unter Einhaltung der strengen Auflagen und unter Aufwendung hohen materiellen und personellen Aufwandes verkürzt werden.

Gleichzeitig begann das „Rolling Review“, das heißt die Zulassungsbehörden beurteilten von Anfang an Datenpakete aus den laufenden Studien, um so später die eigentliche Zulassung zu beschleunigen. (84)

3.15.3 Arten

Um eine Immunität zu erzeugen, ohne eine Infektion riskieren zu müssen, gibt es verschiedenste Wege. Ein Fokus dabei ist das Spike-Protein, die Andockstelle des Virus an der Wirtszelle, welche ebenso als Angriffspunkt für Antikörper dient. Ziel eines Impfstoffes ist die Produktion spezifischer Antikörper. Diese können das Virus binden und entweder neutralisieren oder zerstören. Dazu muss das Immunsystem in irgendeiner Form mit dem Antigen konfrontiert werden. (85)

Folgende Möglichkeiten stehen dafür zur Verfügung (85):

- Verwendung inaktivierter oder geschwächter Formen des eigentlichen Virus („Tot- bzw. Lebendimpfstoff“)
- Benutzen von Eiweißanteilen des Virus, die Covid-19 nachahmen und so eine Immunantwort generieren (proteinbasierter Impfstoff)
- NEU: Vektorimpfungen: hierbei wird ein anderes Virus verwendet und mit dem für Covid-spezifischen Spike-Protein versehen. Wie dies genau funktioniert, kann in Anhang 1 – Astra Zeneca nachgelesen werden.
- NEU: mRNA-Impfungen (85)

3.15.4 mRNA-Impfstoffe

Die mRNA-Impfungen sind die „neueste“ Form der Impfung. Warum in Anführungszeichen? Die Vakzination mittels mRNA wird schon seit zwei Jahrzehnten erforscht. Sie bedient sich desselben Mechanismus, den das Virus selbst ausnutzt. Man sucht sich den Anteil der Virus-RNA, der für die Ausbildung des Spike-Proteins verantwortlich ist und vervielfacht diesen.

Diese Spike-Protein-RNA gelangt in das Zytoplasma der Zelle (nicht in den Kern und so auch nicht zur DNA!) und wird dort vom endoplasmatischen Retikulum aufgenommen und das Spike-Protein, für welches sie kodiert, hergestellt. Dieses wandert dann an die Zellmembran der Zelle und bildet dort den MHC-2-Komplex an der Zelloberfläche aus. Unser Immunsystem sondiert unseren Körper zu jeder Tages- und Nachtzeit auf Probleme und Veränderungen. Die T-Zellen bemerken, dass diese Struktur auf einer Körperzelle nicht zu finden sein sollte und schlagen Alarm. Sie reagieren auf das Spike-Protein und binden dieses. Das Binden des MHC-2-Komplexes führt zur Freisetzung von Interleukin 2, 4 und 5 durch T-Zellen. Man könnte diese als kleine Boten verstehen, die den anderen Immunzellen suggerieren, dass etwas nicht stimmt und nachgeschaut werden sollte. Diese sorgen für die Aktivierung der B-Zellen, unsere körpereigenen Antikörperfabriken, die in weiterer Folge Milliarden an Antikörpern produzieren. (85)

Diese variieren in ihrem Äußeren, um durch das Ausschlussverfahren Antikörper zu finden, die das Virus neutralisieren und/oder zerstören können. Sind diese herausgefunden, gehen die B-Zellen in die Massenproduktion über. Makrophagen, die Fresszellen unseres Immunsystems, finden die durch Antikörper markierten Viren und zerstören diese. Ist die Infektion überstanden, bleiben T-Gedächtniszellen zurück, die bei erneutem Kontakt sehr schnell wissen, wie diesem Erreger beizukommen ist. Der Körper weist diesem Erreger gegenüber nun eine Immunität auf. (85)

Aus dieser Gruppe sind momentan zwei Impfstoffe zugelassen. Comirnaty von Biontech/Pfizer und Spikevax der Firma Moderna.

Insgesamt sind mehr als 120 Impfstoffe in der klinischen Prüfung angelangt, 12 davon sind voll zugelassen. (86)

Der aktuelle Stand kann im „vaccine tracker“ (Impfstoff Tracker) der New York Times unter <https://www.nytimes.com/interactive/2020/science/coronavirus-vaccine-tracker.html> werden.

3.15.4.1 Comirnaty - Pfizer/Biontech

Biontech/Pfizers Impfstoff war der erste COVID-19-Impfstoffe, der mit Dezember 2020 die Phase 3 abschließen und zugelassen werden konnte. (85)

Empfohlen wurden zwei Impfungen mit einem Abstand von 19 bis 42 Tagen und 4 Monate später eine dritte Impfung, der sogenannte Booster. Dieser Impfstoff ist mittlerweile ab fünf Jahren zugelassen. (87)

3.15.4.2 Spikevax - Moderna

Bei der mRNA-Impfung von Moderna etablierten sich zwei Impfungen im Abstand von 28 Tagen, wurde jedoch im weiteren Verlauf nur noch ab 30 Jahren verimpft, da es zu vermehrtem Auftreten von Herzmuskelentzündungen bei jungen Männern kam. (87)

Beide mRNA-Impfstoffe wurden als Booster, eine sogenannten Auffrischung, eingesetzt unabhängig vom für die Grundimmunisierung verwendeten Vakzin. (85)

3.15.5 Vektorimpfungen

3.15.5.1 Vaxzevria - AstraZeneca

AstraZeneca nutzte für die Covid-Impfung einen Schimpansenadenovirus, ein Erkältungsvirus der Schimpansen, welches bei Menschen keine Erkrankung auslöst, als Vektor. Vektoren kann man sich wie das Trojanische Pferd vorstellen. Sie sind nach außen hin das Schimpansenadenovirus, enthalten jedoch in ihrer DNA (Achtung, bei mRNA-Impfung wird die RNA verwendet!) Abschnitte, die den Bauplan für SARS-CoV-2-Spezifische Hüllproteine enthalten. Der Ablauf ähnelt den mRNA-Impfungen sehr stark. Das Vektorvirus bindet an die menschliche Zelle, bringt seine DNA in diese ein, welche in RNA überführt wird und zum Endoplasmatischen Retikulum zur Translation weitergegeben werden kann. (85)

Entwickelt wurde dieser Impfstoff am Jenner-Institut der Oxford University in England.

AstraZeneca gab anfangs für seinen Impfstoff einen Abstand von 12 Wochen zwischen der ersten und zweiten Dosis an. Inzwischen wurde jedoch für Geimpfte, die zwei Dosen AstraZeneca erhalten haben bereits eine Auffrischung mit einem mRNA-Impfstoff nach 4 Monaten angedacht, da der Schutz vor Infektion schneller abnahm als zuerst angenommen. (85)

3.15.5.2 Janssen – Johnson & Johnson

Wie bei AstraZeneca wurde auch hier ein Adenovirus als Vektor verwendet. Dieses wurde jedoch künstlich hergestellt. Der Wirkmechanismus entspricht dem von AstraZeneca. (85)

Der Impfstoff von Johnson&Johnson bedurfte anfangs nur einer einmaligen Vakzination, mittlerweile ist jedoch die Zweitimpfung mit mRNA-Impfstoffen angeraten. (87)

3.15.6 Totimpfstoffe

Im Falle von Totimpfstoffen wird das echte Virus nachgebaut und unschädlich gemacht oder Bruchstücke, die das Virus imitieren, verwendet. Novavax der Firma Novavax ist der zuletzt neu zugelassene Totimpfstoff gegen SARS-CoV-2. Hier zeigten sich je nach Region und Mutante massive Unterschiede. Bei einer Studie im Vereinigten Königreich zeigte sich eine Wirksamkeit von 89,7 %, wohingegen in Südafrika bei der damals dort vorherrschenden Beta-Variante nur eine Effektivität von 60 % erreicht werden konnte. (85)

3.15.7 Nebenwirkungen

Wie das dritte Newton'sche Gesetz besagt, wo eine Actio gesetzt wird, folgt auch eine Reactio. Bei Impfstoffen verhält es sich ähnlich. Das Immunsystem arbeitet in den Tagen und Wochen nach einer Impfung kontinuierlich an einer passenden Immunantwort. Das zeigt sich in verschiedensten Symptomen, ähnlich, jedoch schwächer als bei der echten Erkrankung. Diese normale Reaktion des Immunsystems in Kombination mit den daraus entstehenden meist milden Symptomen werden als Impfreaktion bezeichnet. (88)

Für mRNA-Impfstoffe wurde häufig der sogenannte „Impfarm“ genannt, Schmerzen im Bereich der Einstichstelle, die über mehrere Tage bestanden. Hinzu kamen Müdigkeit, Abgeschlagenheit und Kopfschmerzen, in manchen Fällen Fieber und Schüttelfrost sowie vereinzelt ein starkes Krankheitsgefühl. In seltenen Fällen traten bei den mRNA-Impfstoffen vor allem bei Männern unter 25 Jahren Herzmuskelentzündungen auf. (89)

Beim Impfstoff Vaxzevria von AstraZeneca traten ebenfalls die oben genannten Nebenwirkungen auf, zusätzlich kam es in sehr seltenen Fällen zu VITT (vaccine induced thrombosis/thrombocytopenia), immunvermittelten Thrombosen und Thrombopenien, die zur Hirnvenenthrombose führten. (89).

Bei Janssens Impfstoff kam es in einigen wenigen Fällen zu Urtikaria, einem Hautausschlag. (89)

Wie man Impfreaktion, Impfkomplicationen und Impfschaden unterscheidet, kann im Anhang 1 - Factsheet nachgelesen werden.

3.15.8 Wirksamkeit

Die Wirksamkeit der Impfstoffe ist auf zwei verschiedene Ziele ausgelegt: entweder das Vermeiden einer Infektion oder das Verhindern eines schweren Verlaufs. Diese Zahlen sind bezogen auf Wildtyp sowie die Varianten Alpha und Delta, zu denen bereits genauere Aussagen möglich sind. Mehr zu Mutationen im Punkt „Mutationen“.

Für Biontech/Pfizers Impfstoff ergab sich ein Schutz vor symptomatischer Infektion von 95 % und ein Schutz vor schwerer Erkrankung von 87,5 %. Moderna schafft es auf 94 % Schutz vor einer Infektion und sehr hohem Schutz vor einem schweren Verlauf. (85)

In einer großangelegten Studie wurden mehr als 600.000 Infizierte auf ihren Verlauf hin, die Variante, mit der sie sich infiziert hatten und die Art des Impfstoffes untersucht, um so zu beurteilen, wie die Verteilung aussieht. Nach der zweiten Impfung ergaben sich bei der Alpha-Variante für die Impfung von Moderna eine Effektivität im Schutz vor symptomatischer Infektion 92 %ige Wirksamkeit, für Biontech/Pfizers Impfstoff 89 % und für den Impfstoff von AstraZeneca eine Effektivität von 91 %, bei AstraZeneca jedoch mit einem etwas größerem Streuungsmaß. (90)

Nach der zweiten Impfung zeigten sich für Delta vor allem bei den mRNA-Impfstoffen ähnliche Werte. Für den Moderna-Impfstoff zeigte sich ein 95 %iger Schutz vor symptomatischer Infektion, Biontech/Pfizers Impfstoff schafft es auf 87 %. Bei AstraZeneca ergibt sich eine Effektivität von 91 %, allerdings nam dieser Schutz sehr rapid nach der zweiten Impfung ab und ist auch im Vergleich zur Alpha-Variante viel breiter gestreut. (90)

Diese Zahlen variieren von Mutationen zu Mutation jedoch. Diese Daten sind auf die Alpha-Variante bezogen, wobei mittlerweile die Delta-Variante diese als dominierende Variante abgelöst hatte, da sie sich als um Einiges infektiöser herausgestellt hat. Dieser Variante gegenüber erwiesen sich die Impfstoffe von Biontech/Pfizer, Moderna und AstraZeneca mit lokalen Variablen als moderat bis hochwirksam im Schutz vor symptomatischer Infektion und weisen weiterhin einen sehr hohen Schutz vor schwerem Verlauf auf. Vor allem bei AstraZeneca und Johnson&Johnsons Impfstoff kam es im Herbst 2021 aufgrund der Delta-Variante immer häufiger zu Impfdurchbrüchen und einer rapiden Abnahme des Immunschutzes nach der Zweit- bzw. im Fall von Johnson&Johnson Einfachimpfung. (91)

3.15.9 Booster-Impfungen

Aus diesem Grund wurde im Herbst 2021 mit den sogenannten Booster-Impfungen gestartet. Personen mit zwei AstraZeneca- oder einer Johnson&Johnson-Impfung, die mehr als 4 Monate zurücklag, wurden mit einem mRNA-Impfstoff geboostert. Booster kann man wie die bereits geläufigen Auffrischungsimpfungen für andere Krankheitsbilder verstehen. Das Immunsystem wird erneut mit dem Antigen konfrontiert, kann dieses erkennen und sofort gerichtete Antikörper produzieren. Die Gedächtniszellen, welche bei erneutem Kontakt wieder erneut wissen, was zu tun ist, bleiben im Körper zurück und warten auf ihren erneuten Einsatz.

