

Diplomarbeit

**Die ersten Monate der COVID-19 Pandemie:
Erste Daten zur Stabilität von SARS-CoV-2 in der
Umwelt sowie zur Bedeutung von Masken in der
Eindämmung der Transmission**

eingereicht von

Raphaela Maierhofer

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der gesamten Heilkunde

(Dr.ⁱⁿ med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

Diagnostik & Forschungsinstitut für Hygiene, Mikrobiologie und

Umweltmedizin

unter der Anleitung von

Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ med. univ. Andrea Grisold

und

Univ.-Prof. Dr. med. univ. Harald Kessler

Graz, am 27.02.2021

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 27.02.2021

Raphaela Maierhofer eh.

Danksagungen

Dieser Teil meiner Diplomarbeit gibt mir die Möglichkeit, mich bei all den Personen zu bedanken, die mich sowohl bei der Erstellung dieser Arbeit als auch auf den Weg zu diesem Studium und während des Studiums unterstützt haben.

Einen herzlichen Dank möchte ich meiner Betreuerin Univ.-Prof. Dr.med.univ. Andrea Grisold aussprechen. Das Glück, eine so engagierte, unkomplizierte und herzliche Person als Betreuerin für meine Diplomarbeit zu haben, schätze ich sehr. Sie hat mir von Beginn an mit Rat und Tat zur Seite gestanden und lenkte mich immer wieder auf den richtigen Pfad zurück. Danke für diese inspirierende Zusammenarbeit.

Ein weiterer Dank gilt meinem Zweitbetreuer Univ.-Prof. Dr.med.univ. Harald Kessler, der sich ohne zu zögern bereit erklärte, diese Rolle einzunehmen.

Weil ihr meine Studienzeit zu einem unvergesslichen Erlebnis gemacht habt und ich Freundschaften fürs Leben schließen durfte, möchte ich mich bei euch für die vielen schönen gemeinsamen Stunden bedanken. Ich bin mir sicher, ihr wisst, wer an dieser Stelle angesprochen ist.

Auch meinem Bruder Dominik ist ein herzlicher Dank auszusprechen. Du hast mir mit deiner Expertise sehr geholfen und mich bei jeder kleinen und größeren Frage bezüglich dieser Arbeit unterstützt. Ich danke dir dafür.

Da dies auf keinen Fall selbstverständlich ist, möchte ich mich bei meinen Eltern Claudia und Helmut mit ganzem Herzen bedanken, dass sie mir bereits mein ganzes Leben sowie auch während meines Studiums nicht nur finanziell, sondern auch bei allen Zweifeln und Sorgen, die natürlicherweise hin und wieder auftreten, beiseitestehen. Ich schätze euch beide wirklich sehr und genieße jede Zeit, die ich mit euch verbringen kann.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meinem Freund und Wegbegleiter seit bereits über 7 Jahren bedanken. Danke lieber Lars, dass du immer für mich da bist. Ohne dich, wäre dieses Studium nicht in dieser Form möglich gewesen. Du hast mich dazu inspiriert und ermutigt, diesen Weg einzuschlagen und ich könnte mir keinen besseren vorstellen. Du unterstützt mich und gibst mir Kraft in einfach jeder Hinsicht, die man sich nur vorstellen kann. Danke für dein unendliches Verständnis.

Inhaltsverzeichnis

Danksagungen	iii
Inhaltsverzeichnis	iv
Abkürzungen und deren Erklärung	vi
Abbildungsverzeichnis	viii
Tabellenverzeichnis	ix
Zusammenfassung	1
Abstract.....	3
1 Einleitung	4
1.1 SARS-CoV-2	5
1.1.1 Klassifikation von SARS-CoV-2	5
1.1.2 Ursprung von SARS-CoV-2.....	7
1.2 Epidemiologie von COVID-19.....	8
1.2.1 Definition und Dynamik einer Pandemie	8
1.2.2 Mensch zu Mensch Übertragung von SARS-CoV-2.....	9
1.2.3 Virausscheidung und Dauer der Ansteckungsfähigkeit.....	10
1.2.4 Risiko der Übertragung von SARS-CoV-2	13
1.3 Möglichkeiten der Eindämmung von COVID-19	14
1.3.1 Social Distancing.....	14
1.3.2 Masken	15
1.3.3 Händehygiene	20
2 Material und Methoden	23
3 Ergebnisse – Resultate.....	24
4 Diskussion	37
4.1 Beeinflussende Faktoren hinsichtlich der Stabilität von SARS-CoV-2	37
4.2 Oberflächenstabilität von SARS-CoV-2.....	38
4.2.1 Beeinflussende Faktoren hinsichtlich der Oberflächenstabilität von Coronaviren	39
4.2.2 Stabilität von Coronaviren auf verschiedenen unbelebten Oberflächen	41
4.3 Stabilität von SARS-CoV-2 in Aerosolen	43
4.3.1 Beeinflussende Umweltfaktoren hinsichtlich der Stabilität von SARS-CoV-2 in Aerosolen.....	45
4.4 Wirksamkeit verschiedener Maskentypen	46

4.4.1	Wirksamkeit nicht-medizinischer Masken	46
4.4.2	Wirksamkeit chirurgischer/medizinischer Masken	52
4.4.3	Wirksamkeit von partikelfilternden Halbmasken.....	54
4.5	Wirksamkeit von Face Shields.....	55
4.6	Schlussfolgerungen	57
4.7	Einschränkungen zu Inhalt und Methode	58
	Literaturverzeichnis.....	60

Abkürzungen und deren Erklärung

%	Prozent
°C	Grad Celsius
µm	Mikrometer
2019-nCoV	2019 novel coronavirus
Canine-CoV	Canines Coronavirus
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CDC, CCDC	Chinese Center for Disease Control and Prevention
cm	Zentimeter
cm ²	Quadratzentimeter
COVID-19	coronavirus disease 2019
CPAP	continuous positive airway pressure
CSG	Coronavirus Study Group
Feline-CoV	Felines Coronavirus
h	Stunde
HCoV-229E	Humanes Coronavirus 229E
HCoV-HKU1	Humanes Coronavirus HKU1
HCoV-NL63	Humanes Coronavirus NL63
HCoV-OC43	Humanes Coronavirus OC43
HEPA	High-Efficiency Particulate Air/Arrestance
ICTV	International Committee on Taxonomy of Viruses
KI	Konfidenzintervall
L	Liter
log	Logarithmus
m	Meter
mbar	Millibar
MERS	Middle East respiratory syndrom
MERS-CoV	Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus
MHV	Murines Coronavirus
min	Minuten
mL	Milliliter
MS2 Virus	Escherichia virus MS2
NaCl-Partikel	Natriumchlorid-Partikel

NIOSH	The National Institute for Occupational Safety and Health
nm	Nanometer
p	Überschreitungswahrscheinlichkeit, Signifikanzwert
Pa	Pascal
PCR	polymerase chain reaction
PEDV	Porcine epidemic diarrhea virus
PVC	Polyvinylchlorid
qPCR	real-time quantitative PCR
RNA	Ribonukleinsäure
RT-PCR	reverse transcription polymerase chain reaction
RT-qPCR	quantitative reverse transcription PCR
s	Sekunde
SARS	Severe acute respiratory syndrom
SARS-CoV, SARS-CoV-1	Severe acute respiratory syndrome coronavirus
SARS-CoV-2	Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2
TCID ₅₀	Median Tissue Culture Infectious Dose
Teflon	Polytetrafluorethylen
TGEV	Transmissible gastroenteritis coronavirus
TPI	threads per inch
USA	Vereinigte Staaten von Amerika, United States of America
UV-Licht	Ultraviolettstrahlung
VFE	virale Filtrationseffektivität
WHO	Weltgesundheitsorganisation/World Health Organization

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geschichte der Namensgebung von Coronaviren während der drei zoonotischen Ausbrüche von akuten Atemwegserkrankungen in den letzten beiden Jahrzehnten bezugnehmend auf die Virustaxonomie und die Erkrankungen, welche durch die Viren ausgelöst werden (4).....	5
Abbildung 2: Taxonomie von SARS-CoV-2 (4).....	6
Abbildung 3: Die 5 Momente der Händehygiene (53).....	22
Abbildung 4: Ergebnisse der Literaturrecherche bezüglich der Stabilität und Überlebensfähigkeit von SARS-CoV-2 auf Oberflächen und in Aerosolen.	25
Abbildung 5: Ergebnisse der Literaturrecherche bezüglich der Wirksamkeit von Gesichtsmasken und Face Shields.....	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zentrale Ergebnisse der eingeschlossenen Literatur aus den Suchbegriffen „SARS-CoV-2 inanimate surfaces“ und „SARS-CoV-2 virus viability in aerosol“.....	25
Tabelle 2: Zentrale Ergebnisse der eingeschlossenen Literatur aus den Suchbegriffen „efficacy of face shields in SARS-CoV-2“ und „efficacy of masks in SARS-CoV-2“.....	31

Zusammenfassung

Hintergrund: Durch die rasche Ausbreitung von SARS-CoV-2, welche die Erkrankung COVID-19 auslöst, erklärte die WHO die Erkrankung am 11. März 2020 zur Pandemie.

Ziel: Aufgrund dieser raschen Ausbreitungstendenz von COVID-19 war es ab Beginn der Pandemie entscheidend, möglichst viele Informationen bezüglich des Virus und der Möglichkeiten zur Eindämmung der Verbreitung zu erlangen. Ziel dieser Diplomarbeit war es, erste Studiendaten bezüglich der Stabilität und Überlebensfähigkeit von SARS-CoV-2 auf verschiedenen unbelebten Oberflächen und in Aerosolen, sowie der Wirksamkeit unterschiedlicher Maskentypen und Face Shields zu recherchieren, die wichtigsten Punkte bezüglich dieser Themen zu diskutieren und daraus Schlussfolgerungen für die Bekämpfung der COVID-19 Pandemie zu ziehen.

Material und Methoden: Mithilfe einer Literaturrecherche in der Meta-Datenbank PubMed erfolgte die Suche nach relevanter Literatur hinsichtlich der Stabilität und Überlebensfähigkeit von SARS-CoV-2 auf Oberflächen sowie in Aerosolen mit den Suchbegriffen „SARS-CoV-2 inanimate surfaces“ und „SARS-CoV-2 virus viability in aerosol“. In Bezug auf die Wirksamkeit verschiedener Maskentypen erfolgte die Literaturrecherche mit den Suchbegriffen „efficacy of face shields in SARS-CoV-2“ und „efficacy of masks in SARS-CoV-2“. In die Datenanalyse eingeschlossen wurden Publikationen, welche bis September 2020 publiziert wurden.

