

Hollenberg Gymnasium Waldbröl

Facharbeit 2020/2021

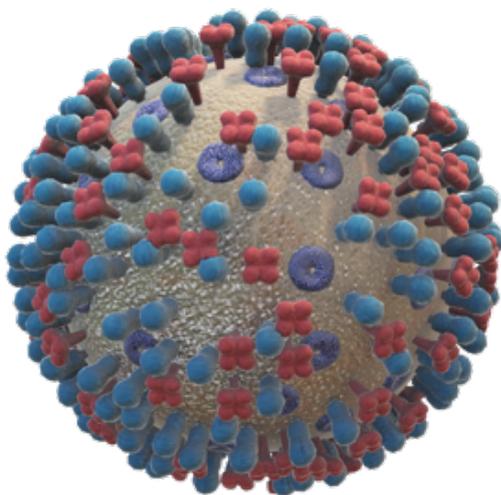
# SARS-COV

BESCHREIBUNG EINES CORONAVIRUS  
UND VERGLEICH VON SARS-COV MIT  
SARS-COV-2

**Verfasserin:** Ricarda Strecker

**Betreuender Lehrer:** Jeremias Wiewiorra

**Fach:** Biologie



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>1</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>2</b>
<b>2 Hauptteil .....</b>	<b>2</b>
2.1 Struktur und Aufbau des Coronavirus SARS-CoV.....	2
2.2 Erstmaliges Vorkommen und Fallzahlen .....	3
2.3 Herkunft .....	3
2.4 Mutationen.....	4
2.5 Symptome und Krankheitsverlauf.....	4
2.6 Patientengruppen.....	4
2.7 Therapien.....	5
2.7.1 Spezifische Therapien.....	5
2.7.2 Symptomatische Therapie .....	6
2.8 Übertragung und Umweltstabilität.....	6
2.9 Nachweis .....	7
<b>3 SARS-CoV und SARS-CoV-2 im Vergleich .....</b>	<b>8</b>
<b>4 Diskussion.....</b>	<b>12</b>
<b>5 Schlussteil .....</b>	<b>13</b>
<b>6 Bilderverzeichnis .....</b>	<b>14</b>
<b>7 Quellenverzeichnis .....</b>	<b>20</b>
<b>8 Selbstständigkeitserklärung.....</b>	<b>22</b>

# 1 Einleitung

Das Coronavirus SARS-CoV, welches zu dem schweren akuten Atemwegssyndrom (Severe acute respiratory syndrome) führt, hat 774 Patienten in der 114 Tage andauernden Epidemie in den Jahren 2002-2003 das Leben gekostet und 8.089 Menschen angesteckt. Dazu kursierte es in 29 Ländern und beeinträchtigte die asiatische Wirtschaft stark.<sup>1</sup> Heute sind die Themen Coronavirus und Pandemie so aktuell wie nie. Durch das Virus SARS-Cov-2 sterben hunderte tausende mehr Menschen als damals, die gesamte Welt ist gelähmt, die Wirtschaft geschwächt. Drastische Maßnahmen wie Schulschließungen und Ausgangssperren werden verordnet, um der übermächtigen Pandemie Einhalt zu gebieten. Das Thema ist also nicht nur aktuell, sondern betrifft auch unser alltägliches Leben, weshalb ein besseres Verständnis des Coronavirus zu verantwortungsvollerem Verhalten führen kann.

Doch was macht dieses Virus so viel gefährlicher als seinen Verwandten aus 2002? Wie unterscheiden sich SARS-CoV und SARS-Cov-2 voneinander?

Um diese Fragen beantworten zu können, muss zuvor ein genauerer Blick auf die Struktur des Coronavirus SARS-CoV geworfen werden. Dazu ist Wissen über die Symptome und den Krankheitsverlauf und welche Patientengruppen es befällt ebenfalls wichtig. Ebenso essenzielle Punkte sind die bereits bestehenden Behandlungsmöglichkeiten und die Übertragung von infizierten auf gesunde Personen.

## 2 Hauptteil

### 2.1 Struktur und Aufbau des Coronavirus SARS-CoV

Das Coronavirus wird der Familie Coronaviridae, Unterfamilie Orthocoronavirinae, zugeordnet. Es wurde nach dem lateinischen Wort für Krone benannt, da seine keulenförmigen Peplomere, die außen an der Virushülle sitzen, zusammen wie eine Krone oder ein Kranz aussehen.<sup>2</sup> Der Gattung Betacoronavirus und der Untergattung Sarbecovirus angehörend, besitzt das Virus vier Strukturproteine (Spike, Membrane, envelope, nucleocapsid), welche vom 3' Teil des Genoms kodiert werden. Im Inneren des kugelförmigen Kapsids befindet sich ein Postivstrang-RNA-Genom von über 29,7 kb. Somit ist es das größte der Art „Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus“.<sup>3</sup> Dazu ist es mäßig mit HCoV-OC43 und HCoV229E, zwei menschlichen Coronaviren verwandt, die Erkältung und Durchfall beim Menschen verursachen.<sup>4</sup>

Dazu ist die genetische Stabilität höher als bei anderen RNA-Viren (dessen Fehlerrate der RNA-Polymerase höher ist), da durch das Protein NSP-14 ein Korrekturlesemechanismus bewirkt wird.<sup>5</sup> Abbildung 1 (Bilderverzeichnis) zeigt eine schematische Darstellung des Virus.

---

<sup>1</sup> Stadler Konrad: „SARS – Beginning to understand a new virus“, NCBI

<sup>2</sup> Siehe Abbildung 1

<sup>3</sup> Ernsts, Prokott Markus: „SARS-CoV“, Wikipedia

<sup>4</sup> Namita Satija: „The Molecular Biology of SARS Coronavirus“, PubMed

<sup>5</sup> Prokott Markus: „Coronaviridae“, Wikipedia

Im Inneren befindet sich die spiralförmige RNA, die von einer Lipid-Doppelschicht aus dem Spike-Protein, dem Membran-Glykoprotein und dem Hüllprotein umgeben ist.<sup>6</sup>

## 2.2 Erstmaliges Vorkommen und Fallzahlen

SARS-CoV erschien in der Provinz Guangdong im Zeitraum vom 16. November 2002 bis zum 9. Februar 2003, wo 305 Fälle, davon fünf Tote, auftraten. Damals wurde jedoch noch angenommen, dass die Infektion durch die Krankheit *Chlamydia pneumoniae* verursacht worden war. Ein exakter Herkunftsort ist nicht bekannt, doch am 11. Februar 2003 gab es einen weiteren Ausbruch von ungeklärten Lungenentzündungen. Auch ein chinesischer Arzt trug unabsichtlich dazu bei, die Infektion zu verbreiten, indem er einen Patienten ansteckte, der wenige Tage später am 22. Februar starb. Durch einen Aufenthalt in einem Hotel in Hong Kong steckte der Arzt unwissentlich weitere zehn Gäste an. Diese nahmen das Virus dann nach Singapur, Vietnam, Kanada und in die USA mit. Die Epidemie nahm ihren Lauf. Je nach Quelle wurden insgesamt aus 29 bis 32 Ländern und Regionen 8089 bis 8800 Fälle, davon 774 bis über 800 Tote, gezählt. Somit starb ungefähr jeder Zehnte mit einer SARS-CoV Infektion. Die Statistik (s. Abbildung 2, Bilderverzeichnis) zeigt, dass das Virus vor allem in asiatischen Regionen wie China, Hongkong und Taiwan kursierte, doch auch in Amerika, vor allem Kanada, war es weiterverbreitet.<sup>7</sup>

## 2.3 Herkunft

Es wird davon ausgegangen, dass das Virus SARS-CoV von Tieren, am wahrscheinlichsten von Fledermäusen, auf den Menschen übertragen worden ist.<sup>8</sup> Epidemiologischen Studien zufolge waren frühe SARS-CoV Fälle mit einem Wildfleischmarkt in Shenzhen verbunden. Dort wurden SARS-CoV ähnliche Viren bei Zibetkatzen und Maderhunden gefunden, sowie Antikörper bei Riesendachsen. Die ersten humanen SARS-Coronaviren waren zudem eng verwandt mit dem damaligen Virus von maskierten Zibetkatzen. Erst später kam es zu einer Vielzahl von Punktmutationen, wonach eine Selektion folgte.<sup>9</sup>

Eine weitere Studie besagt, dass sich das Virus in Fledermäusen zum humanpathogenen Virus SARS-CoV entwickelt hat. Fledermäuse können damals als Vektoren gedient haben. Der am nächsten verwandte Fledermaus-Coronavirus-Stamm ist „Bt-SLCoV Rp3“, welcher Fledermäuse der Spezies *Rhinolophus sinicus* (Chinesische Hufeisennase) infizierte. Auch bei Hufeisennasen der Spezies *sinicus*, *R. ferrumequinum*, *R. affinis* und in Rundblattnasen (*Hipposideridae*) der Spezies *Aselliscus stoliczkanus* in einer Höhle der chinesischen Provinz Yunnan

---

<sup>6</sup> Stadler Konrad: „SARS – Beginning to understand a new virus“, NCBI

<sup>7</sup> Ebenda

<sup>8</sup> James E. Childs, John S. Mackenzie, Jürgen A. Richt: “Bats, Civets and the Emergence of SARS”

<sup>9</sup> Charles H. Calisher und James E. Childs: “Bats: Important Reservoir Hosts of Emerging Viruses”, NCBI

konnten SARS-assoziierte Coronaviren (SARSr-CoV) festgestellt werden, die durch eine Rekombination zu dem Vorläufer von SARS-CoV, WIV16, geworden sind.<sup>10</sup>