Eine in Israel durchgeführte Studie mit mehr als einer Millionen Individuen älter als 60 Jahre zeigte, dass nach einer dritten Impfung die Anzahl der Infektionen um den Faktor 11,3 abnahm, das bedeutet, das 11,3 mal weniger Infektionen auftraten als in der Bevölkerung ohne Booster. Ähnlich verhielt es sich auch bei den schweren Verläufen. Personen, die bereits einen Booster erhielten erkrankten 19,5 mal seltener schwer an COVID-19, als nicht Drittgeimpfte. (92)

Eine weitere Studie, die bei US-Veteranen durchgeführt wurde, die bereits sehr früh mit den neuen Covid-Impfstoffen geimpft wurden, zeigte grafisch den Abfall der Wirksamkeit der einzelnen Impfstoffe (ausgenommen AstraZeneca – wurde in den USA nicht verimpft). Eingeschlossen wurden nur Personen, die eine vollständige Immunisierung mit zwei Dosen eines mRNA-Impfstoffes oder eine Dosis mit Janssens Impfstoff aufwiesen. Über den Zeitraum von März bis August wurde anhand der Veterans Health Administration herangezogen, welche Infektionen bei Veteranen aufzeigte. (93)

Aufgrund der späteren Zulassung von Janssens Impfstoff wurde der Startpunkt mit März 2021 gewählt.

Zur besseren Übersicht sind die Werte in Tabelle 2 dargestellt.

Impfstoff	Wirksamkeit März 2021	Wirksamkeit August 2021
Janssen	92 %	3 %
Moderna	91 %	64 %
Biontech/Pfizer	95 %	50 %

Tabelle 2: Wirksamkeit der einzelnen Impfstoffe

Quelle: eigene Darstellung anhand Daten von Cohn et al, 2021 (93)

Auf die Omikron-Variante wird im Punkt „Omikron-Variante“ eingegangen.

Vor allem der Impfstoff von Janssen zeigt einen deutlichen Abfall in seiner Wirksamkeit, aber auch die beiden anderen Impfstoffe scheinen in ihrer Wirksamkeit im Verlauf nachzulassen.

Aufgrund dieser Erkenntnisse beschlossen viele Nationen, unter anderem Österreich, die Drittimpfung, besser bekannt als Boosterimpfung, anzubieten.

3.15.10 Impfbereitschaft

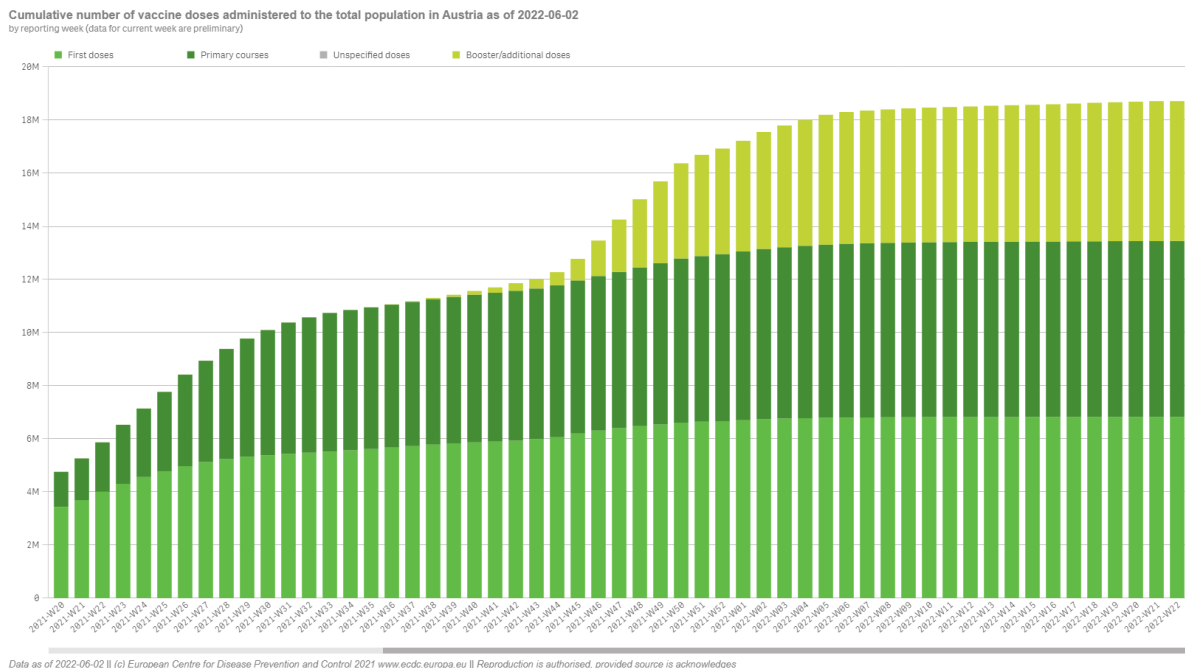


Abbildung 11: Impffortschritt in Österreich nach anhand der Anzahl verimpfter Dosen

Quelle: Our world in Data, John Hopkins University, abgerufen am 02.06.2022 (61)

Ab November 2020 wurden nach und nach die ersten COVID-19-Impfstoffe zugelassen. Zu Beginn war eine Impfung nur für besonders gefährdete Personengruppen möglich. In Abbildung 11 ist die Anzahl der verimpften Impfstoffe im Verlauf angezeigt und farblich in erste Dosis (grün), zweite Dosis (dunkelgrün) und Booster (hellgrün) unterteilt. (94)

Die totalen Zahlen in Prozent (Stand September 2022) teilten sich wie folgt auf:

1. Dosis	2. Dosis	3. Dosis/Booster
6.828.771	6.580.734	4.959.715

Tabelle 3: Impfdosen Aufschlüsselung

Quelle: Eigendarstellung anhand Daten von info.gesundheitsministerium.com (90)

Die totalen Zahlen (Stand Juni.2022) teilten sich wie folgt auf:

4. Dosis	5. Dosis	6. Dosis/Booster
6.828.771	6.580.734	4.959.715

Tabelle 4: Impfdosen Aufschlüsselung

Quelle: Eigendarstellung anhand Daten von info.gesundheitsministerium.com (90)

Insgesamt wurden in Österreich Stand September über 19 Millionen Dosen verimpft. (94)

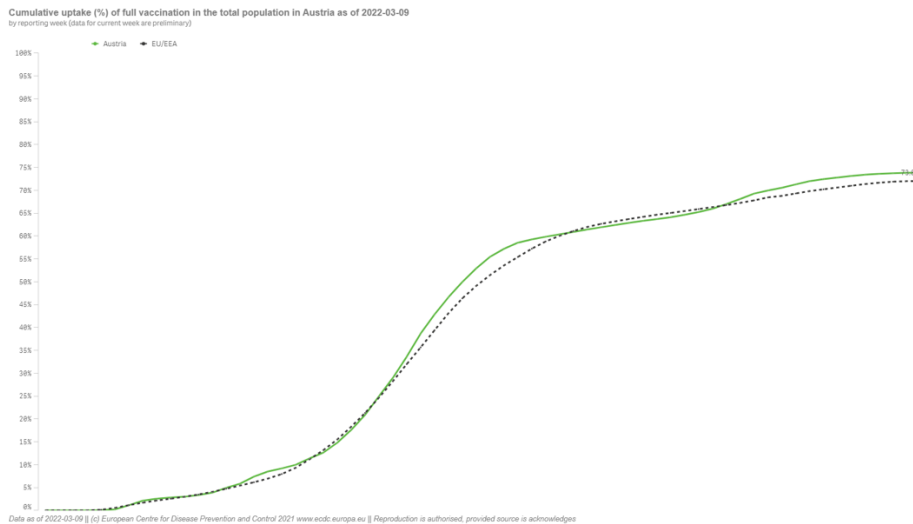


Abbildung 12: Anzahl Geimpfte Österreich / EU in Prozent

Quelle: Our world in Data, John Hopkins University, abgerufen am 02.06.2022 (61)

Trotz ausreichend Impfstoffen war ein großer Anteil der österreichischen Bevölkerung nicht geimpft. Die grüne Linie in Abbildung 12 zeigt an, wie viel Prozent der österreichischen Bevölkerung zu jedem Zeitpunkt der Pandemie bis Stand Juni 2022 geimpft waren. Zum Vergleich wird der europäische Durchschnitt anhand der schwarz-gepunkteten Linie gezeigt. (94). Wie erkennbar verlaufen beiden Linien beinahe deckungsgleich. Österreich reihte sich somit trotz verfügbarer Impfdosen und großflächiger Impfmöglichkeiten im europäischen Mittelfeld ein.

Andere europäische Nationen wie beispielsweise Portugal mit einer Durchimpfungsrate von 94,4 Prozent (Stand Juni 2022) und Spanien mit 86,9 Prozent (Stand Juni 2022) waren im Vergleich weit voraus.(95)

Doch nicht nur die Durchimpfungsrate sondern auch die Natur selbst stellt eine große Stellschraube im Verlauf einer Pandemie dar.

3.16 Mutationen

„Mutation (von latein. Mutatio = Veränderung; Verb mutieren), spontane, d.h. natürlich verursachte oder durch Mutagene induzierte Veränderung des Erbguts (Veränderung der Basensequenz), die sich möglicherweise phänotypisch (Phänotyp; z.B. in Form einer Degeneration) manifestiert.“ (32)

3.16.1 Entstehung

Veränderung ist ein essenzieller Teil des Fortbestehens einer Spezies. Säugetiere, Reptilien, sämtliche Bestandteile der Flora und Fauna sind ihr unterworfen, so auch Bakterien, Viren, Amöben. Viren müssen sich, um ihr Fortbestehen zu garantieren, konstant an ihr Umfeld anpassen. Mutationen geschehen ständig und meist vollkommen zufällig. Grund dafür ist, dass bei Eintreten der RNA in die Wirtszelle diese tausendfach vervielfältigt wird, wobei Fehler entstehen, welche dann wiederum vervielfältigt werden. Diese „fehlerhafte“ RNA wird den frisch hergestellten Viren mit auf den Weg gegeben und sobald diese die nächste Zelle erreichen, wird dieser „Fehler“ erneut kopiert. Es handelt sich bei diesem Virus nun um eine neue Variante. (96)

Es gibt verschiedene Wege, wie Mutationen sich auswirken können.