Ergebnisse: Nach Durchsicht von Titeln, Abstracts und Volltexten konnten bezüglich der Stabilität von SARS-CoV-2 auf Oberflächen und in Aerosolen insgesamt 10 Publikationen, hinsichtlich der Wirksamkeit unterschiedlicher Maskentypen 13 Publikationen in die Datenanalyse aufgenommen werden. Humane Coronaviren zeigten eine Stabilität auf unterschiedlichen unbelebten Oberflächen von bis zu 9 Tagen, wobei dies neben dem Oberflächenmaterial von weiteren Umweltfaktoren, wie der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit, abhängig ist. Zu Beginn der Pandemie noch diskutiert, stellen Aerosole mittlerweile einen anerkannten Transmissionsweg von SARS-CoV-2 dar. Am Anfang der Pandemie wurden unterschiedlichste Gesichtsmasken sowie Face Shields zur Reduktion der Übertragung von SARS-CoV-2 eingesetzt, mittlerweile wurde jedoch das verpflichtende Tragen von FFP2-Masken in Österreich eingeführt.

Schlussfolgerungen: Der Eindämmung der COVID-19 Pandemie kommt größte Bedeutung zu. Das Wissen um die Stabilität auf Oberflächen hat, genauso wie die

Untersuchungen zur luftgetragenen Übertragung von SARS-CoV-2, essentiell dazu beigetragen, das Risiko der Transmission zu minimieren.

Abstract

Background: Due to the rapid spread of SARS-CoV-2, which causes the disease COVID-19, the WHO declared the disease a pandemic on March 11, 2020.

Objective: Because of this rapid spread of COVID-19, it has been crucial since the start of the pandemic to obtain as much information as possible about the virus and how to contain the spread. Aim of this diploma thesis therefore was to review existing literature covering the stability and survivability of SARS-CoV-2 on various inanimate surfaces and in aerosols as well as the efficacy of different mask types and face shields and to further discuss these topics to ultimately draw conclusions for combating the COVID-19 pandemic.

Material and methods: A literature search in the meta-database PubMed has been performed. Used terms have been "SARS-CoV-2 inanimate surfaces" and "SARS-CoV-2 virus viability in aerosol". With regard to the efficacy of various mask types, the literature search was carried out using the search terms "efficacy of face shields in SARS-CoV-2" and "efficacy of masks in SARS-CoV-2". Publications found by September 2020 were included and forwarded to the data analysis.

Results: After reviewing the titles, abstracts and full texts for their relevance, a total of 10 publications concerning the stability of SARS-CoV-2 on surfaces and in aerosols were forwarded for the data analysis. Regarding the efficacy of different mask types, 13 publications could be included. Various human coronaviruses showed a stability on different inanimate surfaces of up to 9 days, whereby this depends not only on the surface material but also on other environmental factors such as temperature and relative humidity. Aerosols are an important transmission route for SARS-CoV-2. While at the beginning of the pandemic, a wide variety of face masks and face shields were used to reduce the transmission of SARS-CoV-2, however, in the meantime the mandatory wearing of FFP2 masks has been introduced in Austria.

Conclusions: At the moment the COVID-19 pandemic is still ongoing. The knowledge about the nature of the virus, the stability on surfaces as well as the knowledge of airborne transmission was essential in fighting this pandemic.

1 Einleitung

Eine Gruppe von Pneumonie Erkrankungen unklarer Ätiologie mit schwerwiegenden respiratorischen Symptomen wurde erstmals am 08. Dezember 2019 in Wuhan, Hauptstadt der Provinz Hubei (China), gemeldet. Als Ursache dieser Erkrankung wurde am 07. Jänner 2020 vom Chinese Center for Disease Control and Prevention (CDC) ein neuartiges Coronavirus aus einem Rachenabstrich identifiziert, welches von der WHO vorerst als 2019-nCoV (2019 novel coronavirus) bezeichnet wurde (1). Bereits am 30. Jänner 2020 wurde von der WHO der internationale Gesundheitsnotstand ausgerufen (2). Am 11. Februar 2020 erfolgte durch die WHO die offizielle Nomenklatur der Erkrankung, welche durch das neue Coronavirus hervorgerufen wird. Die Viruserkrankung wurde COVID-19, was eine Abkürzung für „coronavirus disease 2019“ darstellt, genannt (3). Das Virus bekam ebenfalls am 11. Februar 2020 die Bezeichnung „severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“ (SARS- CoV-2) von der Coronaviridae Study Group of the International Committee on Taxonomy of Viruses. (4).

Es stellt die dritte akute Atemwegserkrankung innerhalb von zwei Jahrzehnten dar, welche durch eine Übertragung eines Coronavirus von einem Tier auf den Menschen in Form einer Zoonose erfolgte. Zu diesen drei Infektionen zählen das Severe acute respiratory syndrom (SARS), das Middle East respiratory syndrom (MERS) und Coronavirus disease 2019 (COVID-19) (4).

Aufgrund der sehr raschen Ausbreitung von SARS-CoV-2 erklärte die WHO COVID-19 am 11. März 2020 zur Pandemie (5). Dies verursachte eine große Aufmerksamkeit der Bevölkerung, wodurch viele Fragen in Bezug auf dieses neuartige Coronavirus sowie die dadurch verursachte Krankheit COVID-19 auftauchten. Sowohl die Möglichkeiten der Eindämmung der Ausbreitung von SARS-Cov-2 als auch die Maßnahmen der verschiedenen Länder, welche die jeweiligen Regierungen sowie Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger in Hinblick auf diese besondere Situation trafen, rückten in den Vordergrund und wurden ein Thema von großem Interesse.

Mithilfe einer Literaturrecherche sollen in dieser Arbeit Fragen zur Epidemiologie des Virus, zu den Übertragungswegen von SARS-CoV-2 sowie der Wirksamkeit der einzelnen Schutzmaßnahmen beantwortet werden, wobei insbesondere die Stabilität und Überlebensfähigkeit des Virus auf Oberflächen und in Aerosolen sowie die Verwendung von Gesichtsmasken und Face Shields in der Bevölkerung betrachtet werden.

1.1 SARS-CoV-2

1.1.1 Klassifikation von SARS-CoV-2

SARS-CoV-2 ist ein Coronavirus, welches am 07. Jänner 2020 erstmals von der CDC (Chinese Center for Disease Control and Prevention) aus einem Rachenabstrich einer Person identifiziert wurde, nachdem es Mitte Dezember 2019 zum Auftreten von mehreren Fällen einer Pneumonie unklarer Ätiologie kam. Diese ersten Krankheitsfälle traten in Wuhan, der Hauptstadt der Provinz Hubei in China, auf. Die vorübergehende Bezeichnung des Virus erfolgte durch die WHO, welche das Virus als 2019-nCoV (2019 novel coronavirus) bezeichnete (1).

Die Erkrankung, welche durch dieses Virus ausgelöst wird, nannte die WHO vorerst „2019-nCoV acute respiratory disease“ (6). Die offizielle Nomenklatur der Krankheit erfolgte im weiteren Verlauf ebenfalls durch die WHO. Sie wurde am 11. Februar 2020 als COVID-19 (coronavirus disease 2019) bezeichnet (3).

Die Klassifikation des Virus wurde von der Coronaviridae Study Group of the International Committee on Taxonomy of Viruses durchgeführt. Diese entschied sich, die Nomenklatur des neu entdeckten Virus basierend auf seiner phylogenetischen Entwicklung durchzuführen.

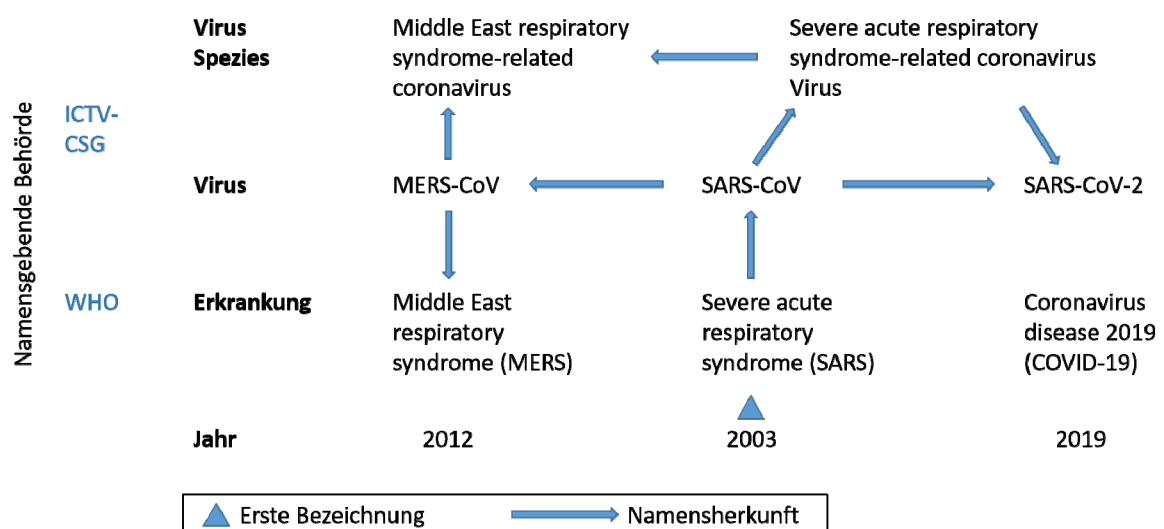


Abbildung 1: Geschichte der Namensgebung von Coronaviren während der drei zoonotischen Ausbrüche von akuten Atemwegserkrankungen in den letzten beiden Jahrzehnten bezugnehmend auf die Virustaxonomie und die Erkrankungen, welche durch die Viren ausgelöst werden (4).

Grundsätzlich sind Coronaviren eine Gruppe von umhüllten positiv-strängigen RNA-Viren, welche Wirbeltiere infizieren (4). Zusammen mit SARS-CoV-2 gibt es zum jetzigen Zeitpunkt sieben Coronaviren, welche zu einer Infektion beim Menschen führen. Diese sind zusätzlich zu SARS-CoV-2 noch HCoV-229E, HCoV-OC43, SARS-CoV-1, HCoV-NL63, HCoV-HKU1 und MERS-CoV (7).