## 2.4 Mutationen

Von SARS-CoV wurden einige Mutationen erwartet, da dieses zu den RNA-Viren gehört, welche eine große Neigung dazu haben. Doch wider Erwarten gab es nur wenige Mutationen, wie eine Untersuchung vom Genom-Institut in Singapur zeigte. Dem Genom des Virus wurde hier eine „bemerkenswerte Stabilität“ zugeschrieben. Die Genomforscher haben nur zwei Genotypen von SARS-CoV gefunden, wovon einer aus dem in Punkt 2.2 genannten Hotel in Hong Kong zurückzuführen werden kann. Der zweite Genotyp wurde in Guangzhou, Peking, und Hong Kong isoliert.<sup>11</sup>

## 2.5 Symptome und Krankheitsverlauf

Zunächst treten grippeähnliche Symptome wie Fieber, Unwohlsein, Schüttelfrost sowie Kopfschmerz auf. Jedoch sind diese Symptome nicht spezifisch und obwohl Fieber am häufigsten ist, kann es auch fehlen. In der zweiten Krankheitswoche, aber auch seltener in der Ersten, können Husten, Durchfall und Atemnot auftreten. Bei schweren Verläufen kann eine „rasch verschlechternde Atemnot mit Sauerstoffbedarf“ auftreten. Von den Betroffenen benötigen 20% eine Behandlung auf der Intensivstation und 70% bekommen eine Diarrhö (Durchfall).<sup>12</sup> Außerdem können bei den meisten Patienten nach Krankheitsbeginn eine Veränderung im Thoraxröntgenbild<sup>13</sup> (s. Abb. 3 und 4) und CT festgestellt werden, obwohl diese zum Teil keine respiratorischen Symptome aufwiesen. Hämatologische Befunde zeigen zudem, dass bei manchen Patienten eine Lymphopenie, ein Mangel an Lymphozyten (Untergruppe der weißen Blutkörperchen) im Blut, festgestellt werden konnte.<sup>14</sup>

## 2.6 Patientengruppen

Besonders viele an SARS-CoV erkrankte Patienten waren unter dem medizinischen Personal sowie bei Erwachsenen zu finden. Kinder erkrankten eher seltener. Die Letalitätsrate liegt, abhängig von der Altersgruppe, bei Null bis 50%, insgesamt wird sie auf durchschnittlich elf Prozent geschätzt. Außerdem konnte eine höhere Sterblichkeit bei Männern festgestellt werden. Bei Schwangeren kann eine Infektion mit SARS-CoV zu einem höheren Risiko einer „fetalen Sterblichkeit in der Frühschwangerschaft und eine erhöhte maternale Mortalität im weiteren Verlauf der Schwangerschaft“ führen. Auch für ältere Menschen stellt SARS-CoV ein höheres Risiko dar. Durch Vorerkrankungen wie chronische Krankheiten, ist das Virus für sie tödlicher.

---

<sup>10</sup> Ernsts, Prokott Markus: „SARS-CoV“, Wikipedia

<sup>11</sup> Rüdiger Meyer: „SARS-Virus: Nur geringe Neigung zur Mutation“, aerzteblatt

<sup>12</sup> Krankheitsbeschreibung von SARS, rki

<sup>13</sup> Wikimedia Commons, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SARS\\_xray.jpg?use-lang=de](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SARS_xray.jpg?use-lang=de)

<sup>14</sup> Krankheitsbeschreibung von SARS, rki

Dazu halten sich ältere Menschen öfter in Gesundheitseinrichtungen auf, wodurch ein höheres Risiko besteht, dass sie sich anstecken.<sup>15</sup>

## 2.7 Therapien

### 2.7.1 Spezifische Therapien

Spezielle Arzneimittel oder Impfstoffe stehen nicht zur Verfügung, doch Patienten wurden zunächst mit dem Virostatikum Ribavirin, ein Mittel, das gegen die Vermehrung von Viren wirkt, behandelt.<sup>16</sup>

Ein weiteres Medikament, das nachgewiesen SARS-CoV hemmen soll, ist Cinanserin, das auch zur Behandlung von Schizophrenie eingesetzt wird. Wissenschaftler des SEPSDA-Programms sind zu dem Schluss gekommen, dass man es als Mittel zur Behandlung von SARS-CoV verwenden kann. Man hat dazu die antiviralen Eigenschaften von Cinanserin an Gewebeproben untersucht, die zuvor mit dem Virus infiziert worden sind. Als Resultat konnte die starke Hemmung einer Vermehrung von Coronaviren bei einer ungefährlichen Medikamentenkonzentration festgestellt werden.<sup>17</sup>

Außerdem soll die Substanz Glycyrrhizin, welche ein Bestandteil einer Süßholzwurzel und auch gegen HIV aktiv ist, gegen SARS-CoV helfen. Zwar wurde diese Substanz nur im kleinen Rahmen getestet, doch kommt sie als Wirkstoff in Frage. Dennoch kann es an Patienten nur in Form von bereits bestehenden Produkten verabreicht werden, da ein neues Medikament mit Glycyrrhizin zunächst geprüft und entwickelt werden müsste und dies in naher Zukunft nicht der Fall ist.<sup>18</sup>

Mehrere Impfstoffe wurden zwar entwickelt, haben allerdings nicht das Entwicklungsstadium erreicht, bei dem sie an Menschen getestet werden können. Lediglich ein Impfstoff, den ein Forschungsteam 2005 hergestellt hatte, wurde erfolgreich an Mäusen getestet. Dazu züchtete man Tabak- und Tomatenpflanzen, die einen Teil des Spike-Proteins herstellten (s. Abb. 1), das sich an der Außenhülle befindet.<sup>19</sup> Des Weiteren wurde vier weitere Impfstoffe entwickelt, die jedoch (aus oben genanntem Grund) nur mit Vorsicht beim Menschen angewendet werden könnten. Mäuse schützte die Impfung mit einem der Impfstoffe vor einer Infektion mit SARS-CoV, allerdings konnte eine Immunüberreaktion beobachtet werden.<sup>20</sup>

---

<sup>15</sup> Krankheitsbeschreibung von SARS, rki

<sup>16</sup> „Schweres, akutes Atemwegssyndrom“, Wikiwand

<sup>17</sup> „Mittel gegen SARS im Rahmen von RP6-Projekt entdeckt“, Cordis

<sup>18</sup> Stadler Konrad: „SARS – Beginning to understand a new virus“, NCBI

<sup>19</sup> Natalia Pogrebnyak, Maxim Golovkin: “Severe acute respiratory syndrome (SARS) S-protein production in plants: Development of recombinant vaccine”, PNAS

<sup>20</sup> Chien-Te Tseng: “Immunization with SARS coronavirus vaccines leads to pulmonary immunopathology on challenge with the SARS virus”, PubMed

Eine besonders vielversprechende, doch damals noch nicht ausgereifte Möglichkeit ist die Entwicklung eines Impfstoffs mithilfe von siRNA (small interfering RNA). Heutzutage werden Impfstoffe auf RNA-Basis gegen SARS-CoV-2 verwendet, jedoch handelt es sich hierbei um Impfstoffe auf mRNA-Basis.

### 2.7.2 *Symptomatische Therapie*

Da bisher keine wirksame, spezifische Therapie entwickelt worden ist, griff man bei der Behandlung von Symptomen auf entzündungshemmende Medikamente wie Cortison zurück. Zusätzliche bakterielle Infektionen, die eine Entzündung der Atemwege verursachten, wurden mit Antibiotika entgegengewirkt, denn eine solche Infektion steigert die Sterblichkeit enorm. Außerdem bekamen besonders betroffene Patienten eine intensivmedizinische Behandlung mit Beatmung bei abfallender Sauerstoffsättigung.<sup>21</sup>

## 2.8 Übertragung und Umweltstabilität

Bei der Übertragung von SARS-CoV spielen zwei wichtige Faktoren eine Rolle: die Schmierinfektion und die Luftübertragung. Ob man durch Schmierinfektion SARS-CoV bekommen kann, hängt von dem Material bzw. Ort ab, auf dem das Virus sich befindet und davon, wie lange es sich zuvor darauf/darin befunden hat. Beispielsweise ist in 1:20 verdünntem Sputum und Stuhl fast keine Infektiosität nach mindestens 96 Stunden nachweisbar. Dagegen kann in Urin nach 72 Stunden noch eine niedrige Infektiosität festgestellt werden.

In einer weiteren Untersuchung wurde die Restinfektiosität auf acht verschiedenen Materialien und in Wasser untersucht. Die Ergebnisse waren ähnlich: So konnte man nach 71 bis 96 Stunden eine Reduzierung der Infektiosität feststellen.

Dazu wurden Experimente gemacht, bei denen das Virus Temperaturen von 4° C, 20° C (Raumtemperatur) und 37° C (Körpertemperatur) ausgesetzt wurde. Das Ergebnis war, dass sich diese Temperaturen nicht unterschiedlich auf das Virus auswirkten: Nach 2 Stunden konnte keine Veränderung festgestellt werden. Allerdings wirken sich Minusgrade unterschiedlich auf das Virus SARS-CoV aus. Anhand *Abbildung 6* (im Bilderverzeichnis) kann man erkennen, dass die Infektiosität schneller sinkt, je höher die Temperatur ist. Bei einer 60-minütigen UV-Bestrahlung von Viren in einem Kulturmedium wurde außerdem die virale Infektiosität „auf ein nicht nachweisbares Niveau“<sup>22</sup> gesenkt.