Primär wird zwischen dem Funktionsverlust (loss of function), Funktionszugewinn (gain of function) und stummen Mutationen, bei denen es zu keinem Unterschied kommt, unterschieden. (96)

Gain-of-function hat für das Virus zur Folge, dass es durch diese Mutation an Funktionen hinzugewinnt beziehungsweise bereits vorhandene Mechanismen verbessert werden. Beim Loss-of-function passiert das genaue Gegenteil. Durch Mutation kommt es zum Verlust einer Funktion oder eine Funktion wird erheblich beeinträchtigt. (96)

3.16.2 Varianten

Essenziell für die Immunität beziehungsweise den Schutz vor einem Erreger ist, dass das Immunsystem weiß, wie dieser aussieht und vor allem, wie es ihn neutralisiert. Verändert sich aufgrund einer Mutation das Antigen so stark, dass die Antikörper nicht mehr binden können oder dieses vom Immunsystem nicht mehr erkannt wird, ist das Immunsystem wieder an Punkt null angelangt und es müssen erneut Milliarden an Antikörpern gebildet werden, um den passenden ausfindig zu machen. Passiert dies und/oder ändert sich die Virulenz und Übertragungsrate, bieten Impfungen und durchgemachte Infektionen einen verringerten Schutz. (97)

Im Zuge dieser Veränderungen entstehen sogenannte „Variants of Concern“, oder „besorgniserregenden Virusvarianten“. Diese treten immer häufiger auf, da SARS-CoV-2 als Mitglied der Familie der RNA-Viren besonders häufig mutiert. (98)

Die wichtigsten Varianten werden kurz vorgestellt.



Abbildung 13: Covid-Varianten

Quelle: Eigendarstellung in Anlehnung an RKI Virologische Basisdaten, abgerufen am 02.06.2022 (17)

3.16.2.1 Alpha – B.1.1.7

Die erste Variant-of-concern, die grobe Veränderungen gegenüber dem Wildtyp aufwies, war Variante Alpha, benannt nach dem ersten Buchstaben im griechischen Alphabet. (98)

Im September 2020 trat diese Variante zum ersten Mal auf. Sie zeichnete sich durch erhöhte Infektiösität und Reproduktionszahlen und ein Talent für Immunevasion aus. Das bedeutet, Alpha war besonders gut darin, ein Versteckspiel mit dem Immunsystem zu spielen. Bis im Frühling 2021 dominierte die Alpha-Variante aufgrund ihrer Eigenschaften das weltweite Infektionsgeschehen. Mittlerweile wurde sie jedoch verdrängt durch die Delta-Variante. (98)

Weiters schien die Mortalität bei Infektionen mit der Alpha-Variante höher zu sein als zuvor. (99)

3.16.2.2 Delta – B.1.617.2

Mit einer 40-60 mal höheren Übertragungsrate als Alpha stellte Delta die von März bis Dezember 2021 weltweit dominierende Variante dar. Zum ersten Mal nachgewiesen wurde sie im indischen Bundesstaat Maharashtra von wo aus sie sich zügig über Asien und Europa ausdehnte und deswegen anfangs auch als „indische Variante“ betitelt wurde. (99) Die Delta-Variante bringt es auf 23 Mutationen, 12 davon betreffen das Spike-Protein, was sich in Bezug auf Impfungen und durchgemachte Covid-Infektionen im Puncto Immunität negativ auswirkt und dafür sorgt, dass schwere Verläufe durch Impfungen zwar verhindert, eine Ansteckung per se jedoch nicht mehr mit aktuellen Impfstoffen verhindert werden kann. (100)

Mit der Delta-Variante zeigt sich eine deutlich rapidere Verschlechterung des Zustands Infizierter bei schwerem Verlauf. Patient*innen werden sehr viel schneller und häufiger krank und die Sterblichkeit ist höher. Die Mortalitätszahlen gegenüber Alpha sind erhöht. Die Impfungen von Biontech/Pfizer und Moderna zeigen jedoch einen Schutz vor schwerem Verlauf von mindestens 70 Prozent. (68)

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die Infektionszahlen nach Kalenderwochen und Virusvarianten aufgeschlüsselt. Anhand dieser kann der Umbruch im Infektionsgeschehen von der Alphavariante auf die Deltavariante zeitlich nachvollzogen werden. Auch lässt sich in der letzten Spalte eine neue, noch nicht erwähnte Variante, Omikron, erkennen. (68)

Tabelle 5: Fälle pro Variante im Verlauf

Kalenderwoche	B.1.1.7	B.1.351	P.1	B.1.617.2	B.1.1.529	Fälle
2021	(Alpha)	(Beta)	(Gamma)	(Delta)	(Omikron)	gesamt
19	3268	0	10	17	0	5736
21	1470	3	8	26	0	3160
23	875	0	3	197	0	1685
25	202	0	1	281	0	679
27	87	0	2	755	0	1092
29	30	0	1	2018	0	2531
31	22	0	1	2800	0	3667
33	5	0	0	6036	0	8062
35	2	1	1	8378	0	11308
37	2	0	0	8838	0	13744
39	1	0	0	7715	0	12597
41	1	0	0	9117	0	15363
43	1	0	0	20562	0	34576
45	6	0	0	26670	0	78822
47	0	0	0	12400	6	82691
49	4	0	0	10627	59	29396
51	0	0	0	4459	1345	14727

Quelle: Eigendarstellung anhand Daten von AGES, abgerufen am 22.09.2022 (101)

3.16.3 Omikron

Mit Omikron handelt es sich um die fünfte Variant-of-concern die im Zuge der COVID-19-Pandemie auftrat. Zum ersten Mal bemerkt wurde sie am 26.11.2021 in Südafrika und machte tags darauf bereits Schlagzeilen. (102) Aufgrund der schnellen Reaktion der südafrikanischen Forscher konnte die Information, dass eine neue, zuvor unbekannte und höchstwahrscheinlich problematische Variante vorlag, zügig um die Welt gehen. In Großbritannien, einer der ersten Nationen mit hohen Omikron-Zahlen, verdoppelten sich die Infektionszahlen innerhalb von zwei Tagen, wo dies zuvor bei der Delta-Variante eine Wochen in Anspruch nahm. (102)

3.16.3.1 Infektiösität

Die Omikron-Variante hat sich weltweit durchgesetzt und präsentiert sich als dominierende Variante. Grund dafür: die Omikron-Variante ist hochgradig infektiös, 2.8 Mal infektiöser als ihr Vorgänger Delta. (103)

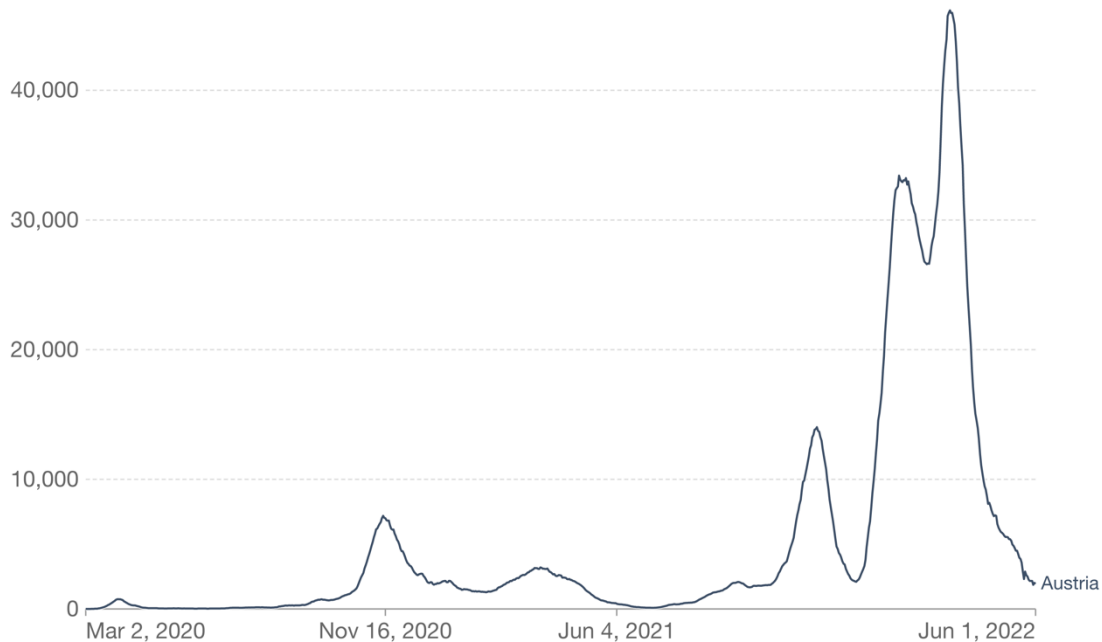
Omikron weist insgesamt 30 Mutationen im Bereich des Spike-Proteins auf, was zu Reinfektionen bei bereits Genesenen und vermehrten Infektionen bei geimpften Personen führt. (104)

Grund dafür ist, dass dieses Spike-Protein die Komponente des Virus ist, auf die wir unser Immunsystem mittels der momentanen Covid-Impfungen sensibilisieren. Die Impfungen sind auf die Spike-Proteine ausgelegt und zeigen gegenüber dieser Variante eine herabgesetzte Wirksamkeit.

Die unten angeführte Abbildung 14 soll die Infektiösität der Omikron-Variante im Vergleich zu ihren Vorgängern nochmals verdeutlichen. Dargestellt ist die Anzahl der täglichen Neuinfektionen seit Beginn der Pandemie in Österreich. Rechts ist die Inzidenz angegeben, die Anzahl an Neuinfektionen pro 100.000 Einwohner, und links die totale Anzahl an Neuinfektionen.

Daily new confirmed COVID-19 cases

7-day rolling average. Due to limited testing, the number of confirmed cases is lower than the true number of infections.



Source: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data

CC BY

Abbildung 14: Infektionszahlen im Verlauf

Quelle: our world in data, John Hopkins University, abgerufen am 22.09.2022 (61)

Nach stetigem Abfall der Infektionszahlen im November und Dezember 2021, wahrscheinlich unter anderem aufgrund des gesetzten dritten Lockdowns, zeigte sich ab 28. Dezember erneut ein massiver Anstieg der Infektionen, korrelierend mit dem Neuauftreten der Omikron-Variante. Abbildung 14 stellt grafisch dar, wie rasch sich die Infektionszahlen in dieser Zeit vervielfachten und innerhalb von zwei Wochen die 20.000 Fälle erreichten. (61)

3.16.3.2 Krankheitsverlauf

Trotz der hohen Neuinfektionen hinkten die Zahlen der neuen Hospitalisierungen und Todesfälle hinterher. Der Krankheitsverlauf bei Patient*innen, welche mit der Omikron-Variante infiziert sind, schien milder zu sein als noch davor bei der Delta-Variante. (17)

Um dies in Zahlen darzustellen wurden die Neuinfektionen und die Neuzugänge auf COVID-Normalstation und COVID-Intensivstation in Tabelle 6 dargestellt. Es lässt sich erkennen, dass die Neuinfektionen im Jahr 2022 massiv anstiegen, die Anzahl der Patient*innen der COVID-Stationen jedoch anteilsmäßig weit geringer ausfiel, als bei solch hohen Zahlen zu erwarten wäre.