SARS-CoV-2 ist ein Virus der Spezies Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus, zu dem auch SARS-CoV-1 gehört. Diese Spezies gehört wiederum zur Untergattung Sarbecovirus, welche zur Gattung Betacoronavirus gezählt wird. Die dazugehörige Unterfamilie stellt Orthocoronavirinae aus der Familie der Coronaviridae dar, welche aus der Unterordnung Cornidovirineae und wiederum der darüberstehenden Ordnung Nidovirales stammt. Diese Ordnung wird zum Bereich der Riboviria, den sogenannten RNA-Viren gezählt (4).

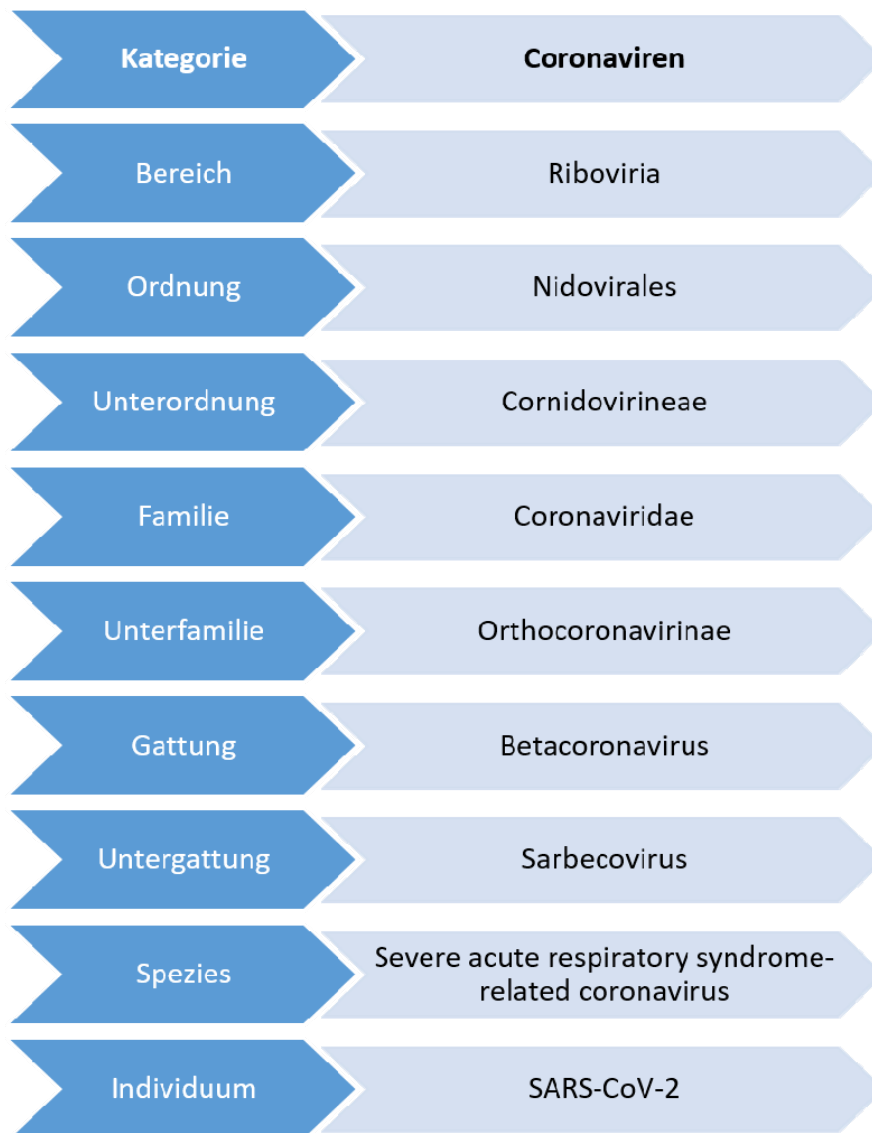


Abbildung 2: Taxonomie von SARS-CoV-2 (4).

1.1.2 Ursprung von SARS-CoV-2

Ähnlich wie bei SARS-CoV und MERS-CoV stellt die Fledermaus auch einen möglichen Ursprung von SARS-CoV-2 dar. SARS-CoV-2 und das Coronavirus BatCoV RaTG13 der Fledermaus *Rhinolophus affini* decken sich in ihrem Genom zu 96%. Da jedoch SARS-CoV als auch MERS-CoV einen Zwischenwirt besitzen, besteht die Theorie, dass auch SARS-CoV-2 einen solchen aufweist (8,9). Als Zwischenwirt von SARS-CoV wird der Larvenroller (*Paguma larvata*), von MERS-CoV das Kamel angenommen.

Der Ausbruch der Erkrankung COVID-19 wurde auf den Huanan Seafood Wholesale Market zurückgeführt, da viele der initialen Krankheitsfälle eine Assoziation zu diesem Markt aufwiesen. Die Hypothese einer möglichen Tier zu Mensch Übertragung in Form einer Zoonose von SARS-CoV-2 durch einen Zwischenwirt, welcher auf diesem Markt anzufinden war, entstand. Das Pangolin, auch als Steppenschuppentier bezeichnet, wurde als möglicher Zwischenwirt von SARS-CoV-2 angenommen (10).

Dong et al. führen als wahrscheinlichsten Übertragungsweg ebenfalls den Weg von der Fledermaus über das Pangolin auf den Menschen an (11). Nichtsdestotrotz verweisen sie darauf, dass auch weitere Ursprünge von SARS-CoV-2, wie etwa Zibeten, nicht außer Acht gelassen werden dürfen. Zusätzlich beschreiben sie einen möglichen Übertragungsweg von Katzen auf Hunde und wiederum auf den Menschen. In diesem Fall müsste jedoch eine mögliche Rekombination der Alphacoronaviren Feline-CoV und Canine-CoV, welche Katzen und Hunde befallen, auf ein Betacoronavirus stattgefunden haben (11).

Eine Untersuchung von Chaw et al. kommt zum Schluss, dass sogar die Möglichkeit einer bis jetzt nicht erkannten Zirkulation von SARS-CoV-2 innerhalb der Menschheit über die letzten Jahre hinweg besteht (12).

Gemäß Andersen et al. ist es unwahrscheinlich, dass SARS-CoV-2 ein wissentlich in einem Labor manipuliertes Virus ist. Die zurzeit verfügbaren Möglichkeiten der Genmanipulation von Betacoronaviren stimmen nicht mit dem Genom von SARS-CoV-2 überein (13).

Weitere Forschergruppen zeigen auf, dass auch Schlangen und Schildkröten ein eventueller Zwischenwirt von SARS-CoV-2 sein könnten (14,15).

Zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Zeilen gibt es keine klare Evidenz über den zoonotischen Ursprung von SARS-CoV-2. Aus diesem Grund ist weitere Forschung erforderlich, um eine bessere Datenlage in Bezug auf dieses Thema zu erhalten.

1.2 Epidemiologie von COVID-19

Die ersten berichteten Fälle von an COVID-19 erkrankten Personen sind auf den 08. Dezember 2019 zurückzuführen. Die primär unbekannte Atemwegserkrankung fand ihren Ursprung in Wuhan, Hauptstadt der Provinz Hubei in China (1). Aufgrund der sehr raschen Ausbreitung von SARS-CoV-2 erklärte die WHO COVID-19 am 11. März 2020 zur Pandemie (5). Zum Zeitpunkt der Abfrage (26.02.2021) gibt es weltweit 113.097.790 bestätigte Fälle sowie 2.509.666 Todesfälle, welche im Zusammenhang mit COVID-19 auftraten. Die Zahl an genesenen Personen liegt zum jetzigen Zeitpunkt bei 63.825.823. Betroffen sind insgesamt 192 Länder beziehungsweise Regionen, in welchen sich an COVID-19 erkrankte Einwohnerinnen und Einwohner befinden (16).

1.2.1 Definition und Dynamik einer Pandemie

Eine Pandemie wird als eine weltweite Epidemie definiert (17). Die Erreger von Pandemien führen zu einer großen Anzahl an infizierten sowie verstorbenen Personen. Des Weiteren wird eine Pandemie kausal mit einer Störung der sozialen und wirtschaftlichen Situation der jeweiligen betroffenen Länder in Beziehung gebracht. In der Geschichte der Menschheit gab es bereits eine Vielzahl an Pandemien, wie etwa die Pest, die Pocken, Cholera oder die spanische Grippe. Bei Betrachtung der Dynamik von Pandemien in der Vergangenheit konnte die Ausbreitung einer Pandemie durch Verfolgung von Militär- und Handelsrouten gut vorhergesagt werden. Durch die Globalisierung und die damit verbundenen Veränderungen des Lebensstils, der Wirtschaft sowie vor allem der Mobilität der Menschheit in der heutigen Zeit wird es neuen Erregern wie SARS-CoV-2 ermöglicht, sich sehr rasch über den gesamten Globus zu verbreiten. Anzumerken ist in diesem Zusammenhang jedoch, dass durch die Möglichkeiten der (Tele-)Kommunikation neu gewonnene Informationen und Erfahrungen der Länder in Echtzeit geteilt werden können, was auch Vorteile bietet (18).

Die WHO weist bereits vor der COVID-19 Pandemie daraufhin, dass ein pandemisches Virus, welches bei gesunden Personen zu vergleichsweise milden Symptomen führt, durch eine große Anzahl an Infizierten zu einem Gesundheitsproblem führen könnte. Aufgrund vieler Personen, welche innerhalb eines limitierten Zeitraumes an diesem Virus erkranken, könnten Überlastungen der Gesundheitssysteme der einzelnen Staaten die Folge sein, was sich insbesondere in Entwicklungsländern aufgrund der im Vergleich geringeren

Kapazitäten an medizinischer Versorgung, welche auf deutlich schwächere Gesundheitssysteme im Allgemeinen zurückzuführen sind, problematisch darstellen könnte (17,19).