Darüber hinaus kann das Virus in einer Lösung bis zu 9 Tage und im trockenen Status bis zu 6 Tage infektiös bleiben. Eine Inaktivierung folgt bei 56° C, jedoch nur in Abwesenheit von Proteinen, bei Zugabe von 20% an Proteinen konnte noch eine Restinfektiosität festgestellt werden.

---

<sup>21</sup> „Schweres, akutes Atemwegssyndrom“, Wikiwand

<sup>22</sup> Shu-Ming Duan: “Stability of SARS coronavirus in human specimens and environment and its sensitivity to heating and UV irradiation”, PubMed

In einem weiteren Experiment wurde nachgewiesen, dass keine Restinfektiosität mehr festgestellt wurde bei Aussetzung des Virus in

- eiskaltem Aceton nach 90 Sekunden.
- eiskalter Aceton-Methanol Mischung (40:60) nach 10 Minuten.
- 100%igem Ethanol nach 10 Minuten.
- Verschiedenen Händedesinfektionsmitteln nach 30 Sekunden.<sup>23</sup>

Dieser Beweis ist vor allem wichtig zum Unterbrechen der Infektionskette. Durch das Wissen, dass eine 30-sekündige Händedesinfektion (entspricht einer hygienischen Händedesinfektion im medizinischen Bereich) ausreicht, um das Virus unschädlich zu machen, kann das Risiko einer Übertragung auf andere Personen und für einen selbst geringer gehalten werden. (Abbildung zur Übertragungskette im Bilderverzeichnis → *Abbildung 8*)

Die Luftübertragung kann durch mehrere Wege geschehen. Eine mögliche Übertragung wäre, wenn eine infizierte Person durch die Atmung oder Niesen Tröpfchen verbreitet, in denen der Virus enthalten ist. Dabei kann zwischen zwei Arten von Tröpfchen entschieden werden: erstens solche, die größer als 5 Mikrometer sind und solche, die kleiner sind. Die größeren haben (ausgehend von der infizierten Person) eine Reichweite von unter einem Meter, die kleinen Tröpfchen kommen jedoch weiter als einen Meter. Deshalb ist es wichtig, dass ein Abstand von mindestens 1,5 Metern eingehalten wird, um eine mögliche Übertragung zu unterbinden. Bei der Luftübertragung spielen Aerosole ebenfalls eine wichtige Rolle. Wenn sich eine infizierte Person beispielsweise für eine längere Zeit in einem kleinen, ungelüfteten Raum aufgehalten hat und diesen wieder verlässt, so kann sich eine gesunde Person anstecken. Dies kommt durch die höhere Konzentration an Viren in der Luft zustande, die der Infizierte ausgeatmet hat. Ein gründliches und wiederholtes Lüften ist also eine weitere wichtige Maßnahme, um eine Übertragung des Virus zu vermeiden. (*Abbildung 8*)

## 2.9 Nachweis

Bei Verdachtsfällen kann für die Diagnostik des Erregers als Material EDTA-Blut (Blut, das nicht mehr gerinnt durch den Chelatbildner Ethylendiamintetraazetat), Sputum, Nasopharynxaspirat oder eine Stuhlprobe verwendet werden, die jedoch erst einige Tage nach Beginn der Krankheit positiv ist. Etwas weniger geeignet, jedoch verwendbar sind Rachenspülwasser, Nasenspülflüssigkeit oder Nasenabstrich. Ein positives PCR-Ergebnis sollte erst nach dem Untersuchen zweier „verschiedener klinischer Materialien (z.B. Nasen-Rachen-Abstrich und Stuhl)“ oder zweier Nukleinsäureextraktionen, die in verschiedenen Zeiträumen entnommen wurden, oder nach Untersuchung einer Folgeprobe, die zu einem Punkt im späteren Krankheitsverlauf entnommen wurde, bestätigt werden.<sup>24</sup>

---

<sup>23</sup> H. F. Rabenau, J. Cinatl, B. Morgenstern, G. Bauer, W. Preiser & H. W. Doerr „Stability and inactivation of SARS coronavirus“, PubMed

<sup>24</sup> „Diagnostik von SARS-Verdachtsfällen (SARS-Virus-Diagnostik), rki

### 3 SARS-CoV und SARS-CoV-2 im Vergleich

#### Struktur und Aufbau

Das Virus SARS-CoV-2 gehört zu derselben Gattung (Betacoronavirus), Untergattung (Sarbecovirus) Familie (Coronaviridae), Unterfamilie (Orthocoronavirinae) etc. wie SARS-CoV.

Auch der Aufbau ist sehr ähnlich. Wie auch bei SARS-CoV besteht das SARS-CoV-2 Virus aus dem Membran Protein (M), dem Spike Protein (S), dem Protein E und dem Nukleokapsid Protein (N), das mit der RNA von einer Hülle umschlossen ist (s. *Abb. 1 und 5*). Selbst die Genomgröße ist ähnlich und liegt zwischen 29,825 und 29,903 kb. Der Durchmesser der umhüllten RNA-Viren beträgt 80 bis 140 nm, die ein einzelsträngiges, positivstrang RNA-Genom besitzen.<sup>25</sup>

Doch obwohl SARS-CoV und SARS-CoV-2 genetisch sowie anhand ihrer Proteinprodukte eine große Ähnlichkeit aufweisen, gibt es wichtige Unterschiede. Zum Beispiel gibt es auf der ansonsten ähnelnden Aminosäureebene signifikante Unterschiede wie beispielsweise das im SARS-CoV Virus vorhandene 8a Protein, was SARS-CoV-2 aber nicht besitzt. Ein weiteres Beispiel wäre das 8b Protein, welches eine größere Länge bei SARS-CoV-2 aufweist.

Weitere Unterschiede der beiden Viren sind außerdem Veränderungen in den S-Protein-Bereichen. Man geht davon aus, dass diese „eine wichtige Rolle für die Bindungsaffinität des Virus spielen“. Die zuvor beschriebenen Aminosäurevariationen im S-Protein von SARS-CoV-2 können möglicherweise die „Konformationsflexibilität des Proteins oder die Bindungsinteraktionen mit ACE2“<sup>26</sup>, (ein menschliches Enzym, welches das Virus zum Eindringen in die Zelle nutzt) beeinflussen.

#### Erstmaliges Vorkommen und Fallzahlen

Die Pandemie durch SARS-CoV startete in der Provinz Guangdong in China, bei SARS-CoV-2 war es ebenfalls China, jedoch diesmal in Wuhan.

Die Fallzahlen sind sehr unterschiedlich. Bei SARS-CoV gab es rund 9000 Fälle in 29 bis 32 Ländern, davon gestorben sind rund 800 Menschen. SARS-CoV-2 forderte bisher 2.407.921 Opfer von 109.156.737 Infizierten aus 192 Ländern insgesamt. (Stand: 16. Februar 2021, 08.30 Uhr)<sup>27</sup> Die Mortalität liegt dabei niedriger: durchschnittlich sterben ca. 0,022 von 100 Infizierten an SARS-CoV-2. (*Weitere Abbildungen zum Verlauf der Pandemie im Bilderverzeichnis.*)

---

<sup>25</sup> Ernsts: „SARS-CoV-2“, Wikipedia

<sup>26</sup> Ma'mon M. Hatmal: „Comprehensive Structural and Molecular Comparison of Spike Proteins of SARS-CoV-2, SARS-CoV and MERS-CoV, and Their Interactions with ACE2“, NCBI

<sup>27</sup> „Die aktuellen Fallzahlen in Deutschland und weltweit“, bundesregierung.de

## **Herkunft**

Am wahrscheinlichsten von Fledermäusen auf Menschen übertragen worden, es gibt jedoch auch Zusammenhänge zwischen SARS-CoV und Zibetkatzen und Maderhunden.

Einem Forschungsteam der Universität Cambridge zufolge hat die SARS-CoV-2 Pandemie ihren Ursprung Mitte September und Anfang Dezember 2019.

Die wahrscheinlichste Theorie über den Ursprung des SARS-CoV-2 Virus geht davon aus, dass das Virus „von einer Rhinolophus-Fledermaus (Hufeisennase) und einem weiteren Zwischenwirt auf den Menschen“ übertragen wurde. Als Zwischenwirt käme dabei der Pangolin oder ein Maderhund in Frage. Eine Genanalyse zeigte außerdem, dass das Coronavirus SARS-CoV-2 zu 96% mit den Coronaviren übereinstimmt, die in bestimmten Fledermäusen gefunden wurden.

Ein Wildtierfleischmarkt spielte auch bei dem jetzigen Coronavirus eine Rolle, da hier die Chance für „das Überspringen von Viren über Artgrenzen“ erhöht ist. Hier haben Menschen täglich Kontakt mit Körperflüssigkeiten, sei es beim Zubereiten von Speisen oder beim Schlachten der Tiere, weshalb das Virus von einem Tier auf den Menschen schneller übertragen werden kann.<sup>28</sup> Allerdings ist es umstritten, ob das Virus wirklich auf dem Wildtierfleischmarkt gefunden wurde. Es könnte sich dort auch ein Superspreader aufgehalten haben, der so das Virus massiv verbreitete.