Datum	Neuinfektionen	Normalstation	Intensivstation
20.11.2021	14.404	2347	525
30.11.2021	10.966	2769	646
10.12.2021	4824	2049	588
20.12.2021	1950	1273	482
10.01.2022	12704	693	241
20.01.2022	29733	892	196
30.01.2022	26215	1373	176
10.02.2022	33537	1872	189
20.02.2022	21475	2026	188
10.03.2022	50013	2509	178
20.03.2022	31473	2814	203
10.04.2022	7421	2233	183

Tabelle 6: Neuinfektionen und Hospitalisierungen im Verlauf

Quelle: Eigendarstellung anhand Daten des AGES Covid-19-Dashboard, abgerufen am 22.09.2022 (62)

Studien zeigten, dass Omikron größere Schwierigkeiten beim Eindringen der Zelle hätte als noch sein Vorgänger und die Replikationsrate, also die Vermehrung innerhalb der Zelle, ebenfalls verringert ist und die Übertragung auf andere Zellen schwerer fällt. Diese Faktoren erklärten die weithin beobachteten schwächeren Verläufe bei SARS-CoV-2-Infektionen mit der Omikron-Variante. (104)

Die Symptome der Omikron-Variante sind denen der Vorgänger stark ähnlich, wobei die generelle Symptomatik meist milder ausfällt. Der Verlust des Geruchs- und Geschmackssinns kommt selten vor, ein starker Schnupfen und häufiges Niesen sind jedoch charakteristisch für die Omikron-Variante. (17)

Aufgrund der hohen Fallzahlen und der verhältnismäßig milden Verläufe zeigte sich in der wissenschaftlichen Welt zunehmend Hoffnung, dass diese Variante eventuell die sogenannte „endemische Phase“ einläuten könnte. Genauere Aussagen dazu können zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieser Diplomarbeit jedoch noch nicht getroffen werden.

3.17 Was bringt die Zukunft?

Das Ziel dieser langen Reise ist die endemische Phase, der Weg in eine „neue“ Realität.

Das Ende der Pandemie stellt die sogenannte endemische Phase dar bei der ein Erreger von konstanter weltweiter und länderübergreifender Omnipräsenz in lokal begrenztes erhöhtes Auftreten übergeht.

SAGE (Scientific advisory group for emergencies – gov.uk) hat vier Möglichkeiten vorgestellt, wie die Pandemie weiter verlaufen kann. Diese sind von der besten zur schlechtesten Prognose gereiht. (105)

3.17.1 Szenario 1 – Best case:

Neue Varianten treten auf, die aber in ihrer Ansteckungsrate und Schweregrad nicht zunehmen. Es kommt nur zu saisonalen Ausbrüchen in den Winter- und Frühlingsmonaten. Booster sind nur mehr für Vulnerable notwendig. (105)

3.17.2 Szenario 2 – Optimistisch

Die steigende Immunität sorgt für weniger schwere Fälle. Es kommt ebenfalls zu saisonalen Ausbrüchen mit guten Jahren und schlechten Jahren, wobei in den schlechten die Übertragungsrate und Schwere der Verläufe steigt. Schwere Verläufe beschränken sich auf vulnerable Gruppen und jene ohne Immunität. In schlechten Jahren erhält jede/r eine Boosterimpfung. (105)

3.17.3 Szenario 3 – Pessimistisch

Die weltweit hohen Infektionszahlen gemeinsam mit der steigenden Immunität in der Bevölkerung sorgen für unkontrolliertes und willkürliches Auftreten neuer Varianten mit höher Übertragungsrate. Ausbrüche treten das ganze Jahr über immer wieder auf. Impfungen müssen jährlich in sämtlichen Personengruppen durchgeführt werden. (105)

3.17.4 Szenario 4 -Worst case

Hohe weltweite Infektionszahlen, unvollständige Durchimpfung, Zirkulieren des Erregers in Tieren und das Auftreten neuer Varianten treten bei diesem Szenario auf. Unvorhergesehen Verhaltensänderungen des Virus sorgen für eine Änderung der gefährdeten Personengruppen, Schweregrad und Todesrate. Großflächige Impfkampagnen sind notwendig. (105)

Diese vier Szenarien könnten unsere neue Realität werden. Welche dieser Vorhersagen sich bewahrheiten wird, wird sich voraussichtlich in den nächsten Monaten zeigen.

Genauerer kann unter folgenden Link nachgelesen werden:
<https://www.healthline.com/health/>

4 Diskussion

Mehr als zwei Jahre sind es mittlerweile, seit in Wuhan auf eine eigenartige Lungenentzündung auffiel, zwei Jahre gefüllt mit Angst, Hoffnung, Unsicherheit, Verlust, Zusammenhalt, Hilflosigkeit, Kreativität, neuen Wegen, alten Lösungen. Zwei Jahre, in denen es so rasch wie nie zuvor gelungen ist, eine neue Erkrankung zu erkennen, alle Gene des auslösenden Virus nachzuweisen, eine hochwirksame Impfung zu entwickeln und in vielen Ländern die Mehrheit der Bevölkerung vollständig zu impfen und damit zumindest gegen schwere Verläufe gut zu schützen.

Ab den ersten Meldungen aus China wurde innerhalb kürzester Zeit die Welt der Wissenschaft, aber auch das tägliche Leben mit Informationen, Mutmaßungen, Meinungen und Annahmen geflutet. Richtig und falsch und seriöse von unseriöser Quelle zu unterscheiden, gestaltet sich als schwierig und ist für Personen, die keine wissenschaftliche Grundbildung haben und mit den Naturwissenschaften keine Berührungspunkte aufweisen, nur schwer nachzuvollziehen. Aussagen und Prognosen wurden häufig einige Tage später aufgrund neuer Erkenntnisse revidiert oder angepasst, was ein normaler Vorgang bei brandaktuellen Forschungsthemen ist. Dies wurde aber in der Bevölkerung oft als „Unverlässlichkeit“ („also sie wissen es ja selber nicht!“) aufgefasst. In Kombination mit der angespannten Situation führte dies schnell zu grundlegendem Misstrauen, welche Fehlinformationen und Ausnutzen der Situation durch bestimmte Individuen für ihre eigenen Zwecke Tür und Tor öffnete.

Das Vertrauen und auch der Glauben an die Wissenschaft sowie die Gesundheitskompetenz sind in Österreich seit jeher geringer als in vielen anderen Ländern. Häufig werden Emotionen („ich hab kein gutes Gefühl“) mit Fakten vertauscht und Einzelfälle im näheren Umfeld als absolut gesehen sowie die genutzten Informationsquellen nicht hinterfragt. Erfahrungsgemäß halten sich zudem die meisten Menschen für jünger und gesünder als sie sind, und auch „magisches Denken“ ist stark verbreitet („ich bin so fit und gehe regelmäßig in den Wald, mir wird nichts Schlimmes passieren).

4.1 Warum ist dieses Thema so wichtig?

Information ist wichtig. Sie bildet die Grundlage meiner Meinungen, meiner Ansichten und meiner Lebensgestaltung. Vor allem der letztere Punkt spielte in den letzten Jahren eine große Rolle. Als Medizinstudentin erschlossen sich mir von Beginn an andere Möglichkeiten zur Informationsbeschaffung als Personen, die keine Erfahrung mit Literatursuche und Quellenkompetenz haben. Ich wusste, wie eine Impfung ganz grundsätzlich funktioniert, warum Viren und Bakterien nicht gleich sind und warum eine intensivmedizinische Behandlung so viel mehr als nur das Vorhandensein von Beatmungsgeräten bedeutet. Mir wurden oft Fragen gestellt, die schwierig zu beantworten waren, fehlte dem Gegenüber oft wichtiges Grundwissen zur Thematik. Hier wäre mittelfristig eine bessere Vermittlung von wissenschaftlichem Denken und Erlernen von Quellenkompetenz ab dem Kindesalter erforderlich. Aktuell wäre es dennoch wichtig, gesellschaftlich eine faktenbasierte Diskussion zu führen und eine klare Linie beizubehalten, insbesondere angesichts der voraussichtlich noch größeren Probleme, die im Rahmen des Klimawandels zu befürchten sind. Auch hier müsste die wissenschaftliche Sachlage die Grundlage politischer Entscheidungen bilden.

4.2 Conclusio

Orientiert habe ich mich bei der Auswahl der verschiedenen Themen rund um die SARS-CoV-2 - Pandemie an häufigen Fragen, die ich mir selbst stellte oder andere mir stellten und machte mich dann auf die Suche nach seriösen Antworten. Der Hauptfokus jedoch bestand darin, das was bereits bekannt ist, in laienverständliche Sprache zu „übersetzen“, so dass es für so viele wie möglich zugänglich ist. Dies entspricht dem „Science to Public“ Ansatz, der an den Universitäten Österreichs und der Welt sicherlich noch deutlich ausgebaut werden könnte und sollte.

Dabei stieß ich ob der Aktualität der Thematik immer wieder an Grenzen. Viele Informationen lagen noch nicht vor oder änderten sich rasch, das Ausmaß der Langzeitfolgen einer COVID-19-Erkrankung nur als ein Beispiel von vielen. Neue Erkenntnisse wurden diskutiert, Prognosen aufgestellt und teils bereits kurz darauf wieder verworfen.

Grund dafür ist die stetige Entwicklung und Veränderung dieses Virus. Die Datenlage zu neueren Varianten und Langzeitfolgen ist noch unzureichend und lässt nur Schätzungen zum weiteren Verlauf der Pandemie zu.

Ein gutes Beispiel dafür stellt die Omikron-Variante dar, deren Infektiösität zu Beginn für massive Schlagzeilen und Angst sorgte, sich jedoch mit deutlich weniger Hospitalisationen präsentierte als die Delta-Variante davor.

Es ist also eine hohe Zahl an Informationen und Daten vorhanden, deren Interpretation und Auffinden gestaltet sich jedoch häufig als sehr schwierig oder ein hohes Maß an Vorwissen wird vorausgesetzt, um sie nachvollziehen zu können.

Gezielte Antworten auf essenzielle Fragen waren außerhalb der Fachliteratur schwierig zu finden und würden für einen Laien nach einigen Minuten erfolgloser Suche wahrscheinlich das Ende der Recherche bedeuten.

Der Diskurs muss gerade bei solch gesellschaftlich relevanten Themen jedoch über die Fachwelt hinaus erweitert und möglichst verständlich vermittelt werden, da wichtige Maßnahmen dann überhaupt erst oder besser von der Bevölkerung mitgetragen werden. Häufig waren es nur kleine Basisinformationen, die zum Verständnis fehlten. Daher sollten Begriffserklärungen, ich nehme hier als Beispiel die 7-Tages-Inzidenz, direkt auf der Seite, die sie anzeigt, auch erklärt werden. Abseits der digitalen Recherche war die analoge Berichterstattung in klassischen Medien sehr ernüchternd. Es fanden sich kaum gute Erklärungen für momentane Maßnahmen oder das Pandemiegeschehen, manche Medien scheinen auf der ewigen Quotenjagd sogar absichtlich Fehlinformationen zuzulassen.

Immer wieder stieß ich auf Ressourcen, die für mich verständlich, waren aber bei Bekannten Fragen aufwarfen. Besonders die intensivmedizinischen Aspekte, waren ein Schloss mit sieben Siegeln – was bedeutet es, auf eine Intensivstation verlegt zu werden? Häufig war unklar, was eine Intubation bedeutet oder was eine ECMO eigentlich ist und auch die Schwere einer intensivpflichtigen Erkrankung und der lange Weg ins Leben weit unterschätzt.

Dieses Nicht-Wissen und das Gefühl der Überforderung führt unweigerlich zu Frustration und zu einer Empfänglichkeit gegenüber einfacheren Erklärungen aus dubiosen Quellen.

Um ein besseres Verständnis für den Alltag auf Intensivstationen während der Pandemie zu bekommen, bietet sich die Dokumentation „Charité Intensivstation 43“ an die unter www.allesmachtdicht.com oder in der ARD-Mediathek zu finden ist.

Wie gefährlich und problematisch das Fehlen von richtiger Information sein kann, zeigt sich anhand der Durchimpfungsrate.