Da zu Beginn einer Pandemie die Dynamik und der Charakter einer Pandemie unbekannt sind, ist es sehr wichtig, Informationen über Infektionszahlen, Hospitalisierungen und Sterbefälle zu dokumentieren und auszuwerten. Auch die Art und Weise der Übertragung der Erkrankung stellt eine wesentliche Informationsquelle für Berechnungen in Bezug auf Schätzungen der Entwicklung der Infektionszahlen, des Höhepunktes und der Dauer der Pandemie dar. Zusätzlich sind zum Zeitpunkt des Ausbruchs der Infektionserkrankung die Eigenschaften des Erregers unbekannt, weshalb es von großer Bedeutung ist, Daten bezüglich des Erregers und der damit verbundenen Erkrankung zu analysieren und zu überwachen, um eine Eindämmung der Pandemie zu erreichen. Der Ursprung der Erkrankung sollte ermittelt werden. Ebenso ist zu beobachten, welche Behandlungsstrategien sich als hilfreich erweisen. Es ist essenziell, dass die einzelnen Staaten einen ausreichenden Vorrat an Medikamenten besitzen. Darüber hinaus ist die Kooperation der Bevölkerung hinsichtlich der Eindämmungsstrategien, wie etwa Maßnahmen des Social Distancing oder des Abstandhaltens, maßgeblich (18).

1.2.2 Mensch zu Mensch Übertragung von SARS-CoV-2

Die direkte Übertragung des Virus von einer infizierten Person auf eine weitere Person durch nahen Kontakt ist der wichtigste Weg für eine Neuinfektion mit SARS-CoV-2. Dies passiert hauptsächlich über eine Tröpfcheninfektion, wobei die Tröpfchen aus den Sekreten der Atemwege der infizierten Person stammen und durch Husten, Niesen oder Sprechen erzeugt werden. Durch direkten Kontakt der infektiösen Tröpfchen aus dem Respirationstrakt von infizierten Personen mit den Schleimhäuten gesunder Personen kann es zu einer Infektion mit SARS-CoV-2 kommen (20).

Im Allgemeinen werden Atemwegsinfektionen, wie etwa auch Influenza häufig durch eine Tröpfcheninfektion verursacht. Laut Liu et al. ist die Gefahr der Exposition mit infektiösen Tröpfchen innerhalb von 1,5 Metern am größten (21).

Einen weiteren möglichen Infektionsweg stellen mit SARS-CoV-2 kontaminierte Oberflächen dar. Durch das Berühren dieser Oberflächen und in weiterer Folge Anfassen

von Mund, Nase oder Augen ist eine Infektion über diesen indirekten Weg ebenfalls möglich.

Eine Ansteckung über andere Infektionswege außer der Schleimhaut des Respirationstraktes, wie zum Beispiel der Haut, wurde bis dato nicht nachgewiesen.

Ob auch die Übertragung des Virus über Aerosolpartikel, welche kleiner und länger beständig sind als Tröpfchen, eine Rolle spielt, ist noch nicht vollständig geklärt und soll in dieser Diplomarbeit mittels einer Literaturrecherche näher betrachtet werden (20).

In bereits publizierten Arbeiten weisen Anderson et al. daraufhin, dass diesem Weg der Ansteckung mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte (22). Auch Van Doremalen et al. verweisen auf die über mehrere Stunden hinweg bestehende Infektiosität von SARS-CoV-2 in Aerosolen (23).

Eine fäkal-orale sowie eine fäkal-respiratorische Übertragung des Virus wird zumindest diskutiert, da Forscherinnen und Forscher die Lebensfähigkeit von SARS-CoV-2 in Stuhl nachwiesen (24,25).

Des Weiteren wurde SARS-CoV-2 aus Proben wie Blut, Tränenflüssigkeit und Samenflüssigkeit isoliert. Die tatsächliche Rolle dieser Körperflüssigkeiten hinsichtlich der Übertragung von SARS-CoV-2 ist jedoch noch unklar (20).

1.2.3 Virusausscheidung und Dauer der Ansteckungsfähigkeit

Informationen über die Dauer der Virusausscheidung sind wichtige Parameter in Bezug auf Maßnahmen wie Isolation von Patientinnen und Patienten und Dauer der Quarantäne (24). Nichtsdestotrotz sollte bedacht werden, dass der alleinige Nachweis von Virus-RNA keine Aussage über die Infektiosität der erkrankten Person trifft. Die Detektion von Virus-RNA korreliert nicht immer mit der Isolation von infektiösem Virus und scheint mit der Menge der detektierten Virus-RNA zusammenzuhängen (20).

1.2.3.1 Virusausscheidung und Ansteckungsfähigkeit von asymptomatisch und präsymptomatisch Infizierten

Fälle von asymptomatischen sowie präsymptomatischen Patientinnen und Patienten mit einer Übertragung von SARS-CoV-2 an weitere Personen wurden bereits berichtet (24,26). He et al. gehen davon aus, dass infizierte Personen bereits 2,3 Tage (95% KI, 0.8–3.0

Tage) vor Auftreten der ersten Symptome ansteckend sind und den Höhepunkt der Ansteckungsfähigkeit 0.7 Tage (95% KI, -0.2–2.0 Tage) vor Symptombeginn erreichen. Diese Berechnungen wurden unter Annahme einer Inkubationszeit von durchschnittlich 5,2 Tagen durchgeführt. Innerhalb der Studienpopulation von 94 Personen wurde der Anteil an präsymptomatischen Übertragungen von SARS-CoV-2 auf 44% (95% KI, 25–69%) geschätzt (27).

Wei et al. hingegen beschrieben in ihrer Studie einen Anteil an präsymptomatischen Übertragungen von SARS-CoV-2 von 6,4% (28).

Da jedoch auch die Menge an asymptomatischen Infizierten unklar ist, stellt dieser Weg der Übertragung von SARS-CoV-2 eine große Herausforderung hinsichtlich Maßnahmen zur Eindämmung der Ausbreitung dar. Es werden Zahlen von asymptomatischen Fällen im Bereich von 1% bis 78% angegeben. Darüber hinaus ist es schwierig zu detektieren, ob positiv getestete asymptomatische Personen tatsächlich asymptomatisch bleiben. Sie könnten sich zum Zeitpunkt der Testung auch in einem präsymptomatischen Stadium mit Entwicklung von Symptomen zu einem späteren Zeitpunkt befunden haben (24,26).

Trotz der bestehenden Fallberichte von asymptomatischen Infizierten, welche SARS-CoV-2 verbreiteten, verweist die WHO daraufhin, dass die Wahrscheinlichkeit einer asymptomatischen Übertragung von SARS-CoV-2 als gering betrachtet werden kann. Diese Schlussfolgerung wurde vorerst aufgrund von Erfahrungen mit MERS (Middle East Respiratory Syndrome) gezogen. Des Weiteren wird darauf verwiesen, dass die Fallzahlen bei einer gehäuften asymptomatischen Verbreitung von COVID-19 deutlich höher sein müssten als sie es bis dato waren. Durch das Fehlen der Symptome wie Husten und Niesen sowie die relativ geringe Viruslast von asymptomatischen Patientinnen und Patienten wird die Gefahr der Virusverbreitung zusätzlich verringert (26).

1.2.3.2 Virusausscheidung aus dem Respirationstrakt

Das SARS-CoV-2 Virus wird durch eine PCR aus dem Nasenrachenbereich nachgewiesen. Wie oben erläutert, wird der Beginn der Virusausscheidung bereits auf das präsymptomatische Stadium zurückgeführt (27). Die größte Viruslast in Proben aus dem oberen Respirationstrakt scheint zwischen 4 und 6 Tagen nach Symptombeginn vorhanden zu sein, während die Höchstwerte der Untersuchungen der Proben des unteren Respirationstraktes erst zu einem späteren Zeitpunkt erreicht werden (24,29). Zheng et al.

beschreiben eine längere Virusausscheidung aus dem unteren Respirationstrakt im Vergleich zu Proben aus dem oberen Respirationstrakt sowie einen Gipfel der Viruslast aus Proben des unteren Respirationstraktes nach etwa zwei Wochen nach Auftreten der ersten Symptome (29).

Die angegebene durchschnittliche Dauer der Virusausscheidung beträgt 12-20 Tage (24). Eine weitere Studie mit 41 aus dem Krankenhaus entlassenen COVID-19 Patientinnen und Patienten gab eine Virusausscheidung ab Beginn der Erkrankung von im Durchschnitt 31 Tagen an (30). Der Nachweis von Virus-RNA aus Proben des Respirationstraktes mittels PCR konnte bis zu 63 Tage nach Beginn der Symptome erfolgen. Die Ausscheidung von Virus-RNA scheint somit über den Zeitraum des Bestehens von Symptomen hinauszugehen. (24). Es besteht die Annahme, dass die Dauer der Ausscheidung und die Höhe der ausgeschiedenen Viruslast in einem Zusammenhang mit dem Schweregrad der Manifestation von COVID-19 in den einzelnen Individuen stehen (24,29).

Untersuchungen aus nasopharyngealen Abstrichen zeigen laut den meisten Publikationen zu diesem Thema eine höhere Virusanzahl als diese der oropharyngealen Abstriche (24).

1.2.3.3 Virusausscheidung aus dem Gastrointestinaltrakt

Eine signifikante Viruslast von SARS-CoV-2 RNA in Stuhlproben konnte in mehreren Studien nachgewiesen werden. Im Allgemeinen war die Konzentration an Virus-RNA im Stuhl jedoch geringer im Vergleich zu Proben aus dem Respirationstrakt (24). Im Schnitt wurde eine anhaltende Virusausscheidung von 1-33 Tagen nach negativen RT-PCR Test aus Abstrichen des Nasopharynx beschrieben. Die mögliche Dauer der fäkalen Virusausscheidung wurde mit bis zu 47 Tagen nach Einsetzen der Symptome beschrieben. Positive Tests aus dem Stuhl der Patientinnen und Patienten sind somit auch nach Sistieren der Symptome nachweisbar. Ebenfalls gelang die Isolation von lebenden Viren aus Stuhlproben bei zwei Patientinnen oder Patienten einer Studie. Diese Erkenntnis zeigt die Möglichkeit einer fäkal-oralen Übertragung von SARS-CoV-2 auf (31).

Zhao et al. fanden eine signifikant höhere Rate an positiv getesteten Stuhlproben bei Kindern (<18 Jahre) als bei Erwachsenen. Die Kinder zeigten eine hohe Übertragungskapazität von SARS-CoV-2, während ihre klinische Präsentation im Allgemeinen milder war als diese von Erwachsenen (32).