## **Mutationen**

Bis September 2020 sind mehr als 20.000 Punktmutationen gefunden worden. Wirklich besorgniserregend sind die drei Virusvarianten B.1.1.7 [oder auch VUI-202012/01 („Variant under Investigation“) und VOC-202012/01 („Variant of Concern“) genannt], aus England, B.1.351 (oder auch 501Y.V2 genannt), aus Südafrika sowie B.1.1.248 (auch P.1 genannt), aus Brasilien. Bisher (Stand: 09. Februar 2021) weiß man noch nicht mit Sicherheit, ob und wie gefährlich die neuen Varianten sind. Jedoch wird bei der britischen Variante angenommen, dass sie mit einer deutlich höheren Wahrscheinlichkeit von einem Infizierten auf eine gesunde Person übertragen werden kann. Dies ist am Beispiel Englands zu sehen, wo sich die neue Variante trotz Lockdowns stark verbreitet. Auch die Virulenz ist nun höher: Forscher aus Großbritannien veröffentlichten dazu ein Preprint, dass eine um 35% erhöhte Sterblichkeit zeigt.<sup>29</sup>

Allerdings werden grundlegende Änderungen von SARS-CoV-2 nicht erwartet, da es schon gut angepasst sei. Dies kommt speziell durch die hohe Viruslast zustande, wodurch es zu vielen Übertragungen vor dem Ausbruch von Symptomen kommen kann. Durch die voranschreitenden Impfungen kann außerdem ein Selektionsdruck entstehen, wodurch die Impfung

---

<sup>28</sup> Vanessa Reske: „Wo könnte der Ursprung des Coronavirus liegen?“, Quarks

<sup>29</sup> Mathias Tertilt, Saskia Gerhard: „Corona: Wie gefährlich sind die neuen Mutationen?“, Quarks

nicht mehr wirken könnte. Das Virus mutiert also, sodass die durch die Impfung gebildeten Antikörper das Virus nicht mehr oder nicht schnell genug erkennen und bekämpfen können.<sup>30</sup>

### **Symptome und Krankheitsverlauf**

Die Symptome der beiden Viren sind sehr ähnlich. Viele von SARS-CoV-2 Infizierte leiden unter Husten, Fieber und Müdigkeit. Weitere, etwas weniger vorkommende Symptome, sind Brustenge, Kurzatmigkeit, Atemnot sowie seltener auch Durchfall, Kopfschmerzen, Erbrechen, Rachenschmerzen, und Schüttelfrost. Andere häufige Beschwerden sind Bauchschmerzen, Lymphknotenschwellung, Apathie (Teilnahmslosigkeit), Appetitlosigkeit, Gewichtsverlust und Konjunktivitis (Bindehautentzündung). Im Gegensatz zu SARS-CoV treten bei an SARS-CoV-2 erkrankten Patienten häufig Geschmacks- sowie Geruchsverlust auf.<sup>31,32</sup> *Abbildung 11* im Bilderverzeichnis zeigt, wie oft die genannten Symptome auftreten.

Der Krankheitsverlauf kann dabei sehr variieren, wie auch bei SARS-CoV. Infizierte können einen symptomlosen Verlauf haben, jedoch kann auch eine schwere Pneumonie mit einem tödlichen Ende auftreten.<sup>33</sup> Und wie auch bei dem Coronavirus von 2002 können Veränderungen in der Lunge festgestellt werden (s. *Abbildung 12*).

### **Patientengruppen**

Bei an SARS-CoV-2 Erkrankten konnte genauso wie bei an SARS-CoV Infizierten festgestellt werden, dass Männer häufiger an der Infektion sterben. Insgesamt sind Frauen und Männer etwa gleich oft von einer Infektion betroffen, jedoch verläuft ihre Krankheit öfters schwerer.

Im Gegensatz zur SARS-CoV-Epidemie, bei der im Durchschnitt 11% an dem Virus starben, liegt die Sterblichkeit bei SARS-CoV-2-Pandemie bei 2,6% (in Deutschland). Jedoch variiert die Sterblichkeit je nach Land (s. *Abbildung 13*).

Auch bei infizierten Schwangeren gibt es einen Unterschied. Bisherige Studien zu SARS-CoV-2 haben gezeigt, dass Schwangere im Vergleich seltener Symptome entwickeln. Andererseits besagen einzelne Studien, dass die Wahrscheinlichkeit möglicherweise höher ist als Schwangere einen schweren Verlauf mit intensivmedizinischer Behandlung zu bekommen. Generell muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass das Risiko für einen solchen Verlauf für Schwangere grundsätzlich gering ist, da gebärfähige Frauen jungen Alters sind und somit nicht anfällig für Krankheiten im Gegensatz zu bspw. alten Menschen. Diese gehören außerdem zu den Risikogruppen genauso wie Personen, die über 50 sind, Raucher, Übergewichtige und Menschen mit Vorerkrankung.<sup>34</sup> Bei ihnen ist ein schwererer Verlauf sowie ein höheres Risiko zur Sterblichkeit zu erwarten, was auch auf von SARS-CoV Infizierten zutrifft.

---

<sup>30</sup> Prof. Richard Neher, "Der Selektionsdruck auf das Virus steigt", Max-Planck-Gesellschaft

<sup>31</sup> Jieyun Zhu: „Clinical characteristics of 3,062 COVID-19 patients: a meta-analysis“, NCBI

<sup>32</sup> „Epidemiologischer Steckbrief zu SARS-CoV-2 und COVID-19“, rki

<sup>33</sup> Ebenda

<sup>34</sup> Ebenda

## Therapien

Wie auch schon bei SARS-CoV stehen zur Behandlung von SARS-CoV-2 keine speziellen Arzneimittel zur Verfügung. Jedoch wurden im Laufe des Jahres 2020 einige Impfstoffe verschiedener Firmen entwickelt.

Ein Arzneimittel, das direkt antiviral wirkt, ist Remdevisir. Allerdings hat sich die WHO Mitte November 2020 mit einer „schwachen bzw. bedingten Empfehlung gegen die Anwendung von Remdevisir“ ausgesprochen. Darüber hinaus wurde Dexamethason, ein immunmodulatorisch wirksames Arzneimittel, von der Europäischen Kommission empfohlen für die Behandlung bei einer bestimmten Patientengruppe, die an SARS-CoV-2 erkrankt sind.

Patienten mit schweren Krankheitsverläufen bekamen, wie von SARS-CoV Infizierten ebenfalls eine intensivmedizinische Behandlung mit Beatmung bei abfallender Sauerstoffsättigung.

Bislang sind drei Impfstoffe in Deutschland zugelassen, weitere Impfstoffe müssen erst von der EMA überprüft und zugelassen werden. Laut WHO (Stand: 05.02.2021) werden zurzeit 236 Impfstoffe entwickelt, die auf verschiedenen Wirkstoffen beruhen wie z.B. auf Vektor- oder mRNA-Basis. Letztere versprechen eine Wirksamkeit von 95% gegen eine Erkrankung an SARS-CoV-2.<sup>35</sup>

## Übertragung und Umweltstabilität

Auch bei der Übertragung von SARS-CoV-2 spielen die Schmierinfektion und die Luftübertragung eine wichtige Rolle. Der Übertragungsweg von Covid-19 ist vergleichbar mit dem von SARS-CoV (s. *Abbildung 8*).

Ob man sich durch eine kontaminierte Oberfläche an SARS-CoV-2 infizieren kann, hängt ebenfalls von der Temperatur, der Trockenheit, der Viruslast und der Oberfläche ab. Aber im Allgemeinen kann man sagen, dass Coronaviren empfindlich sind gegenüber extremen Temperaturen, extremen pH-Werten, Strahlung, vielen Lösungsmitteln, Halogenen, Aldehyden, Peroxiden und verschiedenen Alkoholen.<sup>36</sup>

Bei anfänglich hohen Viruslasten konnte ein lebensfähiges Virus bis zu 28 Tage lang bei 20°C auf unterschiedlichen Flächen wie Edelstahl, Glas und Papier- und Polymerbanknoten nachgewiesen werden. Andererseits überlebte das Virus SARS-CoV auf anderen Oberflächen bei 40°C weniger als 24 Stunden.<sup>37</sup>

---

<sup>35</sup> „Epidemiologischer Steckbrief zu SARS-CoV-2 und COVID-19“, rki

<sup>36</sup> Nevio Cimolai: „Environmental and Decontamination Issues for Human Coronaviruses and Their Potential Surrogates“, NCBI

<sup>37</sup> Shane Riddell, Sarah Goldie, Andrew Hill, Debbie Eagles and Trevor W. Drew: „The effect of temperature on persistence of SARS-CoV-2 on common surfaces“, NCBI

## Nachweis

SARS-CoV-2 kann in gleicher Weise wie SARS-CoV nachgewiesen werden, bspw. durch eine PCR. Für Covid-19 ist auch ein Schnelltest entwickelt worden, der ein Testergebnis innerhalb von 15 Minuten liefert. Die Sensitivität und die Spezifität sind aber im Vergleich zum PCR-Test geringer.

## 4 Diskussion

Mit folgenden Hypothesen können möglicherweise die in der Einleitung gestellten Fragen beantwortet werden. Diese lauteten: Was macht das Virus SARS-CoV-2 so viel gefährlicher als seinen Verwandten aus 2002? Wie unterscheiden sich SARS-CoV und SARS-Cov-2 voneinander? Letztere Frage wurde im Hauptteil und dem darauffolgenden Kapitel beantwortet. Die Lösung der ersten Frage ist nicht so leicht. Mögliche Antworten könnten sein:

### 1. SARS-CoV-2 ist ansteckender als SARS-CoV

Nachgewiesen ist, dass das Coronavirus aus 2019 nicht ansteckender ist als das aus 2002.<sup>38</sup> Doch die neuen Virusvarianten, besonders B.1.1.7, sind leichter übertragbar. Diese Mutationen könnten also eine dritte Welle auslösen, die jedoch noch nicht sicher absehbar ist, sich aber am Beispiel England beobachten lässt.