Das Thema Impfung wurde von vielen mehr emotional als rational betrachtet, im Zweifel entschieden sich dann viele gegen eine Impfung oder wollten noch abwarten, zumeist ohne besonderen Grund. Im „Pokerspiel des Lebens“ ist aber auch das Unterlassen einer Impfung eine Entscheidung, die leider schwerwiegende Konsequenzen haben kann. Obwohl viel Energie in Impfkampagnen floss, ist es weiterhin schwierig, genaue, aber dennoch verständliche Informationen zu finden, denn die Wenigsten werden die Originalstudien herausuchen und lesen. Eine schnelle Youtube Suche jedoch birgt die Gefahr, die reißerischsten und verstörendsten Videos zuerst zu liefern, gleichzeitig werden immer neue, ähnliche Videos gezeigt, die scheinbare Bestätigung zu den Theorien zeigen können. Dadurch entsteht eine Wiederhallkammer, die diese Fehlinformationen immer wieder bestätigt. Das Youtube-Format STRG-F (Steuerung-F) hat zu diesem Thema ebenfalls recherchiert.

Woher kommt diese Überzeugung, die Situation besser zu verstehen als SpezialistInnen? Der Dunning-Kruger-Effekt beschreibt dieses Phänomen. Die beiden Psychologen stellten schon vor Jahren fest, dass Personen mit geringen Fähigkeiten und Wissen bezogen auf einen Fachbereich dazu neigen, sich selbst in ihrem Können und Wissen zu überschätzen. Wenn man jedoch tiefer in ein Thema eintauche, erkenne man erst die Komplexität, die dahinter steckt.

Sokrates, der heute als ein Meister der Philosophie gilt, beschrieb dies schon vor tausenden Jahren mit dem berühmten Zitat „Ich weiß, dass ich nichts weiß.“

Um Fehlinformation entgegenzuwirken, braucht es verständliche Informationsprogramme, die genau dort ansetzen, wo der Wissensstand der Allgemeinbevölkerung liegt.

Je höher das Verständnis und das Grundwissen des Laien, umso einfacher ist es, neue Erkenntnisse an diese zu übermitteln, gleichzeitig besteht aber auch die Chance, durch Eigenrecherche mit verlässlichen Quellen bei Bedarf tiefer in die Materie einzutauchen.

Oft reicht jedoch bereits eine simple Begriffserklärung, um ein Thema verständlich zu machen, was äußerst wichtig ist, denn nur ein aufgeklärter Mensch kann qualitativ hochwertige Entscheidungen für sein eigenes Leben treffen.

Die Medizin und die Wissenschaft sind faszinierend genug, man muss aus ihnen kein Geheimnis machen.

5 Literaturverzeichnis

1. WHO/Europa | Ausbruch der Coronavirus-Krankheit (COVID-19) - Das Virus [Internet]. [cited 2022 Jan 1]. Available from: <https://www.euro.who.int/de/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/novel-coronavirus-2019-ncov>
2. COVID-19 - AMBOSS [Internet]. [cited 2023 Aug 16]. Available from: <https://next.amboss.com/de/article/gG0FAh>
3. RKI - Coronavirus SARS-CoV-2 - Epidemiologischer Steckbrief zu SARS-CoV-2 und COVID-19 [Internet]. [cited 2022 Mar 16]. Available from: https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html;jsessionid=90413C4409519C2FD367BB0977B82136.internet101?nn=13490888#doc13776792bodyText9
4. Ammon A. Epidemiologie der Infektionskrankheiten. Medizinische Mikrobiol und Infekt [Internet]. 2020 [cited 2022 Jan 1];201–7. Available from: [https://link-1springer-1com-1qch834z201ff.han.medunigraz.at/chapter/10.1007/978-3-662-61385-6_20](https://link-1.springer-1com-1qch834z201ff.han.medunigraz.at/chapter/10.1007/978-3-662-61385-6_20)
5. RKI - Ebolafieber - Antworten auf häufig gestellte Fragen zu Ebolafieber [Internet]. [cited 2022 Jun 29]. Available from: <https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/Ebola/Ebola.html>
6. Kiehl W. RKI-Fachwörterbuch Infektionsschutz und Infektionsepidemiologie [Internet]. Robert Koch-Institut. RKI; 2015 [cited 2022 Jun 29]. 14, 107ff. p. Available from: https://www.rki.de/DE/Content/Service/Publikationen/Fachwoerterbuch_Infektionsschutz.pdf?__blob=publicationFile
7. Bakterien oder Viren? » Unterschiede & Behandlung | MeinMed.at [Internet]. [cited 2022 Mar 7]. Available from: <https://www.minimed.at/medizinische-themen/infektion-allergie/bakterien-viren/>
8. RKI - RKI-Ratgeber - Pest [Internet]. [cited 2022 Feb 23]. Available from: https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Pest.html;jsessionid=7A2A3664998C45D4CCDA10B2531A1438.internet051#doc10166986bodyText4
9. Martini M, Gazzaniga V, Bragazzi NL, Barberis I. The Spanish Influenza Pandemic: A lesson from history 100 years after 1918. *J Prev Med Hyg.* 2019;60(1):E64–7.
10. Buda S, Köpke K, Schweiger B, Biere B, Duwe S, Fiebig L, et al. Bericht zur Epidemiologie der Influenza in Deutschland Saison 2009/10 [Internet]. Berlin; 2010. Available from: https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/I/Influenza/Pandemie/Saisonbericht_2009_10.pdf?__blob=publicationFile
11. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard | WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard With Vaccination Data [Internet]. [cited 2022 Mar 7]. Available from: <https://covid19.who.int/>
12. Pandemie – Wikipedia [Internet]. [cited 2022 Jan 1]. Available from: <https://de.wikipedia.org/wiki/Pandemie>

13. Glatter KA, Finkelman P. History of the Plague: An Ancient Pandemic for the Age of COVID-19. *Am J Med* [Internet]. 2021 Feb 1 [cited 2021 Nov 12];134(2):176. Available from: [/pmc/articles/PMC7513766/](#)
14. Rapezzi C, Tavazzi L, Ferrari R. The ‘Black Death’ and the physician at the time of COVID-19. *Eur Heart J* [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2021 Nov 12];41(37):3501–2. Available from: [/pmc/articles/PMC7314081/](#)
15. Spanische_Grippe [Internet]. [cited 2022 Mar 16]. Available from: https://www.bionity.com/de/lexikon/Spanische_Grippe.html
16. Rosner D. “Spanish flu, or whatever it is....”: The paradox of public health in a time of crisis. *Public Health Rep.* 2010;125(SUPPL. 3):37–47.
17. RKI - Coronavirus SARS-CoV-2 - SARS-CoV-2: Virologische Basisdaten sowie Virusvarianten [Internet]. [cited 2021 Nov 16]. Available from: https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Virologische_Basisdaten.html;jsessionid=A9BC6A8C6C8A54C226CFD8F7CDAF49CB.internet111?nn=13490888
18. Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) [Internet]. [cited 2022 May 29]. Available from: https://www.who.int/health-topics/severe-acute-respiratory-syndrome#tab=tab_1
19. Gorbalenya AE, Baker SC, Baric RS, de Groot RJ, Drosten C, Gulyaeva AA, et al. The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nat Microbiol* 2020 54 [Internet]. 2020 Mar 2 [cited 2022 Mar 15];5(4):536–44. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41564-020-0695-z>
20. Shi M, Lin X, Tian J et al. Redefining the intervertebrate RNA virosphere. *Nat* 2016 5407634. 2016;(540).
21. Shereen MA, Khan S, Kazmi A, Bashir N, Siddique R. COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses. *J Adv Res* [Internet]. 2020;24:91–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2020.03.005>
22. De Wit E, Van Doremalen N, Falzarano D, Munster VJ. SARS and MERS: Recent insights into emerging coronaviruses. *Nat Rev Microbiol.* 2016;14(8):523–34.
23. RKI - MERS-Coronavirus - Informationen des RKI zu MERS-Coronavirus [Internet]. [cited 2022 Jan 4]. Available from: https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/M/MERS_Coronavirus/MERS-CoV.html
24. Haider N, Rothman-Ostrow P, Osman AY, Arruda LB, Macfarlane-Berry L, Elton L, et al. COVID-19—Zoonosis or Emerging Infectious Disease? *Front Public Heal* [Internet]. 2020 Nov 26 [cited 2021 Nov 23];8. Available from: [/pmc/articles/PMC7725765/](#)
25. Wu YC, Chen CS, Chan YJ. The outbreak of COVID-19: An overview. Vol. 83, *Journal of the Chinese Medical Association.* 2020.
26. CDC Museum COVID-19 Timeline | David J. Sencer CDC Museum | CDC [Internet]. [cited 2021 Dec 2]. Available from: <https://www.cdc.gov/museum/timeline/covid19.html>

27. Lau H, Khosrawipour V, Kocbach P, Mikolajczyk A, Schubert J, Bania J, et al. The positive impact of lockdown in Wuhan on containing the COVID-19 outbreak in China. *J Travel Med.* 2021;27(3).
28. Ausbreitung des neuartigen Coronavirus (SARS-CoV-2 / COVID19) in Österreich - coronatracker.at [Internet]. [cited 2021 Dec 4]. Available from: <https://coronatracker.at/>
29. Eckert A, Higgins D. 23312 [Internet]. CDC; Available from: <https://phil.cdc.gov/details.aspx?pid=23312>
30. Harrison AG, Lin T, Wang P. Mechanisms of SARS-CoV-2 Transmission and Pathogenesis. *Trends Immunol.* 2020;41(12):1100–15.
31. Infektiöse Aerosole in Innenräumen | Umweltbundesamt [Internet]. [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/innenraumluft/infektioese-aerosole-in-innenraeumen#wie-entstehen-aerosole-die-sars-cov-2-viren-enthalten->
32. Herder. *Lexikon der Biologie* [Internet]. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag; 1994. Available from: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/mutation/44508>
33. Rothan HA, Byrareddy SN. The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. Vol. 109, *Journal of Autoimmunity.* 2020.
34. Majumder J, Minko T. Recent Developments on Therapeutic and Diagnostic Approaches for COVID-19. *AAPS J* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2021 Nov 29];23(1). Available from: </pmc/articles/PMC7784226/>
35. Polymerase-Kettenreaktion – Wikipedia [Internet]. [cited 2022 May 29]. Available from: <https://de.wikipedia.org/wiki/Polymerase-Kettenreaktion>
36. Yüce M, Filiztekin E, Özkaya KG. COVID-19 diagnosis —A review of current methods. *Biosens Bioelectron* [Internet]. 2021 Jan 15 [cited 2021 Nov 29];172:112752. Available from: </pmc/articles/PMC7584564/>
37. Bruhn H. *LaborMedizin: Indikationen, Methodik und Laborwerte; Pathophysiologie und Klinik.* Schattauer Verlag; 2008. S.117.
38. RKI - Coronavirus SARS-CoV-2 - Empfehlungen zu Isolierung und Quarantäne bei SARS-CoV-2-Infektion und -Exposition, Stand 2.5.2022 [Internet]. [cited 2023 Jul 6]. Available from: https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Quarantaene/Absonderung-2022-05-02.html
39. Science Brief: SARS-CoV-2 Infection-induced and Vaccine-induced Immunity | CDC [Internet]. [cited 2022 Mar 16]. Available from: https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-briefs/vaccine-induced-immunity.html#anchor_1635540634417
40. Meng X, Deng Y, Dai Z, Meng Z. COVID-19 and anosmia: A review based on up-to-date knowledge. *Am J Otolaryngol* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2021 Nov 24];41(5):102581. Available from: </pmc/articles/PMC7265845/>