Die Detektion von Virus-RNA im Abwasser konnte bereits in den USA, Australien und der Niederlande nachgewiesen werden. Das Abwasser könnte eine mögliche Strategie zur Überwachung der Ausbreitung von SARS-CoV-2 in der Bevölkerung darstellen (24,33).

1.2.4 Risiko der Übertragung von SARS-CoV-2

Hinsichtlich des Risikos der Übertragung von SARS-CoV-2 sind mehrere Faktoren zu berücksichtigen. Es variiert in Bezug auf die Situation, in welcher die Exposition stattfindet sowie der Dauer der jeweiligen Exposition. Beachtenswert sind außerdem noch Punkte wie Verwendung von Schutzausrüstung während der Exposition, Durchführung von präventiven Maßnahmen sowie individuelle Fluktuationen wie zum Beispiel die unterschiedliche Viruslast der Sekrete von einzelnen infizierten Personen.

Zu den meisten sekundären Infektionen kam es bisher in Haushalten mit an COVID-19 erkrankten Personen, auf Versammlungen, auf Schiffen wie zum Beispiel Kreuzfahrtschiffen sowie im Gesundheitsbereich. Die Sekundärinfektionen im Gesundheitsbereich wurden hauptsächlich bei fehlender Ausstattung mit adäquater Schutzausrüstung beschrieben. Da es jedoch auch zur Ansteckungen an Arbeitsplätzen und durch soziale Interaktionen kam, ist zu bedenken, dass auch enge Kontakte in Form dieser Alltagssituationen ein Risiko für die Verbreitung von COVID-19 darstellen (20).

Der WHO-China Report gibt eine Rate von 3-10% an Sekundärinfektionen innerhalb von Haushalten sowie eine Rate von 1-5% innerhalb aller Kontakte der Infizierten an (34). Burke et al. beschrieben eine sekundäre Infektionsrate in Haushalten von 10,5% und eine Rate von 0,45% bezogen auf alle engen Kontaktpersonen (35). Innerhalb von 2370 Kontakten der ersten 30 Fälle in der Republik Korea kam es zu einer sekundären Infektionsrate von 7,56% innerhalb der Haushaltkontakte. Die Rate von Sekundärinfektionen aller Kontakte lag bei 0,55% (36). Park et al. beschrieben innerhalb von Haushalten sogar eine Rate von 16,2% (37). In manchen Publikationen wurden noch höhere Raten innerhalb von Haushalten angegeben (20).

Der Fallreport eines Chors mit 61 Mitgliedern zeigt eine hohe Übertragungswahrscheinlichkeit von SARS-CoV-2 durch Singen in nahem Kontakt zueinander. Innerhalb der 61 Mitglieder wurden 33 Personen (sekundäre Infektionsrate von 53,3%) tatsächlich als positive Fälle bestätigt. Weitere 20 Personen wurden als mögliche Fälle beschrieben, wurden jedoch nicht positiv auf SARS-CoV-2 getestet (38).

Das Risiko einer Übertragung von SARS-CoV-2 durch indirekte Kontakte wie zum Beispiel Begegnung einer infizierten Person an einer Straße oder Berührung von Gegenständen, welche zuvor von einer an COVID-19 erkrankten Person angefasst wurden, ist nach derzeitigem Wissensstand gering (20).

1.3 Möglichkeiten der Eindämmung von COVID-19

Um eine Eindämmung der Verbreitung von COVID-19 und somit eine Abflachung der Kurve der Neuinfektionen zu erreichen, wurden von den verschiedenen Staaten, inklusive Österreich, Eindämmungsmaßnahmen getroffen.

Diese Maßnahmen sollten eine Überlastung der Gesundheitssysteme vorbeugen, da zum Zeitpunkt des Ausbruches der Pandemie weder eine Impfung noch eine kausale Therapie zur Verfügung standen (39). Je nach Staat und Region wurden diese allgemeinen Maßnahmen auf unterschiedliche Weise und in verschiedener Ausprägung eingeführt. Social Distancing, das Tragen von Gesichtsmasken, Händedesinfektion sowie regelmäßiges Händewaschen mit Wasser und Seife zählen zu diesen Eindämmungsmaßnahmen. Die Wirksamkeit des Tragens von Masken soll in dieser Diplomarbeit anschließend genauer betrachtet werden.

Des Weiteren wurden von den Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern Public Health Maßnahmen, wie eine strenge und genaue Erfassung und Verfolgung von Infektionsfällen inklusive deren Kontaktpersonen mit Verordnung von Quarantäne sowie Reiseeinschränkungen in unterschiedlicher Ausprägung in den verschiedenen Ländern, eingeleitet (20).

1.3.1 Social Distancing

Als Social Distancing (auch „physical distancing“) bezeichnet man das Abstandhalten von einer Person zur nächsten von ungefähr 1,5 - 2 Metern (6 Fuß), wenn diese nicht aus demselben Haushalt stammen. Dies entspricht einem Abstand von circa zwei Armlängen und wird sowohl in geschlossenen Räumen als auch im Freien durchgeführt (40). Um eine Entstehung von größeren Gruppen zu vermeiden, können Social Distancing Maßnahmen wie das Arbeiten im Home Office, Schulschließungen mit Durchführung von Online-Lehre, das Pflegen von sozialen Kontakten in Form von (Video-)Telefonaten sowie die

Absage oder Verschiebung von größeren Besprechungen und Konferenzen, eingeführt werden (41). Situationen und Erledigungen, die für das tägliche Leben unumgänglich sind, sollen unter Bewahrung des vorgegebenen Abstandes erfolgen. Zum Beispiel sollte bei der Notwendigkeit, sich mit einem öffentlichen Verkehrsmittel oder einem Taxi fortzubewegen oder auch während des Einkaufens, die Berücksichtigung des Mindestabstandes erfolgen. Wo es möglich ist, sollte ein „face-to-face contact“ vermieden und beispielsweise durch Inanspruchnahme von Lieferdiensten umgangen werden. Bei sportlichen Aktivitäten im Freien oder Treffen in kleineren Gruppen, muss wiederum auf die Einhaltung des Abstandes geachtet werden (40).

Social Distancing dient grundsätzlich dazu, Kontakte und Interaktionen zwischen Personen innerhalb einer Bevölkerung zu verringern und somit das Risiko einer Übertragung der Infektionskrankheit durch Virusausscheiderinnen und Virusausscheider, welche noch nicht als solche identifiziert und daher auch nicht isoliert wurden, zu reduzieren (39). Für Tröpfcheninfektionen wie COVID-19 ist die Nähe von etwa 1,5 Metern zwischen der infektiösen Person und einer weiteren Person zur Übertragung der Tröpfchen notwendig (21). Durch das Social Distancing in Form eines Abstandhaltens von 1,5 - 2 Metern soll somit die Übertragung des Virus verhindert werden. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn Fälle von Übertragungen der Infektionskrankheit innerhalb der Bevölkerung vorhanden sind, jedoch die verantwortliche Überträgerin beziehungsweise der verantwortliche Überträger nicht identifiziert werden konnte und sich die alleinige Verordnung von Restriktionen an Personen, welche nachweislich Kontakt mit einer infizierten Person hatten, nicht als ausreichend erwies (39).

Die Maßnahme des Social Distancing ist mit dem Tragen eines Mund-Nasenschutzes, dem Vermeiden des Berührens des Gesichtes mit ungewaschenen Händen sowie mit regelmäßigem Händewaschen mit Wasser und Seife, zu kombinieren (40).

1.3.2 Masken

Das Tragen von Gesichtsmasken ist ein weiterer Faktor, welcher die Ausbreitung von COVID-19 eindämmen soll. Masken können zum einen als Schutz von gesunden Personen vor einer Infektion verwendet werden. Eine weitere mögliche Funktion von Gesichtsmasken stellt die Verhinderung der Übertragung von SARS-CoV-2 durch eine

infizierte Person dar, indem diese eine solche verwendet (42). Die Funktion wird durch das jeweilige Maskenmodell bestimmt (43).

1.3.2.1 Mund-Nasen-Schutz, nicht-medizinische Masken

Ein Mund-Nasen-Schutz dient dem privaten Gebrauch und soll eine mechanische Barriere für Tröpfchen, welche zum Beispiel durch Niesen, Husten, aber auch durch Sprechen entstehen, darstellen. Diese Art von Gesichtsmaske soll die Mitmenschen vor den Tröpfchen einer infektiösen Person schützen. Der Mund-Nasen-Schutz benötigt keine verbindliche, das heißt gesetzlich vorgeschriebene, Qualitätsprüfung (43). Nicht medizinische Masken können aus unterschiedlichen Stoffen bestehen sowie verschiedene Stoffzusammensetzungen und Formen aufweisen. Dies führt zu einer großen Variabilität dieser Masken hinsichtlich der Filtration und der Atmungsaktivität. Nichtsdestotrotz wurde von der French Standardization Association (AFNOR Group) ein Standard für nicht medizinische Masken definiert, um die minimale Filtration in Form von 70% an festen Partikeln und Tröpfchen festzulegen. Auch die Atmungsaktivität der Masken wurde durch einen maximalen Druckunterschied von 0,6 mbar/cm² oder einer maximalen Resistenz beim Einatmen von 2,4 mbar sowie einer maximalen Resistenz beim Ausatmen von 3 mbar festgelegt.

Ideal wäre ein Mund-Nasen-Schutz, welcher aus 3 Lagen angefertigt wurde, wobei die innere Schicht aus einem hydrophilen Material, wie zum Beispiel Baumwolle besteht. Als mittlere Lage sollte ein hydrophobes Material aus einem synthetischen Vlies (z.B. Polypropylen) oder einer Baumwollschicht verwendet werden, welche die Filtration verbessert oder die Tröpfchen zurückhält. Die äußerste Lage sollte wiederum aus einem hydrophoben Material bestehen (z.B. Polypropylen oder Polyester) und dient der Limitierung der Kontamination der Trägerin beziehungsweise des Trägers mit dem Virus über Mund und Nase.