### 2. SARS-CoV besitzt zwar eine höhere Mortalität, aber...

...SARS-CoV-2 verzeichnet deutlich mehr Infizierte, wodurch es viel mehr Tote gibt. Hier spielt also nicht unbedingt die Mortalität eine Rolle, sondern wie gut und schnell das Virus von Mensch zu Mensch übertragen wird. Doch wie kommt es zu den höheren Infektionszahlen? Denn Fakt ist, dass die beiden Viren sich eigentlich sehr ähneln.

### 3. Die Reaktion der Weltgemeinschaft auf SARS-CoV-2 ist/war schlechter oder ist/war zu langsam.

In vielen Fällen wurde deutlich zu langsam auf das neuartige Coronavirus reagiert. Der Skiort Ischgl in Österreich ist eines der Beispiele. Dort wurden trotz positiv getesteter Fälle die Lokale und Après-Ski-Bars weiter offengehalten, weshalb sich Urlauber aus ganz Europa mit dem Virus anstecken konnten. Das Resultat war, dass sich das Virus durch dieses sogenannte „Superspreading-Event“ sehr viel stärker verbreiten konnte, als wenn schon vorher Maßnahmen wie Schließungen der Gastronomien vorgenommen worden wären. Außerdem handelten manche Regierungen nicht oder nur langsam, um SARS-CoV-2 einzudämmen. Allerdings gibt es auch Länder, die gut durch die Pandemie kommen, weshalb nicht von einem Totalversagen zu reden ist.<sup>39</sup>

---

<sup>38</sup> Hossam M. Ashour: „Insights into the Recent 2019 Novel Coronavirus (SARS-CoV-2) in Light of Past Human Coronavirus Outbreaks“, NCBI (s. Table 1)

<sup>39</sup> Charlotte Raskopf: „Diese Länder kommen am besten durch die Pandemie“, Capital

4. Superspreader und Superspreading-Events tragen zu einer großflächigen Verbreitung des Virus bei.

Schon im oberen Punkt wurde ein Superspreading-Event angesprochen. Bei solch einem Ereignis trifft eine oder mehrere infizierte Personen (die „Superspreader“) auf eine Vielzahl gesunder Personen, die sich dann bei dem Infizierten anstecken und so das Virus weitertragen. Diese Superspreader-Events finden beispielsweise bei geplanten Partys, Hochzeiten oder Familienfeiern statt, obwohl diese teilweise verboten waren/sind. Deshalb tragen Mitglieder solcher Veranstaltungen (ob absichtlich oder unabsichtlich) enorm dazu bei, SARS-CoV-2 zu verbreiten. Dazu muss jedoch auch gesagt werden, dass durch SARS-CoV-2 starke Einschränkungen im alltäglichen Leben, in Form von Lockdowns, geduldet werden müssen. Bei SARS-CoV war dies nicht der Fall, weshalb weniger Anlass gegeben wurde, gegen mildere und kürzer andauernde Einschränkungen zu verstoßen.

5. SARS-CoV-2 Patienten werden erst später symptomatisch, weshalb eine Erkrankung am Coronavirus erst spät erkannt wird.

Abbildung 14 zeigt, dass SARS-CoV Patienten schneller und in einem größeren Teil der Fälle symptomatisch wurden als es bei SARS-CoV-2 der Fall ist. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass mehr mit Covid-19 Erkrankte dies erst später merken und so das Virus unbemerkt verbreiten können, was wiederum Superspreading-Events fördert.

## 5 Schlussteil

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Frage, ob SARS-CoV-2 wirklich gefährlicher ist als SARS-CoV, nicht genau beantwortet werden kann. Doch die Fakten sprechen für sich: Sowohl in der Länge der Pandemie/Epidemie als auch in Fallzahlen und Eingriffen in das normale Leben übertrifft das neuartige Coronavirus das stark ähnliche Virus aus 2002. Die beiden Viren sind vergleichbar hinsichtlich ihrer Struktur und ihres Genoms, wobei es Unterschiede gibt, die möglicherweise ausschlaggebend sind für SARS-CoV-2 und ihm Vorteile verschaffen könnten.

Was Sorge bereiten könnte sind die neue Mutation, die in ihrer Kontagiosität möglicherweise aggressiver sind als ihr Vorläufer. Hoffnung geben dabei aber die neuen Impfstoffe, die vor einem schweren Krankheitsverlauf schützen. Und obwohl die Mortalität bei SARS-CoV höher liegt, spielt wohl eher die Anzahl an Infizierten eine größere Rolle. Auch Punkt 5 im Diskussionsteil sollte als Hypothese für die Beantwortung der Frage näher ins Auge gefasst werden, denn durch asymptomatische Personen kann es zu einer höheren Zahl an Übertragung kommen, obwohl die beiden Viren in ihrem Übertragungsweg beinahe gleich sind.

## 6 Bilderverzeichnis

Abbildung 1: (Von der Website „ncbi.nlm.nih.gov“ aus dem Artikel „SARS – beginning to understand a new virus“ von den Autoren Stadler Konrad, Vega Masagnani, Eickmann Markus, Becker Stephan, Abrignani Sergio, Klenk Hans-Dieter, Rino Rappuoli entnommen und eigens bearbeitet.)

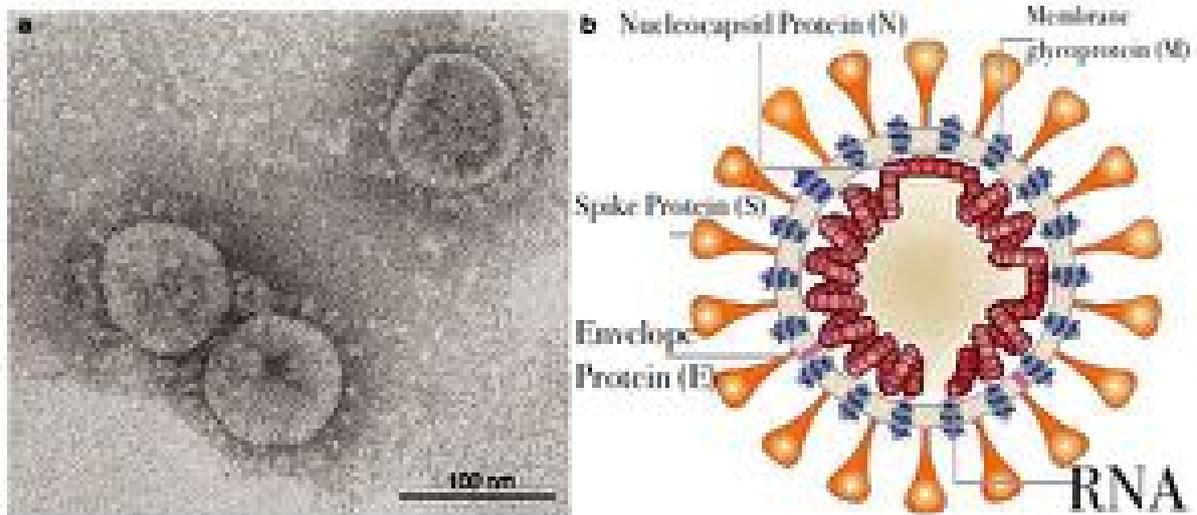


Abbildung 3 und 4: Wikimedia Commons: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SARS\\_xray.jpg?uselang=de](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SARS_xray.jpg?uselang=de)  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:X-rays\\_of\\_the\\_chest?uselang=de#/media/File:Chest\\_Xray\\_PA\\_3-8-2010.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:X-rays_of_the_chest?uselang=de#/media/File:Chest_Xray_PA_3-8-2010.png), Zugriff am: 27.01.21



Abbildung 4: Röntgen Thorax, gesunder Patient



Abbildung 3: Röntgen Thorax, SARS-CoV Patient

Auf dem Röntgenbild des SARS-CoV Patienten sieht man eine rechtsbetonte fleckenförmige Verdichtung, allerdings ist auch der linke Lungenflügel befallen.

Abbildung 2: Wahrscheinliche SARS\*-Fälle nach Ländern weltweit nach Geschlecht zwischen dem 1. November 2002 und dem 31. Juli 2003

Quelle: Statista Research Department: SARS-Fälle nach Ländern weltweit nach Geschlecht 2002/03, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1097909/umfrage/sars-faelle-nach-laendern-weltweit-nach-geschlecht/#professional>