41. Bilinska K, Butowt R. Anosmia in COVID-19: A Bumpy Road to Establishinga Cellular Mechanism. *ACS Chem Neurosci* [Internet]. 2020 Aug 5 [cited 2021 Nov 25];11(15):2152. Available from: [/pmc/articles/PMC7467568/](#)
42. Walker A, Kelly C, Pottinger G, Hopkins C. Parosmia-a common consequence of covid-19. *BMJ* [Internet]. 2022 [cited 2023 Jul 6];377. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35477684/>
43. Gibson PG, Qin L, Puah SH. COVID-19 acute respiratory distress syndrome (ARDS): clinical features and differences from typical pre-COVID-19 ARDS. *Med J Aust* [Internet]. 2020 Jul 1 [cited 2021 Nov 26];213(2):54-56.e1. Available from: [/pmc/articles/PMC7361309/](#)
44. Heidinger BH, Kifjak D, Prayer F, Beer L, Milos RI, Röhrich S, et al. Radiological manifestations of pulmonary diseases in COVID-19. *Radiologe* [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2021 Nov 29];60(10):908–15. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00117-020-00749-4>
45. Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) - via medici: leichter lernen - mehr verstehen [Internet]. [cited 2022 Jan 3]. Available from: <https://viamedici.thieme.de/lernmodul/6431911/subject/innere+medizin/atmungssystem+pneumologie/atemwege+und+lungenparenchym/acute+respiratory+distress+syndrom+ards>
46. Wiesner O, Busch M, David S. Therapie schwerer COVID-19-Verläufe in der Intensivmedizin. *Internist (Berl)* [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2021 Dec 6];61(8):1. Available from: [/pmc/articles/PMC7378303/](#)
47. Zheng KI, Feng G, Liu WY, Targher G, Byrne CD, Zheng MH. Extrapulmonary complications of COVID-19: A multisystem disease? Vol. 93, *Journal of Medical Virology*. 2021.
48. Fajgenbaum DC, June CH. Cytokine Storm. *N Engl J Med* [Internet]. 2020 Dec 3 [cited 2022 Jan 3];383(23):2255–73. Available from: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMra2026131>
49. Majumder J, Minko T. Recent Developments on Therapeutic and Diagnostic Approaches for COVID-19. *AAPS J* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2021 Dec 6];23(1). Available from: [/pmc/articles/PMC7784226/](#)
50. Guérin C, Reignier J, Richard J-C, Beuret P, Gacouin A, Boulain T, et al. Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med* [Internet]. 2013 Jun 6 [cited 2022 Mar 7];368(23):2159–68. Available from: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmoa1214103>
51. Navas-Blanco JR, Dudaryk R. Management of Respiratory Distress Syndrome due to COVID-19 infection. *BMC Anesthesiol* [Internet]. 2020 Jul 20 [cited 2021 Dec 6];20(1). Available from: [/pmc/articles/PMC7369540/](#)
52. Oczenski W. Nicht-invasive Beatmung. In: *Atmen - Atemhilfen* [Internet]. 9. Auflage. Thieme Verlag; 2012. p. 370ff. Available from: <https://www.thieme-connect.de/products/ebooks/lookinside/10.1055/b-0034-20952>
53. Halaçlı B, Kaya A, Topeli A. Critically ill COVID-19 patient. *Turkish J Med Sci* [Internet]. 2020 [cited 2021 Dec 6];50(3):585. Available from:

/pmc/articles/PMC7195980/

54. Chavez S, Long B, Koefman A, Liang SY. Coronavirus Disease (COVID-19): A primer for emergency physicians. *Am J Emerg Med*. 2021;44.
55. Piepho T, Cavus E, Noppens R, Byhahn C, Dörjes V, Zwissler B, et al. S1-Leitlinie Atemwegsmanagement. *Anaesthesist* [Internet]. 2015 Nov 1 [cited 2023 Jul 6];64(11):859–73. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00101-015-0087-6>
56. Intubationsalgorithmus COVID-19 | Mediziner für Mediziner gegen Covid 19 [Internet]. [cited 2022 Mar 15]. Available from: <https://m4mvscovid.de/de/beatmung/intubationsalgorithmus-covid-19/>
57. Makdisi G, Wang IW. Extra Corporeal Membrane Oxygenation (ECMO) review of a lifesaving technology. *J Thorac Dis* [Internet]. 2015 [cited 2022 Jan 3];7(7):E166. Available from: </pmc/articles/PMC4522501/>
58. Misra M. The basics of hemodialysis equipment. *Hemodial Int* [Internet]. 2005 [cited 2022 Jan 3]; Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1492-7535.2005.01115.x>
59. Armstrong RA, Kane AD, Cook TM. Outcomes from intensive care in patients with COVID-19: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Anaesthesia* [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2021 Dec 7];75(10):1340–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32602561/>
60. Armstrong RA, Kane AD, Kursumovic E, Oglesby FC, Cook TM. Mortality in patients admitted to intensive care with COVID-19: an updated systematic review and meta-analysis of observational studies. *Anaesthesia* [Internet]. 2021 Apr 1 [cited 2021 Dec 7];76(4):537–48. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/anae.15425>
61. Austria: Coronavirus Pandemic Country Profile - Our World in Data [Internet]. [cited 2022 Jun 3]. Available from: <https://ourworldindata.org/coronavirus/country/austria>
62. Aktuelle Situation - AGES Dashboard COVID19 [Internet]. [cited 2022 Jun 2]. Available from: <https://covid19-dashboard.ages.at/dashboard.html>
63. Amenta EM, Spallone A, Rodriguez-Barradas MC, Sahly HME, Atmar RL, Kulkarni PA. Postacute COVID-19: An Overview and Approach to Classification. *Open forum Infect Dis* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2021 Dec 8];7(12). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33403218/>
64. Long COVID | Gesundheitsportal [Internet]. [cited 2021 Dec 9]. Available from: <https://www.gesundheit.gv.at/krankheiten/immunsystem/coronavirus-covid-19/long-covid>
65. Crook H, Raza S, Nowell J, Young M, Edison P. Long covid-mechanisms, risk factors, and management. *BMJ* [Internet]. 2021 Jul 26 [cited 2021 Dec 9];374. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34312178/>
66. RKI - Coronavirus SARS-CoV-2 - Long COVID (Stand: 4.8.2023) [Internet]. [cited 2023 Aug 21]. Available from: https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/NCOV2019/FAQ_Liste_Gesundheitliche_Lanzeitfolgen.html

67. Davis HE, Assaf GS, McCorkell L, Wei H, Low RJ, Re'em Y, et al. Characterizing Long COVID in an International Cohort: 7 Months of Symptoms and Their Impact. medRxiv [Internet]. 2020 Dec 27 [cited 2021 Dec 9];2020.12.24.20248802. Available from: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.12.24.20248802v2>
68. Moreno-Pérez O, Merino E, Leon-Ramirez JM, Andres M, Ramos JM, Arenas-Jiménez J, et al. Post-acute COVID-19 syndrome. Incidence and risk factors: A Mediterranean cohort study. J Infect [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2021 Dec 9];82(3):378–83. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33450302/>
69. RKI - Coronavirus SARS-CoV-2 - Virus und Epidemiologie (Stand: 30.9.2021) [Internet]. [cited 2021 Dec 10]. Available from: https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/NCOV2019/FAQ_Liste_Epidemiologie.html
70. Hygiene beachten - infektionsschutz.de [Internet]. [cited 2022 Mar 16]. Available from: <https://www.infektionsschutz.de/coronavirus/alltag-in-zeiten-von-corona/hygiene-beachten/>
71. Kerl J, Gena AW, Alsaad H, Voelker C, Dellweg D. Influence of wearing masks on exhaled air aerodynamics. J Med Eng Technol [Internet]. 2022 Feb 18 [cited 2022 Feb 27];1–12. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35176956/>
72. Zuge I, Identifikation Z. Evidenz und Empfehlungsstärke zu den Grundprinzipien Mund - Nasen - Schutz (MNS), Abstand , Hygiene und Quarantäne sowie zu reisebezogenen Maßnahmen – Update. 2021;
73. BMSGPK. Behördliche Vorgangsweise bei SARS- CoV-2 Kontaktpersonen: Kontaktpersonennachverfolgung. 2021;3–15. Available from: https://www.sozialministerium.at/dam/jcr:0606b9e2-72f6-4589-9816-2107c7c46e7f/Behördliche_Vorgangsweise_bei_SARS-CoV-2_Kontaktpersonen_Kontaktpersonennachverfolgung.pdf
74. Dudenredaktion. Quarantäne ▷ Rechtschreibung, Bedeutung, Definition, Herkunft | Duden [Internet]. [cited 2023 Aug 16]. Available from: <https://www.duden.de/node/116946/revision/1232472>
75. COVID-19 (SARS-CoV-2) [Internet]. [cited 2023 Jul 6]. Available from: <https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Uebertragbare-Krankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/Neuartiges-Coronavirus.html>
76. Chia PY, Ong SWX, Chiew CJ, Ang LW, Chavatte J-M, Mak T-M, et al. Virological and serological kinetics of SARS-CoV-2 Delta variant vaccine-breakthrough infections: a multi-center cohort study. medRxiv [Internet]. 2021 Jul 31 [cited 2021 Dec 15];2021.07.28.21261295. Available from: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.07.28.21261295v1>
77. COVID-19 (SARS-CoV-2) [Internet]. Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz. [cited 2023 Jul 6]. Available from: <https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Uebertragbare-Krankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/Neuartiges-Coronavirus.html#surveillance-epidemiologische-ueberwachung>
78. COVID-19-Pandemie in Österreich – Wikipedia [Internet]. [cited 2022 Mar 15]. Available from: https://de.wikipedia.org/wiki/COVID-19-Pandemie_in_Österreich

79. Ghosal S, Bhattacharyya R, Majumder M. Impact of complete lockdown on total infection and death rates: A hierarchical cluster analysis. *Diabetes Metab Syndr* [Internet]. 2020 Jul 1 [cited 2021 Dec 10];14(4):707. Available from: </pmc/articles/PMC7227592/>
80. Bergamo's Response to the Coronavirus « Economics « Cambridge Core Blog [Internet]. [cited 2021 Dec 2]. Available from: <https://www.cambridge.org/core/blog/2020/04/18/bergamos-response-to-the-coronavirus-pandemic/>
81. Christian MD. Triage. *Crit Care Clin* [Internet]. 2019 Oct 1 [cited 2021 Dec 2];35(4):575. Available from: </pmc/articles/PMC7127292/>
82. Warum die Herdenimmunität unrealistisch ist - quarks.de [Internet]. [cited 2022 Mar 16]. Available from: <https://www.quarks.de/gesundheit/medizin/warum-ein-impfstoff-die-pandemie-auch-2021-nicht-beendet/>
83. Herdenimmunität – ab wann gilt der Herdenschutz? | vfa [Internet]. [cited 2022 Mar 16]. Available from: <https://www.vfa.de/de/arszneimittel-forschung/impfen/herdenimmunitaet>
84. Entwicklung und Zulassung von Impfstoffen - AGES [Internet]. [cited 2022 Mar 14]. Available from: <https://www.ages.at/mensch/arszneimittel-medizinprodukte/entwicklung-zulassung-von-impfstoffen>
85. Mascellino MT, Di Timoteo F, De Angelis M, Oliva A. Overview of the Main Anti-SARS-CoV-2 Vaccines: Mechanism of Action, Efficacy and Safety. *Infect Drug Resist* [Internet]. 2021 [cited 2021 Dec 19];14:3459–76. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34511939/>
86. Covid-19 Vaccine Tracker: Latest Updates - The New York Times [Internet]. [cited 2022 Mar 16]. Available from: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/science/coronavirus-vaccine-tracker.html>
87. BMSGPK. COVID-19-Impfungen: Anwendungsempfehlungen des Nationalen Impfgremiums. 2021;1–24. Available from: [https://www.sozialministerium.at/dam/jcr:c8dcc8fe-4ec3-4eb7-b1fb-86cc75845f93/COVID-19-Impfungen__Anwendungsempfehlung_des_Nationalen_Impfgremiums_Version_1.2_\(Stand_25.01.2021\).pdf%0Ahttps://www.sozialministerium.at/Corona-Schutzimpfung/Corona-Schutzimpf](https://www.sozialministerium.at/dam/jcr:c8dcc8fe-4ec3-4eb7-b1fb-86cc75845f93/COVID-19-Impfungen__Anwendungsempfehlung_des_Nationalen_Impfgremiums_Version_1.2_(Stand_25.01.2021).pdf%0Ahttps://www.sozialministerium.at/Corona-Schutzimpfung/Corona-Schutzimpf)
88. RKI - Nebenwirkungen/Komplikationen [Internet]. [cited 2023 Aug 22]. Available from: https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Impfen/Nebenwirkungen/nebenwirkungen_node.html
89. RKI - Impfen - Sicherheit (Stand: 18.11.2021) [Internet]. [cited 2022 Jan 8]. Available from: https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/COVID-Impfen/FAQ_Liste_Sicherheit.html
90. Nasreen S, Chung H, He S, Brown KA, Gubbay JB, Buchan SA, et al. Effectiveness of mRNA and ChAdOx1 COVID-19 vaccines against symptomatic SARS-CoV-2 infection and severe outcomes with variants of concern in Ontario. *medRxiv* [Internet]. 2021 Sep 30 [cited 2022 Jan 6];2021.06.28.21259420. Available from:

<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.06.28.21259420v3>

91. Harder T, Külper-Schiek W, Reda S, Treskova-Schwarzbach M, Koch J, Vygen-Bonnet S, et al. Effectiveness of COVID-19 vaccines against SARS-CoV-2 infection with the Delta (B.1.617.2) variant: second interim results of a living systematic review and meta-analysis, 1 January to 25 August 2021. *Euro Surveill* [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2021 Dec 25];26(41):2100920. Available from: <https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2021.26.41.2100920>
92. Bar-On YM, Goldberg Y, Mandel M, Bodenheimer O, Freedman L, Kalkstein N, et al. Protection of BNT162b2 Vaccine Booster against Covid-19 in Israel. *N Engl J Med* [Internet]. 2021 Oct 7 [cited 2022 Jan 6];385(15):1393–400. Available from: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2114255>
93. Cohn BA, Cirillo PM, Murphy CC, Krigbaum NY, Wallace AW. Breakthrough SARS-CoV-2 infections in 620,000 U.S. Veterans, February 1, 2021 to August 13, 2021. *medRxiv* [Internet]. 2021 Oct 14 [cited 2022 Jan 8];2021.10.13.21264966. Available from: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.10.13.21264966v1>
94. Impfdashboard – Corona-Schutzimpfung in Österreich [Internet]. [cited 2022 Mar 14]. Available from: <https://info.gesundheitsministerium.at/impflage>
95. COVID-19 Vaccine Tracker | European Centre for Disease Prevention and Control [Internet]. [cited 2022 Jun 2]. Available from: <https://vaccinetracker.ecdc.europa.eu/public/extensions/COVID-19/vaccine-tracker.html#uptake-tab>
96. Corona: Wie Virusvarianten entstehen und was sie bedeuten - Aktuell - transgen.de [Internet]. [cited 2021 Dec 27]. Available from: <https://www.transgen.de/aktuell/2827.corona-impfstoffe-virus-mutationen.html>
97. Vygen-Bonnet S, Schlaberg J, Koch J. Role, working methods and recommendations of the Standing Committee on Vaccinations (STIKO) in the context of the COVID-19 pandemic. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz*. 2022 Dec 1;65(12):1251–61.
98. RKI - Coronavirus SARS-CoV-2 - Übersicht zu besorgniserregenden SARS-CoV-2-Virusvarianten (VOC) [Internet]. [cited 2021 Dec 27]. Available from: https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Virusvariante.htm?l;jsessionid=F1F5F0B58B606568F08FECA91A48D9E0.internet052?nn=13490888#doc15251984bodyText1
99. SARS-CoV-2-Varianten in Österreich [Internet]. [cited 2021 Dec 28]. Available from: <https://www.ages.at/themen/krankheitserreger/coronavirus/sars-cov-2-varianten-in-oesterreich/>
100. Shieh-zadegan S, Alaghemand N, Fox M, Venketaraman V. Analysis of the Delta Variant B.1.617.2 COVID-19. *Clin Pract* [Internet]. 2021 Oct 21 [cited 2021 Dec 29];11(4):778. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3544471/>
101. Coronavirus - AGES [Internet]. [cited 2022 Jun 3]. Available from: <https://www.ages.at/mensch/krankheit/krankheitserreger-von-a-bis-z/coronavirus>
102. Ecdc. Assessment of the further spread and potential impact of the SARS-CoV-2

Omicron variant of concern in the EU/EEA, 19th update.

103. Chen J, Wang R, Gilby NB, Wei G-W. Omicron Variant (B.1.1.529): Infectivity, Vaccine Breakthrough, and Antibody Resistance. *J Chem Inf Model* [Internet]. 2022 Jan 24 [cited 2022 Feb 15];62(2):412–22. Available from: [/pmc/articles/PMC8751645/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/351645/)
104. Araf Y, Akter F, Tang Y, Fatemi R, Parvez MSA, Zheng C, et al. Omicron variant of SARS-CoV-2: Genomics, transmissibility, and responses to current COVID-19 vaccines. *J Med Virol* [Internet]. 2022 Jan 23 [cited 2022 Feb 15]; Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jmv.27588>
105. Academics: Viral evolution scenarios, 10 February 2022 - GOV.UK [Internet]. [cited 2022 Mar 13]. Available from: <https://www.gov.uk/government/publications/academics-viral-evolution-scenarios-10-february-2022>

6 Anhang

6.1 Anhang 1 – Factsheet Impfreaktion, Impfschaden, Impfkomplication

Erstellt von: Julia Mayr

NEBENWIRKUNGEN UND IMPFSCHÄDEN

WO EINE WIRKUNG IST, GIBT ES AUCH EINE NEBENWIRKUNG.

Impfstoffe sind hier keine Ausnahme. Die Ursache für diese Nebenwirkungen ist leicht zu finden: das Immunsystem ist damit beschäftigt, eine „Infektion“, welche wir ihm vorgaukeln, abzuwehren und löst dabei eine Immunreaktion aus.

NORMALE IMPFREAKTION CA. 80%



Kopfschmerz



Müdigkeit



Krankheitsgefühl
Fieber



Schmerz an
Einstichstelle

Wollen Sie noch mehr dazu wissen?
Der Youtube-Kanal **Kurzgesagt** hat dazu
ein sehr spannendes Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=4E0dwFS72gk>

In sehr seltenen Fällen, ca. 0,1% kommt es zu weiteren Nebenwirkungen, sogenannten Impfkomplicationen:

- **Allergische Reaktionen**
- **Leichte Form der geimpften Erkrankung**

Impfkomplicationen sind jedoch reversibel und hinterlassen keine bleibenden Schäden. Bei Lebendimpfungen, wie MMR, kommt es vor, dass die jeweilig geimpfte Erkrankung in schwacher Form auftritt. Man geht davon aus, dass Personen, bei denen dies auftritt, bei Ansteckung einen sehr schweren Verlauf durchgemacht hätten oder gar verstorben wären.

Impfschäden sind sehr selten, 1 von 1 Millionen ist betroffen, jedoch permanent und oft schwerwiegend. Mögliche Ursachen können Allergien, unbekannte Immunschwächen oder nicht weiter definierbar sein. Sie werden rechtlich überprüft und nur ein sehr kleiner Anteil der Meldungen kann tatsächlich mit der Impfung in Verbindung gebracht werden.

Auch eigenartige Phänomene können auftreten. Nach der Grippeimpfung „Pandemrix“ war bei einigen Personen eine Narkolepsie aufgetreten, eine Art Schlafkrankheit. Auch bei HPV, der Impfung gegen Gebärmutterhalskrebs und FSME, der „Zeckenimpfung“, präsentierte sich diese, jedoch sehr selten und nur ein geringer Anteil war tatsächlich der Impfung geschuldet.

Auch wenn einige dieser Nebenwirkungen und Komplikationen abschreckend klingen, sind sie doch eine Seltenheit und reichen meist nicht an die Folgen der Erkrankung heran, vor der sie schützen.

Erstellt von: Julia Mayr, Februar 2021

https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Impfen/Nebenwirkungen/nebenwirkungen_node.html

Noun-project: Headache by Musavvir Ahmed from the Noun Project, sleepy by rivercon from the Noun Project, sick by tulpahn from the Noun Project, injection by Smalllike from the Noun Project

6.2 Anhang 2 – Factsheet Impfstoffzulassung

Erstellt von: Julia Mayr



IMPFSTOFFZULASSUNG



Wie funktioniert das eigentlich?

Probandinnen und Probanden jeder Phase der Impfstofftestung werden in Gruppen, sogenannte Kohorten, unterteilt. Kohorten, welchen der neue Impfstoff injiziert wird, werden mit Kohorten, denen entweder bereits erprobte Impfstoffe oder einfach Kochsalzlösung injiziert werden, verglichen. So möchte man den Placebo-Effekt umgehen und sichergehen, dass sämtliche Ergebnisse auch auf die Wirkung des Impfstoffes zurückzuführen sind.

Präphase

Entwicklung des Impfstoffes

Phase 1

Größe: 10-100 gesunde TeilnehmerInnen

Fokus: Sicherheit und Verträglichkeit

Phase 2

Größe: 100 bis 1000 PatientInnen in Kliniken und ausgewählten Arztpraxen

Fokus: Optimale Dosis.

Ziel ist es, die niedrigstmögliche Dosis mit größtmöglicher Wirkung herauszufinden.

Phase 3

Größe: 10.000 bis zu 100.000 Freiwillige, sehr teuer und sehr aufwendig

Fokus: verschiedenste Altersgruppen, Geschlechter, Ethnien
Sicherheit und Verträglichkeit sowie Wirkung werden erneut kontrolliert.

ZULASSUNG → Impfstoff wird an Markt freigegeben

Phase 4

Der Impfstoff ist nun auf dem Markt, dennoch wird er weiterhin laufend kontrolliert. In Registern werden Daten zur Verträglichkeit gesammelt, um im Ernstfall schwere Nebenwirkungen und Probleme früh zu erkennen und den Impfstoff vom Markt nehmen zu können.

Die sieben Etappen der Impfstoffentwicklung



Abbildung: vfa

vfa. Die Fachverbände Pharmazie und Veterinärmedizin

WARUM ABER GING ES DIEMAL SO SCHNELL?

Bei Covid-19 handelt es sich um eine pandemische, hochinfektiöse und potentiell tödliche Erkrankung. Diese Fakten erlauben eine sogenannte „Bedingte Zulassung“.
Man griff bei der Entwicklung dieser neuen Impfstoffe auf jahrelanges Wissen zurück, setzte mehr Ressourcen ein und kombinierte einzelne Phasen, um den Prozess zu verkürzen und gleichzeitig den strengen Auflagen zur Impfstoffzulassung gerecht zu werden..

Es handelt sich bei diesen Impfungen um ein Zeichen, welche Möglichkeiten sich bieten, wenn international zusammengearbeitet wird. Damit verdienen sie den Titel: Triumph der Wissenschaft.

6.3 Anhang 3 – Factsheet Geschichte der Impfung

Erstellt von: Julia Mayr

Die Geschichte der Impfung

INFEKTIÖSE ERKRANKUNG PLAGEN DIE MENSCHHEIT SCHON SEIT JEHER.

Doch eine Erkrankung machte der Welt des 18. Jahrhunderts besonders zu schaffen: die Pocken.