Die Form der Maske kann flach und gefaltet sein oder auch die Form eines Entenschnabels aufweisen. Von Bedeutung ist, dass die Maske eine gute Bedeckung von Nase, Wangen und Kinn der Trägerin beziehungsweise des Trägers erreicht, die Kanten gut anliegen und sich nicht verschieben. Sie soll mit elastischen- oder einfachen Bändern gut in Position gehalten werden.

Ein Mund-Nasen-Schutz darf nur von einer Person verwendet werden und muss bei Durchfeuchtung gewechselt werden. Nicht-medizinische Masken können wiederverwendet werden, müssen dabei aber regelmäßig gewaschen werden. Aus diesem Grund sollen die verwendeten Stoffe bei mindestens 60 °C waschbar sein. Vliesgewebe aus Polypropylen können bei sehr hohen Temperaturen von bis zu 125 °C gewaschen werden. Masken, welche aus einer Materialkombination von Baumwolle und nicht gewebtem Polypropylen hergestellt sind, können ebenfalls sehr hohen Temperaturen standhalten. Hierbei besteht die Möglichkeit der Aufbereitung der Masken durch Dampfsterilisation oder durch Auskochen. Wenn kein heißes Wasser zur Verfügung steht, ist es laut WHO möglich den Mund-Nasen-Schutz mit Seife beziehungsweise einem Reinigungsmittel und Wasser mit Zimmertemperatur zu waschen. Darauf folgend wird die Maske entweder eine Minute lang ausgekocht oder für eine Minute in 0,1% Chlorin eingeweicht, wobei hierbei die Maske anschließend gut mit Wasser ausgespült werden muss, um alle toxischen Chlorin-Reste zu entfernen (42).

Das österreichische Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz erklärte zu Beginn der Pandemie auch Schals und Tücher für die Verwendung als Mund-Nasen-Schutz als ausreichend. Jedoch musste auch hierbei auf die Hygienemaßnahmen, wie Waschbarkeit bei mindestens 60 °C und Wechsel bei Durchfeuchtung oder nach einer Tragezeit von etwa 3-4 Stunden, geachtet werden (43).

1.3.2.2 Face Shields

Als eine Alternative zu den nicht-medizinischen Masken war es zu Beginn der Pandemie möglich, Face Shields zu verwenden. Diese sollten vor allem bei einer Knappheit an nicht-medizinischen Masken Verwendung finden (42). In jedem Fall sind sie hinsichtlich ihrer Barrierefunktion den Masken unterlegen (44). Face Shields wurden daher bereits nach einigen Monaten der Pandemie in Österreich verboten, wobei nur noch den Mund- und Nasenbereich abdeckende, eng anliegende Schutzvorrichtungen wie Mund-Nasen-Schutz beziehungsweise FFP2-Masken erlaubt waren (45).

Face Shields können allenfalls eine Alternative für Personen, welche eine limitierte Compliance aufweisen, darstellen. Zu diesen zählen etwa Personen mit einer psychischen Erkrankung, mit Entwicklungsstörungen, mit Hörstörungen und Taubheit sowie Kinder. In

jedem Fall ist dann ein Design zu wählen, welches eine Abdeckung der Seiten des Gesichtes und unter dem Kinn gewährleistet (42).

1.3.2.3 Medizinische Masken, Medizinischer Mund-Nasen-Schutz

Medizinische Masken dienen ebenfalls dazu, Personen vor Tröpfchen, welche die Trägerin oder der Träger der Maske durch Husten, Niesen und Sprechen abgibt, zu schützen. Medizinische Masken gehören zu den Medizinprodukten und unterliegen daher dem Medizinproduktegesetz mit definierten Standards und Qualitätsanforderungen (43). Sie müssen nach nationalen oder internationalen Standards zertifiziert werden, um eine Gewährleistung für die angeforderten Leistungen an dieses Produkt zu geben.

Medizinische Masken sind Einwegprodukte und variieren je nach Typ und Material der Maske hinsichtlich ihrer Filtrationsrate, Atmungsaktivität und Flüssigkeitsbeständigkeit. Alle medizinischen Masken weisen eine initiale Filtration von Tröpfchen von mindestens 95% auf und müssen Tröpfchen mit einer Größe von $3\mu\text{m}$ und Partikel mit einer Größe von $0,1\mu\text{m}$ standhalten.

Die Masken haben eine rechteckige Form und bestehen aus drei oder vier Schichten, welche jeweils aus feinen bis sehr feinen Fasern bestehen. Sie müssen zugleich den Tröpfchen und Partikeln standhalten sowie eine adäquate Atmungsaktivität für die Trägerin beziehungsweise den Träger bieten (42).

1.3.2.4 Partikelfilternde Halbmasken

Die partikelfilternden Halbmasken gehören zur sogenannten persönlichen Schutzausrüstung und sollen die Trägerin beziehungsweise den Träger vor Umwelteinflüssen, wie zum Beispiel Schadstoffen, schützen. Sie finden sowohl im Gesundheitsbereich als auch in Industrie- und Gewerbebetrieben ihre Anwendung. In Europa wird je nach Anforderungsprofil an die Maske zwischen FFP1-, FFP2- und FFP3-Maske unterschieden. Diese variieren hinsichtlich ihrer Schutzwirkung und können jeweils sowohl mit als auch ohne einem Ausatemventil vorkommen (43). Sie werden nach der europäischen Norm EN 149 klassifiziert.

Partikelfilternde Halbmasken müssen feste Partikel von 0,075 µm filtern können. Die in Europa standardisierten FFP2-Masken filtern zumindest 94% feste NaCl-Partikel und Öltröpfchen. In den USA gibt es eine andere Klassifikation der partikelfilternden Halbmasken. Hierbei sind Masken mit der Klassifikation N95 und N99 relevant. N95-Masken können laut NIOSH 42 CFR Part 84 mindestens 95% der NaCl-Partikel filtern. Generell müssen partikelfilternde Halbmasken ein ungestörtes Atmen der Trägerin beziehungsweise des Trägers mit maximalen Widerständen während der In- und Expiration ermöglichen (42).

1.3.2.5 Korrekter Gebrauch von Masken

Die angemessene Verwendung von Masken sowohl in Bezug auf das Tragen der Maske als auch hinsichtlich der adäquaten Entsorgung dieser ist essenziell, um die Effektivität der Verwendung von Masken zu steigern. Die WHO empfiehlt diesbezüglich das Durchführen einer Händehygiene vor Anlegen der Maske. Anschließend erfolgt das Anlegen der Maske, wobei darauf geachtet werden muss, dass diese den Mund und die Nase der Trägerin beziehungsweise des Trägers gut abdeckt. Der Metallstreifen der Maske soll der Nase angepasst werden und bei Masken mit Bändern sollen diese entsprechend gebunden werden, sodass Spalten zwischen dem Gesicht und der Maske minimiert werden. Während des Tragens einer Maske sollte das Berühren dieser unterlassen werden. Falls die Trägerin oder der Träger die Maske dennoch berührt, müssen die Hände mit einem auf Alkohol basierten Händedesinfektionsmittel desinfiziert werden oder bei sichtbarer Verschmutzung der Hände mit Wasser und Seife gewaschen werden. Das Abnehmen der Maske durch die Trägerin beziehungsweise durch den Träger muss ebenfalls in geeigneter Form erfolgen, indem die Maske vorne nicht berührt und von hinten abgenommen wird. Nach Entfernen der Maske müssen die Hände desinfiziert oder bei sichtbarer Verschmutzung gewaschen werden. Bei Durchfeuchtung der Maske soll diese durch eine andere, trockene Maske ersetzt werden. Masken, welche zum Einmalgebrauch bestimmt sind, dürfen nicht wiederverwendet werden und müssen nach dem Gebrauch direkt entsorgt werden (42).

1.3.3 Händehygiene

Eine adäquat durchgeführte Händehygiene muss zusätzlich zum Tragen von Masken und Einhalten von Social Distancing Maßnahmen durchgeführt werden, um einen ausreichenden Infektionsschutz zu erreichen (42).

1.3.3.1 Händewaschen mit Wasser und Seife

Um eventuell mit SARS-CoV-2 kontaminierte Hände adäquat zu reinigen, ist es möglich die Hände gründlich mit Wasser und Seife zu waschen. Dies erfolgt durch das Ausführen folgender Schritte, welche jeweils gewissenhaft durchgeführt werden müssen.

1. Die Hände mit Wasser befeuchten.
2. Seife auftragen und zum Schäumen bringen.
3. Die Hände für 20 bis 30 Sekunden gründlich waschen, indem man die Seife gut einmassiert. Auch die Reinigung des Handrückens, zwischen den Fingern und unter den Nägeln muss erfolgen.
4. Die eingeseiften Hände anschließend gut unter fließendem Wasser abspülen.
5. Am Ende müssen die Hände mit Papiertüchern oder einem sauberen Handtuch abgetrocknet werden.

Die Bevölkerung soll sich zur Prävention einer Infektion mit SARS-CoV-2 mehrmals täglich die Hände waschen. Insbesondere nach Situationen wie dem Schnäuzen der Nase, nach Niesen oder Husten, nach Aufsuchen von öffentlichen Orten, nach Berühren von Oberflächen außerhalb des eigenen Haushaltes, nach Berühren von Geld, sowohl vor, während als auch nach der Pflege von kranken Personen sowie vor und nach der Einnahme von Mahlzeiten müssen die Hände gewaschen werden. Im Allgemeinen erfolgt die Durchführung des Händewaschens auch nach dem Toilettengang, nach der Entsorgung von Müll, nach Berühren von Tieren, nach dem Wickeln von Babys beziehungsweise nachdem Kindern beim Toilettengang geholfen wurde. Bei einer sichtbaren Verschmutzung der Hände erfolgt ebenfalls ein gründliches Händewaschen (46).

1.3.3.2 Hygienische Händedesinfektion

Die hygienische Händedesinfektion hat ebenfalls einen großen Stellenwert in Bezug auf die Hygienemaßnahmen hinsichtlich der Eindämmung der Ausbreitung von COVID-19 (47). Sie stellt zusätzlich zum Händewaschen mit Wasser und Seife eine weitere wirksame Methode der Reinigung der Hände von SARS-CoV-2 dar (46).