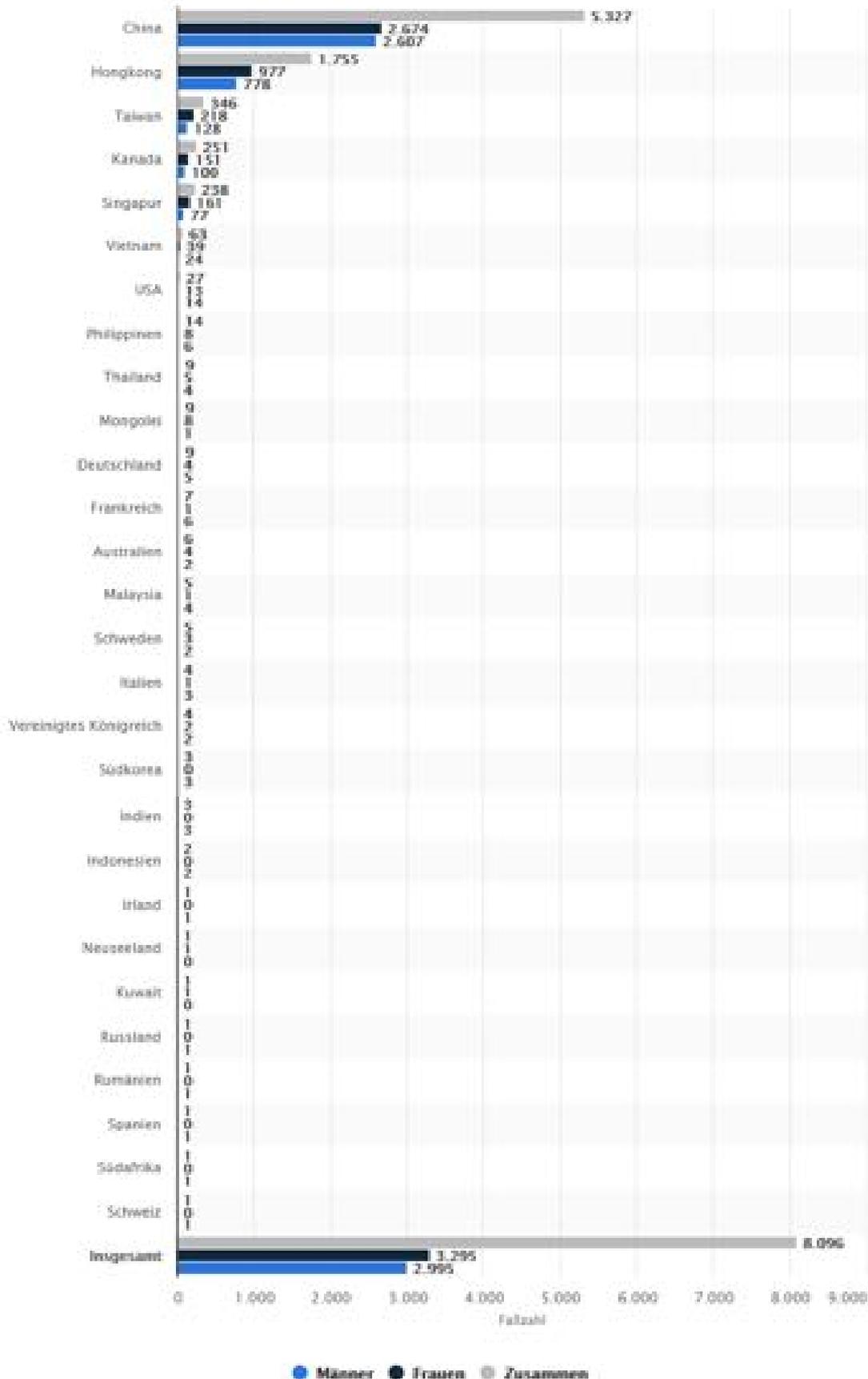


Abbildung 5: (eigens bearbeitet) Struktur SARS-CoV-2

Quelle: Luigi Santacrose, Ioannis A. Charitos, Domenico M. Carretta, Emanuele De Nitto, and Roberto Lovero: "The human coronaviruses (HCoV) and the molecular mechanisms of SARS-CoV-2 infection", NCBI, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7710368/>, Zugriff am: 01.02.2021

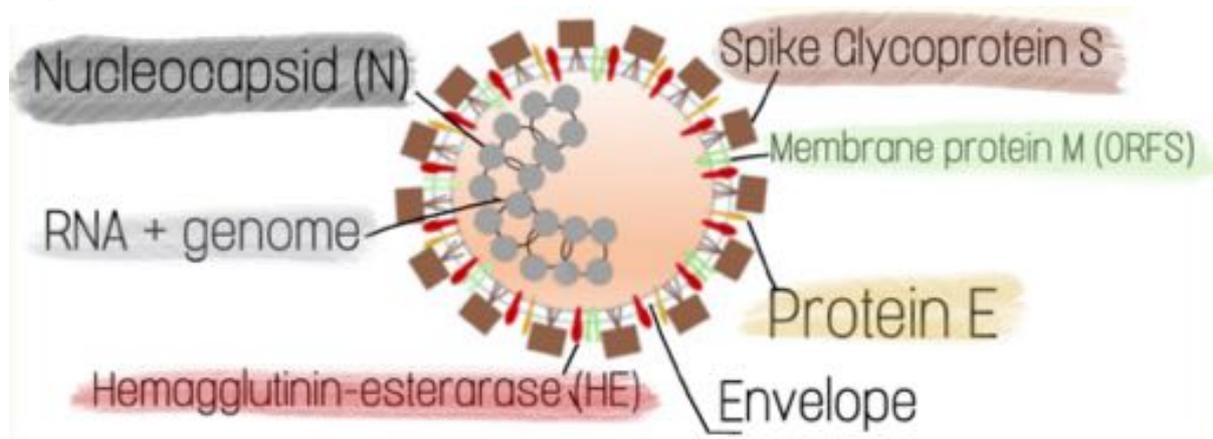
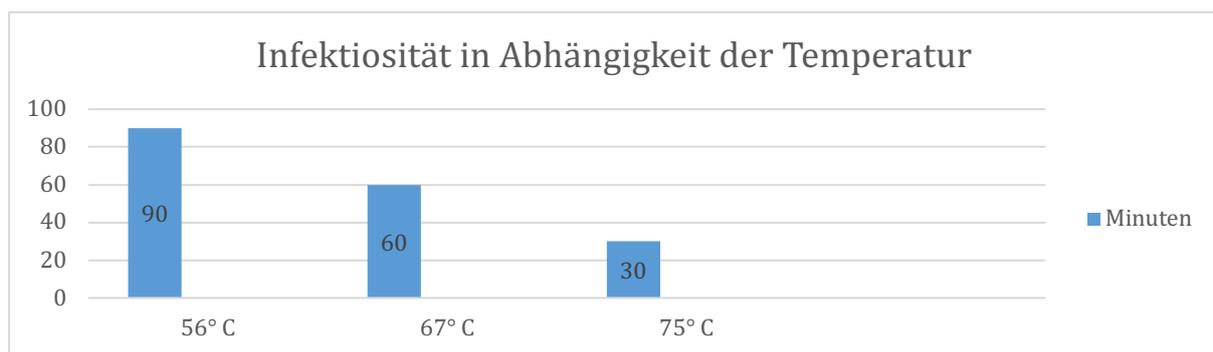


Abbildung 6:



Anhand des Diagramms kann man erkennen, dass die Infektiosität schneller sinkt, je höher die Temperatur ist.

Abbildung 8: „Übertragungswege des Virus“ Quelle: J.A. Otter, C. Donskey, S. Yezli: "Transmission of SARS and MERS coronaviruses and influenza virus in healthcare settings: the possible role of dry surface contamination", NCBI, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7114921/>, Zugriff am: 05.02.21

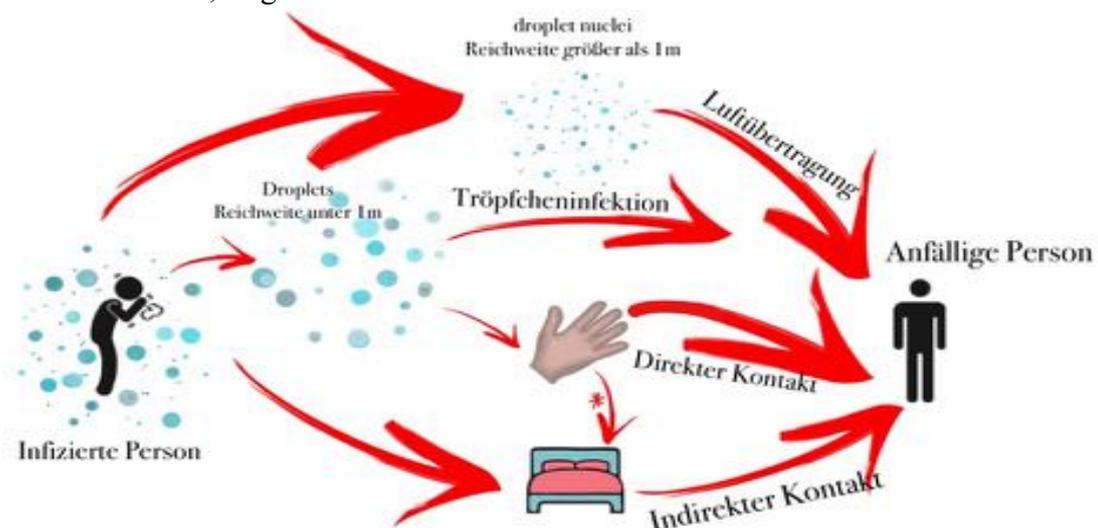


Abbildung 9: Verlauf der Pandemie SARS-CoV-2 vom 21. Januar 2020 bis zum 07.02.21  
 Quelle: „Template: COVID-19 pandemic data“, Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Template:COVID-19\\_pandemic\\_data](https://en.wikipedia.org/wiki/Template:COVID-19_pandemic_data), Stand: 07.02.21