Deren Bekämpfung sollte den Grundstein für die Entwicklung der Impfung legen.



Die **Pocken**, eine hochinfektiöse Viruserkrankung, welche im 18. Jahrhundert bei rund 15% der Betroffenen auch zum Tod führte, hielt die Welt in ihrem Griff.

Im asiatischen Raum erkannte man, dass Personen, welche man mit dem Sekret der Pocken „inokuliert“ hatte, das heißt gewollt den Erreger in einen Menschen einbrachte, meist einen leichteren Verlauf aufwiesen und dennoch ein Leben lang geschützt waren.

Dieser Vorgänger unserer heutigen Impfungen schwappte vom asiatischen auf den europäischen Kontinent über.

Edward Jenner, ein junger englischer Landarzt, soll in einem Wirtshaus eine junge Magd gehört haben wie diese erklärte, sie würde niemals ein „Pockengesicht“ sein, da sie schon an Kuhpocken erkrankt sei. Nach weiterer Beobachtung beschloss er, den Zusammenhang beweisen zu wollen. 1796 impfte er einen bisher gesunden kleinen Jungen mit dem Sekret aus den Kuhpocken. Wochen später inokulierte er denselben Jungen mit Pockensekret, der Flüssigkeit aus den Pocken einer Kuh. Es trat keine Erkrankung auf, die **Vakzination** war geboren. Seit 1980 gelten Pocken als offiziell ausgerottet.

Dieser Durchbruch sollte vielen das Leben retten, doch Kritiker gab es auch damals schon.

Es wurden Behauptungen aufgestellt, man würde zur Kuh werden oder, wie Immanuel Kant behauptet hatte, die „tierliche Brutalität“ eingepflicht bekommen.

Doch der **Erfolg** war nicht zu bestreiten und die Forschung schritt voran.

Das Ende des 19. Jahrhunderts markiert den Beginn der modernen Impfstoffentwicklung, hatten wir doch gerade die Ursache dieser furchtbaren Erkrankungen entdeckt, die Krankheitserreger Bakterien und Viren.

Es folgten eine Impfung gegen Tollwut und kurz darauf gegen die Diphtherie, den „Würgeengel der Kinder“, die Todesursache vieler vor Einführung der Impfpflicht.

Ein Meilenstein in der Geschichte der Impfung ist die **Polioimpfung**, welche 1960 als Schluckimpfung verfügbar wurde. Die „Kinderlähmung“, eine hochinfektiöse Kinderkrankheit, führte zu Lähmungen, welche nicht nur die Beine betrafen, sondern oft bis zum Zwerchfell aufstiegen und den Kindern den wortwörtlichen Atem raubten. Um sie vor dem Erstickungstod zu bewahren, wurde die „eiserne Lunge“ erfunden, eine mobile Kammer, in welche die Kinder gelegt und ihnen so das Atmen ermöglicht wurde.

Da dies jedoch keine Dauerlösung war, wurde in der damaligen DDR eine Impfkampagne gestartet, welche ihren Effekt bereits ein Jahr später präsentierte. Die Anzahl der Neuerkrankungen war innerhalb eines Jahres von 5.000 auf 50 Kinder gesunken. Die Impfkampagne war somit ein voller Erfolg.

Doch nicht nur Polio machte der Menschheit zu schaffen. Mumps, Röteln und vor allem Masern, Erkrankungen, die viele von uns nur aus Büchern kennen, forderten Jahr um Jahr das Leben vieler Kinder und auch Erwachsener.

In den 1960ern kam der erste „**Mumps-Masern-Röteln-Impfstoff**“ auf den Markt, wodurch die Anzahl an Neuerkrankungen und Todesfällen aufgrund von Masern drastisch zurückgingen. Vor Einführung des Impfstoffes forderten Masern pro Jahr 2-3 Millionen Menschenleben weltweit, im Jahr 2018 wurden nur noch 140.000 Todesfälle aufgrund von Masern verzeichnet.

History by priyanka from the Noun Project
https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Masern.html

6.4 Anhang 4: Schüler*innenfragen

Diese Fragen stammen von den Schüler*innen verschiedenster Jahrgänge des Bundesrealgymnasiums Carneri und wurden freundlicherweise für diese Diplomarbeit zur Verfügung gestellt. Sie halfen maßgeblich bei der Auswahl der Fragestellungen und zeigten, dass auch die jüngeren Generationen viele offene Fragen und Sorgen haben.

Zur besseren Übersicht sind die Fragen nach Thema unterteilt:

Mutationen	Wird es irgendwann wieder so sein wie früher? Wieso entstehen immer wieder neue Varianten von Corona? Warum mutiert das Coronavirus?
Infektion:	Was passiert genau mit Corona in deinem Körper? Wie sieht eine Corona, SARS, Covid-19-Erkrankung aus, vom Ablauf her? Was passiert mit mir, wenn ich Corona habe?
Das Virus	Warum gibt es Corona? Woher kommt Corona? Wieso heißt Corona Corona? Warum nennt man den Corona-Virus wie einen Blumenkranz? Wie sieht das Coronavirus aus?
Testung	Wie funktioniert der PCR-Test?
Die Impfungen	Wie funktioniert die Impfung? Was ist das Schlimmste an der Impfung? Warum braucht man die Booster-Impfung? Befinden sich lebende Körper in unserem Körper wenn wir geimpft sind? Welche Folgen kann die Impfung haben?

Tabelle 7: Schüler*innenfragen

Quelle: Freundlicherweise zur Verfügung gestellt vom BG/BRG Carneri

6.5 Weitere Informationsquellen:

6.5.1 Aktuelle Zahlen und Informationen rund um COVID-19:

Das COVID-19-Dashboard der AGES: <https://covid19-dashboard.ages.at/>

Das COVID-19-Dashboard der WHO: <https://covid19.who.int/>

Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz mit aktuellen Maßnahmen, Zahlen, häufig gestellten Fragen und Informationen zur Impfung:

<https://www.sozialministerium.at/Informationen-zum-Coronavirus.html>

6.5.2 Aktuelle Zahlen und Informationen zur Impfung:

Vaccine Tracker der New York Times – aktuelle Impfstoffe in der Entwicklung/Zulassung:

<https://www.nytimes.com/interactive/2020/science/coronavirus-vaccine-tracker.html>

Our world in data - Impffortschritt der einzelnen Länder, laufend aktualisiert:

<https://ourworldindata.org/covid-vaccinations>

AGES – Entwicklung und Zulassung von Impfstoffen:

<https://www.ages.at/mensch/arzneimittel-medizinprodukte/entwicklung-zulassung-von-impfstoffen>

Gesundheitsministerium – Impffortschritt, FAQs und Möglichkeit zur Impfanmeldung

<https://info.gesundheitsministerium.at/>

Paul-Ehrlich-Institut – Informationen zur COVID-19-Impfung und FAQs:

<https://www.pei.de/DE/newsroom/dossier/coronavirus.html>

Das European center of disease control ECDC:

<https://www.ecdc.europa.eu/en/news-events/who-ecdc-nearly-half-million-lives-saved-covid-19-vaccination>

6.5.3 Youtube-Kanäle und Podcasts zum Thema COVID-19:

Youtube-Channel von Molekularbiologe Martin Moder:

<https://www.youtube.com/channel/UCcI7BrrJQk1C5xhHWqAxu3w>

Youtube-Channel der Chemikerin Mai Thi Ngyuen-Kim bekannt als Mailab:

<https://www.youtube.com/channel/UCyHDQ5C6z1NDmJ4g6SerW8g>

Podcast mit Prof. Dr. Drosten und Prof. Dr. Ciesek: Links zu Corona-Studien:

<https://www.ndr.de/nachrichten/info/Podcast-mit-Drosten-und-Ciesek-Links-zu-Corona-Studien,corona2636.html>

NDR Coronavirus-Podcast: mehr als 86 Folgen:

<https://www.ndr.de/nachrichten/info/podcast4684.html>

Frau Prof. Dr. Cornelia Betsch, Professorin für Gesundheitskommunikation an der Universität Erfurt

<https://www.uni-erfurt.de/philosophische-fakultaet/seminare-professuren/medien-und-kommunikationswissenschaft/professuren/gesundheitskommunikation/team/professur-fuer-gesundheitskommunikation/prof-dr-cornelia-betsch>

6.5.4 Informationen zum Thema Intensivmedizin:

Intensive care national audit & research centre des Vereinigten Königreichs, kurz icnarc beschäftigt sich mit intensivmedizinischer Versorgung:

<https://www.icnarc.org/>

Intensivstation.jetzt erklärt die Intensivstation für Patient*innen und Angehörige:

<https://www.intensivstation.jetzt/>

6.6 Nicht verlässliche Quellen:

Attila Hildmann – ehemaliger Fernsehkoch, keine fachliche Ausbildung hinsichtlich Virologie, Medizin, Hygiene

Warum problematisch: Verbreitung von Verschwörungsideologien (neue Weltordnung), Verleugnung des Holocausts, mehrmaliges Aufrufen zu Gewalttaten, Antisemitismus, Verbreitung von Fehlinformationen in Bezug auf COVID-19 und die Impfung

Xavier Naidoo – Sänger, keine fachliche Ausbildung hinsichtlich Virologie, Medizin, Hygiene

Warum problematisch: Verbreitung von Verschwörungsideologien, Homophobie, Antisemitismus, Verbreitung von Falschinformation und wissenschaftsfeindliche Aussagen zum Thema COVID-19 und der Impfung.

Herbert Kickl – Parteiobmann der FPÖ in Österreich, keine fachliche Ausbildung hinsichtlich Virologie, Medizin, Hygiene

Warum problematisch: Auftritte auf COVID-Demos, Ablehnung der COVID-19-Impfung ohne wissenschaftlichen Grund, Anpreisen des Anti-Wurmmittels Ivermectin, Verweigerung der Maskenpflicht

Ärzte für Aufklärung – Gruppierung von Ärzt*innen, die irreführende Behauptungen zum Maskentragen, PCR-Tests und Impfstoffen für COVID-19 aufstellen ohne Belege aus Studien vorlegen zu können.

Ein Faktencheck des Correctiv zu den Aussagen von „Ärzte für Aufklärung“:

<https://correctiv.org/faktencheck/2020/08/17/aerzte-fuer-aufklaerung-verbreiten-in-ihrer-videokonferenz-irrefuehrende-behauptungen-ueber-covid-19/>

Dr. Hubmer-Mogg – ehemalige Allgemeinmedizinerin, mehrere Auftritte auf COVID-Demos, Verbreiten von Fehlinformationen und Angst vor der Impfung

Dr. Bhakdi – ehemaliger Professor der Medizinischen Mikrobiologie

Warum problematisch: Verbreitung von Fehlinformationen, Darstellung der Pandemie als „inszeniert“ (erdacht, erfunden), Verfassung eines Buches „Corona unmasked“ in dem er aktiv die zweite Welle bestreitet und seine Verschwörungsansichten weiter erläutert. Antisemitische Äußerungen bei Fernsehinterviews, Ermittlungsverfahren (mittlerweile eingestellt)

Boris Reitschuster – Journalist, keine fachliche Ausbildung hinsichtlich Virologie, Medizin, Hygiene

Warum problematisch: Verbreitung von Fehlinformationen zur COVID-19-Pandemie auf seinem Blog und auf Youtube

Clemens Arvay – Fachgebiet Landschaftsökologie, Angewandte Pflanzenwissenschaften, keine fachliche Ausbildung hinsichtlich Virologie, Medizin, Hygiene

Warum problematisch: Verbreitung von Fehlinformationen zur Impfung, Buch „Corona-Impfstoff – Rettung oder Risiko?“

Telegram-Kanäle – der neue Messenger stellt ein Medium für Verbreitung von Fehlinformation und Verschwörungstheorien dar.