Die korrekte Durchführung der hygienischen Händedesinfektion erfolgt durch Auftragen des Händedesinfektionsmittels auf die trockene Hand ohne Hinzugabe von Wasser und durch anschließendes Aneinanderreiben der Hände über die von der Herstellerfirma angegebene Einwirkzeit des Desinfektionsmittels. Die Hände sollen über diese Einwirkzeit hinweg feucht gehalten werden, was mit einer Menge von etwa 3-5 mL Desinfektionsmittel beziehungsweise der Menge, die in eine Hohlhand passt, erreicht werden kann (48,49). Bei der Verwendung von <2 mL Desinfektionslösung wird die benetzte Fläche signifikant verringert (50). Durch das Aneinanderreiben der Hände soll das Desinfektionsmittel gleichmäßig über beide Hände verteilt werden, sodass die Fingerspitzen, Nagelfalze, Daumen, Fingerzwischenräume sowie Innen- und Außenflächen der Hände gut mit dem Händedesinfektionsmittel benetzt werden. Besondere Beachtung müssen hierbei der Daumen, die Fingerkuppen und Nagelfalze bekommen. Nach erfolgter hygienischer Händedesinfektion werden die Hände nicht abgetrocknet.

Das Erlernen einer standardisierten Bewegungsabfolge zur Durchführung der hygienischen Händedesinfektion erweist sich als sinnvoll (48,49).

1.3.3.3 Die 5 Momente der Händehygiene im Gesundheitsbereich

Das WHO Clean Care is Safer Care Programme empfiehlt die 5 Momente der Händehygiene beim Arbeiten mit Patientinnen und Patienten im Gesundheitswesen. Die Durchführung der Händehygiene erfolgt vorzugsweise als Händedesinfektion mit alkoholhaltigem Desinfektionsmittel. Das Händewaschen mit Wasser und Seife sollte bei sichtbarer Verschmutzung der Hände durchgeführt werden und dient als Alternative zur Händedesinfektion. Zu den 5 Momenten der Händehygiene gehört die Durchführung der Händehygiene in folgenden Situationen:

1. Vor Patientenkontakt
2. Vor aseptischen Tätigkeiten
3. Nach Kontakt mit potentiell infektiösen Materialien
4. Nach Patientenkontakt
5. Nach Kontakt mit der Patientenumgebung

Die Bedeutung der Händehygiene im Gesundheitswesen zur Prävention der Übertragung von Infektionen spielt eine große Rolle und wird durch die 5 Momente der Händehygiene in sehr vielen Gesundheitseinrichtungen weltweit durchgeführt (51).

Das Robert Koch Institut empfiehlt die Anwendung der 5 Momente der Händehygiene im Gesundheitsbereich auch bei der Behandlung und Pflege von Patientinnen und Patienten mit COVID-19 (52).

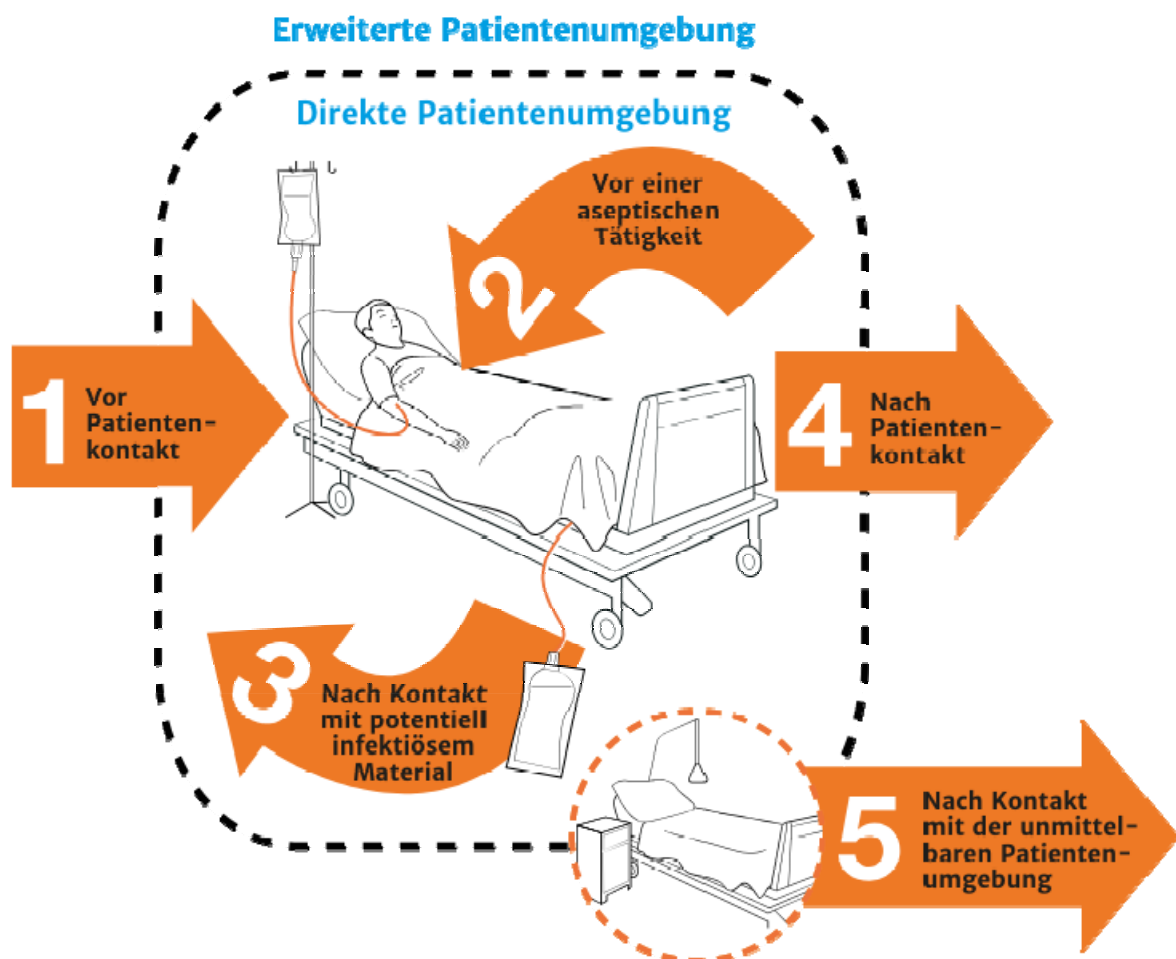


Abbildung 3: Die 5 Momente der Händehygiene (53).

2 Material und Methoden

Mithilfe einer Literaturrecherche in PubMed werden in dieser Diplomarbeit die Erkenntnisse, welche bezüglich der Stabilität und Überlebensfähigkeit von SARS-CoV-2 auf verschiedenen Oberflächen sowie in Aerosolen vorhanden sind, dargelegt.

Ebenso wird die Wirksamkeit der Verwendung von verschiedenen Typen von Gesichtsmasken sowie Face Shields recherchiert.

Die Durchführung der Literaturrecherche erfolgte in der Meta-Datenbank PubMed. Das Aufrufen der Volltexte der Publikationen ermöglichte der Zugang der Medizinischen Universität Graz. Für die Literaturrecherche wurden nur Publikationen mit freiem Zugang zu den Volltexten verwendet. Des Weiteren wurde nur Literatur mit den Sprachen Englisch und Deutsch in die Literaturrecherche eingeschlossen.

Die Suchbegriffe, welche für die Recherche in Bezug auf die Stabilität und Überlebensfähigkeit von SARS-CoV-2 auf verschiedenen Oberflächen sowie in Aerosolen angewandt wurden, sind:

1. SARS-CoV-2 inanimate surfaces
2. SARS-CoV-2 virus viability in aerosol

Es wurden Publikationen, welche bis zum 09.09.2020 in der Datenbank PubMed angeführt wurden, bezüglich ihrer Bedeutung für die Literaturrecherche überprüft.

Die Recherche bezüglich der Wirksamkeit von Gesichtsmasken und Face Shields erfolgte mit den Suchbegriffen:

3. efficacy of face shields in SARS-CoV-2
4. efficacy of masks in SARS-CoV-2

Ergebnisse, welche bis zum 30.09.2020 in der Meta-Datenbank PubMed auf die Suchanfrage mit den beiden oben genannten Suchbegriffen (3. und 4.) herauskamen, wurden anschließend auf ihre Relevanz bezüglich der Fragestellung geprüft.

Ziel dieser Arbeit ist es, die bisherigen Erkenntnisse in Bezug auf die oben genannten Punkte zusammenzufassen und hinsichtlich ihrer Relevanz betreffend den verschiedenen

Eindämmungsmaßnahmen, welche während der COVID-19 Pandemie getroffen wurden, einzuschätzen.

3 Ergebnisse – Resultate

Der Suchbegriff „SARS-CoV-2 inanimate surfaces“ (Suchbegriff 1) lieferte 12 Ergebnisse, von denen 5 Publikationen nach Durchsicht von Titeln und Abstracts aufgrund nicht relevanter Inhalte für diese Diplomarbeit ausgeschlossen wurden. 7 Publikationen wurden anschließend im Volltext durchgelesen, wobei alle 7 Publikationen in die Literaturrecherche mit eingeschlossen wurden.

Der Suchbegriff „SARS-CoV-2 virus viability in aerosol“ (Suchbegriff 2) lieferte 11 Ergebnisse, wobei sich eine Publikation mit den Ergebnissen der Suche mit dem Begriff „SARS-CoV-2 inanimate surfaces“ überschneidet. Die restlichen 10 Ergebnisse wurden nach Durchsicht von Titel und Abstract als relevant erachtet, anschließend wurde der Volltext dieser 10 Publikationen durchgelesen, woraufhin 7 Publikationen aufgrund nicht bestehender Relevanz ausgeschlossen und somit 3 Ergebnisse aus dem Suchbegriff „SARS-CoV-2 virus viability in aerosol“ in die Recherche eingeschlossen wurden.

Insgesamt kam es bezüglich dieses Themenpunktes somit zum Einschluss von 10 Publikationen in die Literaturrecherche.

Die zitierte Literatur der eingeschlossenen Publikationen, wobei auch Reviews mit eingeschlossen wurden, wurden wiederum auf ihre Relevanz untersucht und bei gegebener Wichtigkeit für diese Recherche ebenfalls als relevante Literatur für die Diskussion mit eingeschlossen.