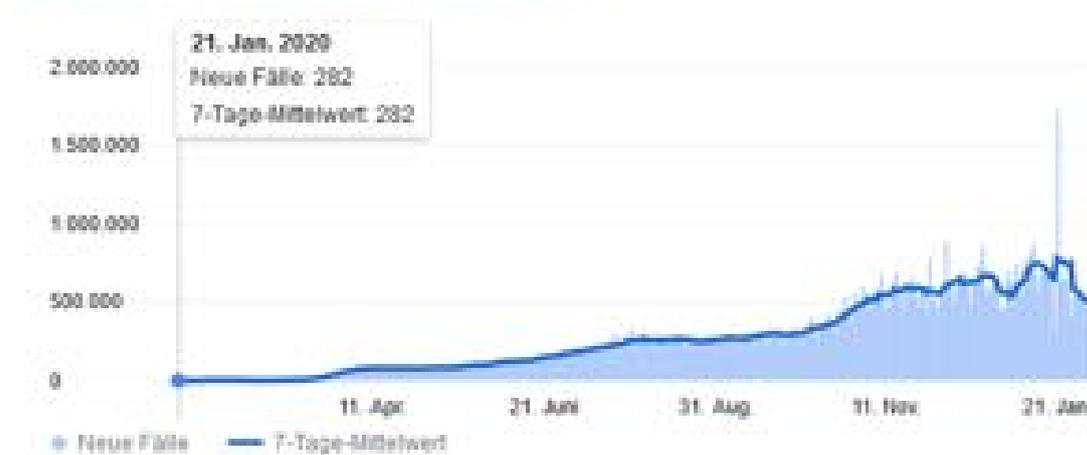
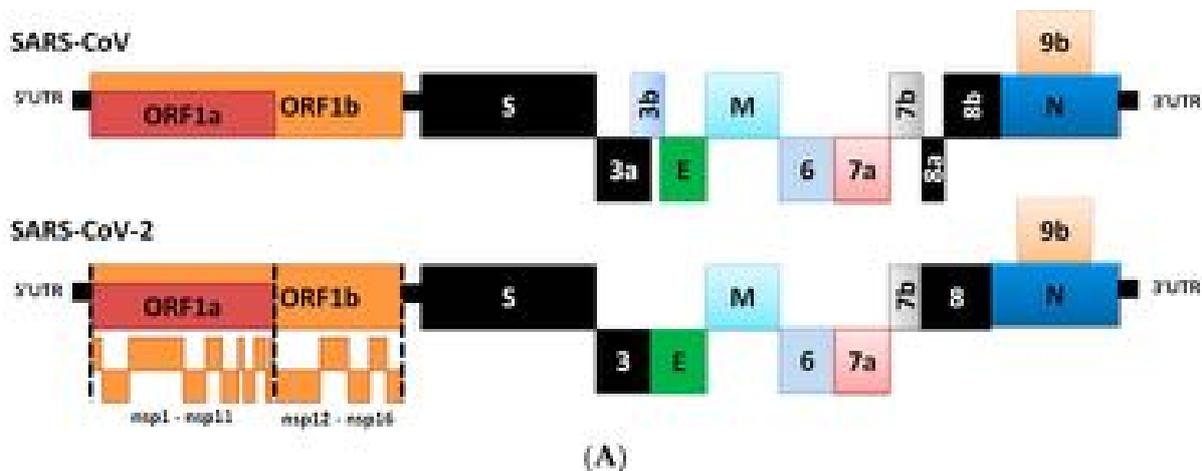


Abbildung 10: Die Genstruktur von SARS-CoV und SARS-CoV-2  
 Quelle: Ma'mon M. Hatmal, Walhan Alshaer, Mohammad A. I. Al-Hatamleh, Malik Hatmal, Othman Smadi, Mutasem O. Taha, Ayman J. Oweida, Jennifer C. Boer, Rohimah Mohamud and Magdalena Plebanski: "Comprehensive Structural and Molecular Comparison of Spike Proteins of SARS-CoV-2, SARS-CoV and MERS-CoV, and Their Interactions with ACE2", NCBI, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7763676/>, Zugriff am: 15.02.21



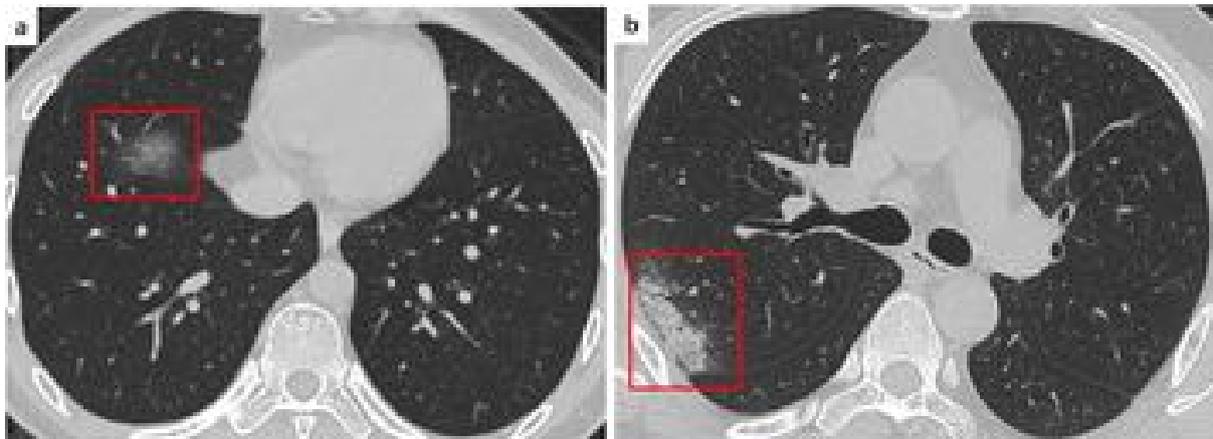
Die schwarzen Kästen in der Abbildung stellen die wichtigsten Unterschiede zwischen der RNA der beiden Viren dar.

Abbildung 11: „Erfasste Symptome für Covid-19-Fälle in Deutschland (Meldedaten)“  
 Quelle: „Epidemiologischer Steckbrief zu SARS-CoV-2 und COVID-19“, rki, [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Steckbrief.html;jsessionid=A7E882BF7B03747E1951B4DDA343375A.internet091?nn=13490888#doc13776792bodyText8](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html;jsessionid=A7E882BF7B03747E1951B4DDA343375A.internet091?nn=13490888#doc13776792bodyText8), Zugriff am: 15.02.21

Husten	40 %
Fieber	27 %
Schnupfen	28 %
Störung des Geruchs- und/oder Geschmackssinns <sup>1</sup>	22 %
Pneumonie	1,0 %

Abbildung 12: CT-Scan zweier Patienten

Quelle: Zheng Ye, Yun Zhang, Yi Wang, Zixiang Huang, and Bin Song: “Chest CT manifestations of new coronavirus disease 2019 (COVID-19): a pictorial review”, NCBI, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7088323/>, Zugriff am: 15.01.21



**A:** CT-Thorax eines 35-jährigen Patienten, der seit einem Tag symptomatisch ist. Es zeigt sich eine Milchglastrübung im rechten Unterlappen (rotes Fenster). Ansonsten unauffälliger Befund.

**B:** CT-Thorax eines 47-jährigen männlichen Patienten, der seit 7 Tagen Fieber hat, es zeigt sich im rechten Oberlappen eine, direkt unterhalb der Pleura liegende, Gewebseinschmelzung. Diese ist durch den roten Kasten markiert. Ansonsten unauffälliger Befund.

Abbildung 13: Sterblichkeitsrate der an SARS-CoV-2 Erkrankten je Land:

Quelle: „Letalitätsrate beim Coronavirus (COVID-19) in den am stärksten betroffenen Ländern“, statista, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1103785/umfrage/mortalitaetsrate-des-coronavirus-nach-laendern/>, Zugriff am: 15.02.21

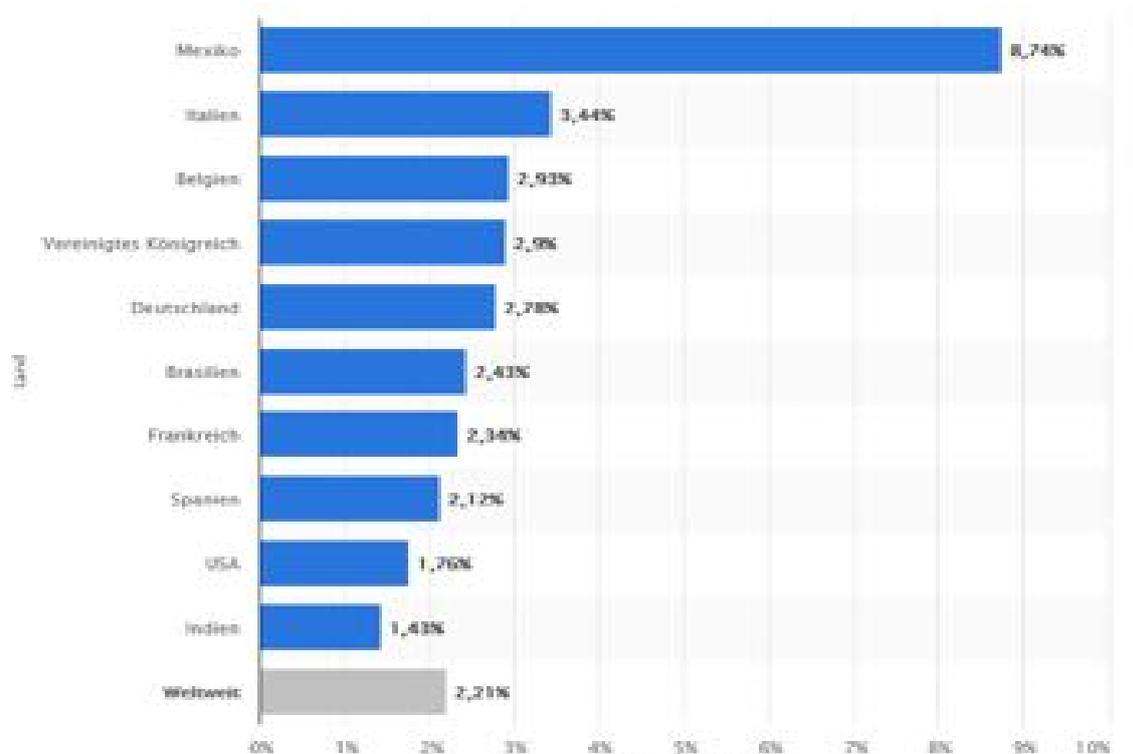
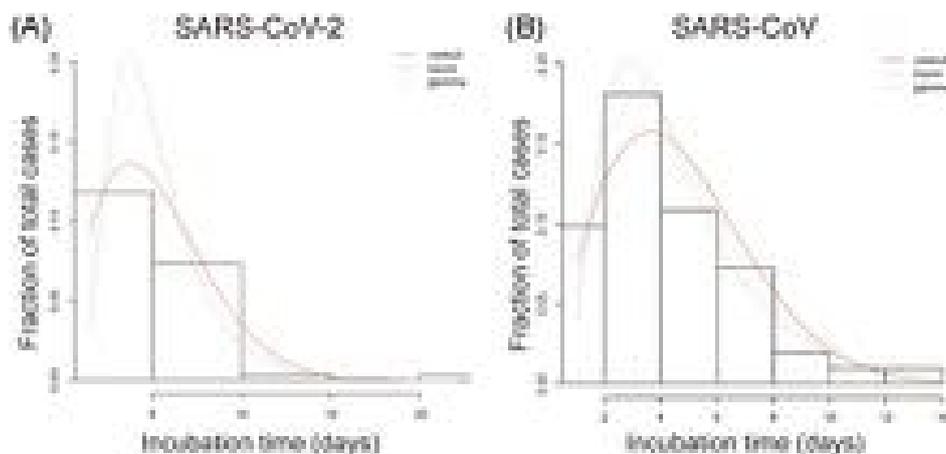


Abbildung 14: Inkubationszeit von SARS-CoV-2 und SARS-CoV im Vergleich, sowie Anteil der symptomatischen Fälle

Quelle: Xuan Jiang, Simon Rayner and Min-Hua Luo: „Does SARS-CoV-2 has a longer incubation period than SARS and MERS?“, NCBI, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7166592/>, Zugriff am: 16.02.21



	Incubation time (days)
SARS-CoV-2	4.9 (95% CI 4.4-5.5)
SARS-CoV	4.7 (95% CI 4.3-5.1)

## 7 Quellenverzeichnis

- „Diagnostik von SARS-Verdachtsfällen (SARS-Virus-Diagnostik)“, rki, <https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/S/SARS/Diagnostik.html>, Zugriff am: 01.02.21
- „Die aktuellen Fallzahlen in Deutschland und weltweit“, bundesregierung.de, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/fallzahlen-coronavirus-1738210>, Zugriff am: 16.02.21
- „Epidemiologischer Steckbrief zu SARS-CoV-2 und COVID-19“, rki, [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Steckbrief.html;jsessionid=F243E358AE220BEE4BA529A9B1630B28.internet062?nn=13490888#doc13776792bodyText13](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html;jsessionid=F243E358AE220BEE4BA529A9B1630B28.internet062?nn=13490888#doc13776792bodyText13), Zugriff am: 15.02.21
- „Mittel gegen SARS im Rahmen von RP6-Projekt entdeckt“, Cordis <https://cordis.europa.eu/article/id/24006-fp6-project-finds-cure-for-sars/de>, Zugriff am: 27.01.21
- „Schweres, akutes Atemwegssyndrom“, Wikiwand, [https://www.wikiwand.com/de/Schweres\\_akutes\\_Atemwegssyndrom](https://www.wikiwand.com/de/Schweres_akutes_Atemwegssyndrom), Zugriff am: 27.01.21
- Ashour Hossam M.: „Insights into the Recent 2019 Novel Coronavirus (SARS-CoV-2) in Light of Past Human Coronavirus Outbreaks“, NCBI, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7157630/>, Zugriff am: 17.02.21
- Charles H. Calisher und Childs James E.: “Bats: Important Reservoir Hosts of Emerging Viruses”; VIRUSES FOUND IN BATS; SARS-CoV-Like Viruses of Bats, NCBI, Zugriff am: 26.01.21
- Chien-Te Tseng, Sbrana Elena, Iwata-Yoshikawa Naoko, Newman Patrick C, Garron Tania, Atmar Robert L, Peters Clarence J, Couch Robert B: “Immunization with SARS coronavirus vaccines leads to pulmonary immunopathology on challenge with the SARS virus”, PubMed, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22536382/>, Zugriff am: 29.01.21
- Childs James E., Mackenzie John S., Richt Jürgen A.: „Bats, Civets and the Emergence of SARS”, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7120088/>,
- Duan Shu-Ming, Zhao Xin-Sheng, Rui-Fu Wen, Huang Jing-Jing, Pi Guo-Hua , Su-Xiang Zhang, Han Jun, Bi Sheng-Li , Ruan Li , Dong Xiao-Ping , SARS Research Team: “Stability of SARS coronavirus in human specimens and environment and its sensitivity to heating and UV irradiation”, PubMed, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14631830/>, Zugriff am: 03.02.21
- Ernsts, Prokott Markus: „SARS-Cov“, <https://de.wikipedia.org/wiki/SARS-CoV>, Zugriff am 18.01.2021
- Ernsts: „SARS-CoV-2“, Wikipedia, <https://de.wikipedia.org/wiki/SARS-CoV-2>, Zugriff am: 01.02.21

Hatmal Ma'mon M.: „Comprehensive Structural and Molecular Comparison of Spike Proteins of SARS-CoV-2, SARS-CoV and MERS-CoV, and Their Interactions with ACE2”, NCBI, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7763676/>, Zugriff am: 16.02.21

Meyer Rüdiger: „SARS-Virus: Nur geringe Neigung zur Mutation“, aertzteblatt, <https://www.aerzteblatt.de/archiv/36927/SARS-Virus-Nur-geringe-Neigung-zur-Mutation>, Zugriff am: 16.02.21

Neher Richard, “Der Selektionsdruck auf das Virus steigt“, Max-Planck-Gesellschaft, <https://www.mpg.de/16351440/corona-varianten-neher>, Zugriff: 03.03.2021

Nevio Cimolai: „Environmental and Decontamination Issues for Human Coronaviruses and Their Potential Surrogates”, NCBI, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7538848/>, Zugriff am: 15.02.21

Pogrebnyak Natalia, Golovkin Maxim, Andrianov Vyacheslav, Spitsin Sergei, Smirnov Yuriy, Egolf Richard, and Koprowski Hilary: “Severe acute respiratory syndrome (SARS) S protein production in plants: Development of recombinant vaccine”, PNAS, <https://www.pnas.org/content/102/25/9062>, Zugriff am: 28.01.21

Prokott Markus: „Coronaviridae“, <https://de.wikipedia.org/wiki/Coronaviridae>, Zugriff am 18.01.2021

Rabenau H. F., J. Cinatl, Morgenstern B., Bauer G., Preiser W. and Doerr H. W. „Stability and inactivation of SARS coronavirus”, PubMed, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00430-004-0219-0>, Zugriff am: 03.02.21

Raskopf Charlotte: „Diese Länder kommen am besten durch die Pandemie“, Capital, <https://www.capital.de/wirtschaft-politik/diese-laender-kommen-am-besten-durch-die-pandemie>, Zugriff am: 17.02.21

Reske Vanessa: „Wo könnte der Ursprung des Coronavirus liegen?“, Quarks, <https://www.quarks.de/gesundheit/wo-koennte-der-ursprung-des-coronavirus-liegen/>, Zugriff am: 14.02.2021

Riddell Shane , Goldie Sarah , Hill Andrew , Eagles Debbie , and Drew Trevor W. : „The effect of temperature on persistence of SARS-CoV-2 on common surfaces”, NCBI, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7538848/>, Zugriff am: 15.02.21

Satija Namita, Lal Sunil K.: “The Molecular Biology of SARS Coronavirus” ncbi.nlm.nih.gov, Introduction, Zugriff am: 25.01.21

Stadler Konrad, Vega Masagnani, Eickmann Markus, Becker Stephan, Abrignani Sergio, Klenk Hans-Dieter, Rino Rappuoli: „SARS – beginning to understand a new virus“, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15035025/>, Zugriff am 18.01.2021

Tertilt Mathias, Gerhard Saskia: „Corona: Wie gefährlich sind die neuen Mutationen?“, Quarks, <https://www.quarks.de/gesundheit/medizin/corona-wie-gefaehrlich-sind-die-neuen-mutationen/>, Zugriff am: 16.02.21

Übersetzung des Annex 1 des WHO-Dokuments: „Alert, verification and public health management of SARS in the post-outbreak period“, „Natürlicher Krankheitsverlauf“, rki.de, <https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/S/SARS/Klinik.html>, Zugriff am: 25.01.21

Zhu Jieyun, Ji Pan , Pang Jielong, Zhong Zhimei, Li Hongyuan, He Cuiying, Zhang Jianfeng, and Zhao Chunling: „Clinical characteristics of 3,062 COVID-19 patients: a meta-analysis“, NCBI, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7262119/#>, Zugriff am: 14.02.21

## 8 Selbstständigkeitserklärung

**Erklärung:** Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die im Literaturverzeichnis angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Mir ist bekannt, dass die Arbeit auch nachträglich mit null Punkten bewertet werden kann, sofern sich - auch zu einem späteren Zeitpunkt - herausstellen sollte, dass die Arbeit oder Teile davon nicht selbstständig verfasst wurden, die Zitationshinweise fehlen oder Teile aus dem Internet entnommen wurden.