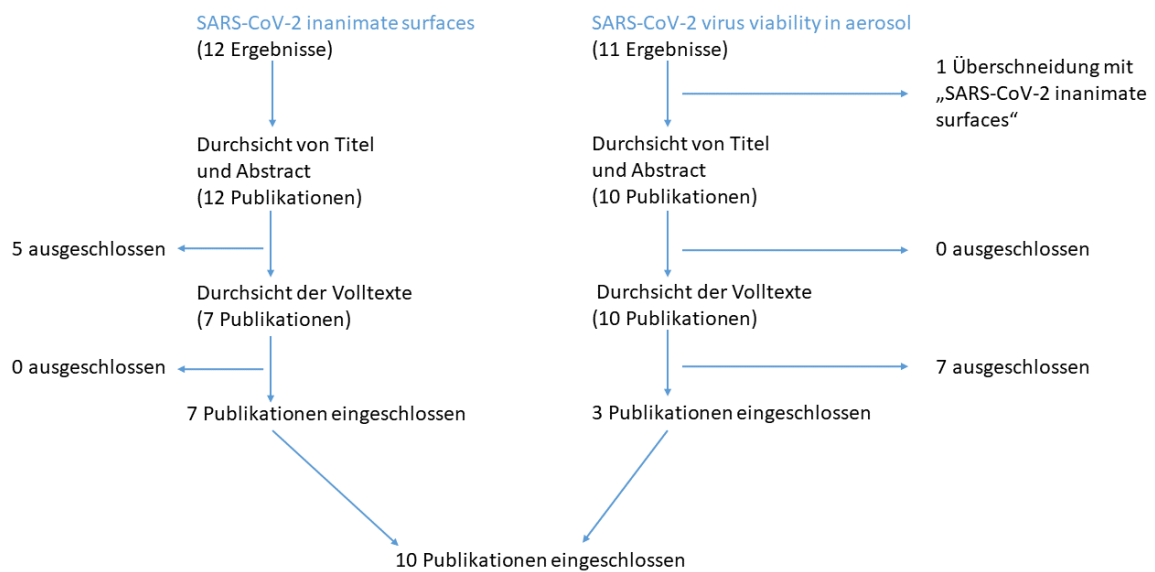


Abbildung 4: Ergebnisse der Literaturrecherche bezüglich der Stabilität und Überlebensfähigkeit von SARS-CoV-2 auf Oberflächen und in Aerosolen.

Die zentralen Ergebnisse der Literaturrecherche bezüglich der Stabilität und Überlebensfähigkeit von SARS-CoV-2 auf Oberflächen und in Aerosolen werden in folgender Tabelle 1 dargestellt:

Tabelle 1: Zentrale Ergebnisse der eingeschlossenen Literatur aus den Suchbegriffen „SARS-CoV-2 inanimate surfaces“ und „SARS-CoV-2 virus viability in aerosol“.

Methodik	Zentrale Ergebnisse	Publikation
Literaturrecherche hinsichtlich des Zusammenhangs von verschmutzter Luft und Umweltfaktoren wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit und UV-Licht in Bezug auf die Übertragung von SARS-CoV-2 durch Oberflächenkontamination	Höhere Temperaturen sowie höhere UV-Indizes spielen eine präventive Rolle in der Ausbreitung von SARS-CoV-2.	Manoj et al., 2020 (54)
Literaturrecherche	Durch die Analyse von 22	Kampf et al., 2020 (55)

<p>hinsichtlich der Oberflächenstabilität von humanen und veterinären Coronaviren auf unbelebten Oberflächen sowie Strategien zur Inaktivierung der Viren mit bioziden Wirkstoffen, welche für die chemische Desinfektion verwendet wurden</p>	<p>Studien zeigte sich eine Stabilität von humanen Coronaviren (SARS, MERS, endemische HCoV) auf verschiedenen unbelebten Oberflächen wie Metall, Glas oder Plastik von bis zu 9 Tagen</p>	
<p>Entnahme von 26 Proben von Oberflächen aus einer potenziell kontaminierten Notaufnahme sowie einer Subintensivstation und Überprüfung auf das Vorhandensein von SARS-CoV-2 mittels RT-qPCR</p>	<p>In 2 der 26 Proben, welche beide von Oberflächen eines CPAP-Helmes genommen wurden, konnte SARS-CoV-2 nachgewiesen werden, an Tag 7 zeigte keine der 26 Proben in angefertigten Kulturen einen zytopathischen Effekt</p>	<p>Colaneri et al., 2020 (56)</p>
<p>Mini-Review bezüglich der Rolle von Umweltfaktoren bei der Übertragung von SARS-CoV-2</p>	<p>Die Stabilität von SARS-CoV-2 ist von Faktoren wie dem Material der Oberfläche, der Temperatur, dem Sonnenlicht sowie der Luftfeuchtigkeit abhängig; SARS-CoV-2 hat auf glatten Oberflächen eine längere Beständigkeit als auf anderen; Temperaturanstieg und Sonnenlicht können die Vernichtung von SARS-CoV-2 begünstigen sowie</p>	<p>Eslami et al., 2020 (57)</p>

	<p>die Stabilität des Virus auf Oberflächen beeinflussen; infektiöse Bioaerosole können bis zu 1,8 Meter (6 Fuß) aufsteigen</p>	
<p>Literaturrecherche bezüglich der Persistenz von SARS-CoV-2 in der Umwelt und dem Übertragungsrisiko von COVID-19 von Umweltmedien und Oberflächen</p>	<p>Verschiedene Stämme von Coronaviren konnten auf unbelebten Oberflächen bis zu 9 Tage überleben; trotz der hohen Infektiosität von SARS-CoV-2 könnte eine Eindämmung der Virustransmission durch adäquate Präventivmaßnahmen erfolgen</p>	<p>Carraturo et al., 2020 (58)</p>
<p>Systematische Literaturrecherche bezüglich der Persistenz verschiedener Coronaviren auf unbelebten Oberflächen</p>	<p>Viren, welche den Respirationstrakt befallen, können einige Tagen auf Oberflächen persistieren, die Überlebensdauer auf unbelebten Oberflächen variierte zwischen einigen Minuten bis hin zu einem Monat, abhängig von Umweltbedingungen; die am weitesten verbreiteten nosokomialen Coronaviren können auf Oberflächen bis zu einem Monat überleben oder persistieren; das Risiko einer Übertragung über kontaminiertes Papier ist</p>	<p>Ren et al., 2020 (59)</p>

	gering; SARS-CoV-2 konnte in nicht belüfteten Bussen 30 min ohne Verlust an Infektiosität bestehen	
Review hinsichtlich der Stabilität von SARS-CoV-2 und anderen Coronaviren in der Umwelt, auf häufig berührten Oberflächen sowie in Aerosolen und dem Einfluss von Klimaverhältnissen	Die bis zur Veröffentlichung dieser Publikation vorhandenen Daten sprechen für eine mögliche Luftübertragung von SARS-CoV-2; SARS-CoV-2 sowie andere humane und tierische Coronaviren zeigen eine kürzere Persistenz auf Kupfer, Latex und Oberflächen mit geringer Porosität im Vergleich zu Oberflächen aus Edelstahl, Plastik, Glas und hochporösen Stoffen; Coronaviren haben in der Umwelt eine längere Überlebensdauer bei niedrigerer Temperatur und niedrigerer relativer Luftfeuchtigkeit	Aboubakr et al., 2020 (60)
Entnahme von 14 Luftproben aus verschiedenen Stationen des Shahid Mustafa Khomeini Hospital am 07.05.2020, SARS-CoV-2 wurde mithilfe einer RT-PCR	2 der 14 Luftproben wurden positiv auf SARS-CoV-2 getestet, die beiden positiven Luftproben stammten aus einer Intensivstation; die Ergebnisse zeigten die	Kenarkoohi et al., 2020 (61)

detektiert	Möglichkeit einer Luftübertragung von SARS-CoV-2 auf	
Analyse der Stabilität von SARS-CoV-2 auf Oberflächen sowie in Aerosolen verglichen mit SARS-CoV-1	SARS-CoV-2 blieb in Aerosolen über die Zeitdauer des Experiments (3 h) lebensfähig; SARS-CoV-2 zeigte sich auf Oberflächen aus Plastik und Edelstahl stabiler als auf Oberflächen aus Kupfer und Karton, lebensfähiges Virus konnte auf diesen Oberflächen bis zu 72 h lang nachgewiesen werden; die Stabilität von SARS-CoV-1 verhielt sich ähnlich der von SARS-CoV-2	Van Doremalen et al., 2020 (23)
Entnahme von 10 Luftproben im Abstand von 2-5 m von den Betten aus Krankenzimmern von Patientinnen und Patienten mit COVID-19 am 17.03.2020 im Imam Khomeini Hospital Complex, der Nachweis von SARS-CoV-2 aus den Luftproben erfolgte mittels RT-PCR	Keine der 10 entnommenen Proben konnte positiv auf SARS-CoV-2 getestet werden	Faridi et al., 2020 (62)

Die Sucheingabe „efficacy of face shields in SARS-CoV-2“ (Suchbegriff 3) lieferte insgesamt 3 Ergebnisse, wobei nach Durchsicht der Titel und Abstracts auf Relevanz 2 dieser 3 Publikationen in die Literaturrecherche aufgenommen wurden. Nach Durchlesen der Volltexte wurden beide Publikationen als relevant für die Recherche angesehen und somit in die Recherche mit eingeschlossen.

Der Suchbegriff „efficacy of masks in SARS-CoV-2“ (Suchbegriff 4) lieferte bis zum 30.09.2020 insgesamt 82 Ergebnisse. Diese 82 Ergebnisse wurden wiederum durch Durchsicht von Titeln und Abstracts auf ihre Relevanz geprüft. Es wurden alle Publikationen, welche für die Art der Fragestellung nicht passende Inhalte behandelten, ausgeschlossen. Aus diesem Grund wurden 64 Publikationen nach Durchsicht von Titeln und Abstracts ausgeschlossen, 2 Publikationen überschneiden sich mit den bereits eingeschlossenen Publikationen aus der Recherche mit dem Suchbegriff „efficacy of face shields in SARS-CoV-2“, somit wurden insgesamt 16 Publikationen in die weitere Literaturrecherche mit eingeschlossen. Nach Durchsicht der Volltexte wurden wiederum 5 dieser Publikationen als nicht relevant angesehen und somit aus der Literaturrecherche ausgeschlossen, wodurch insgesamt 11 Publikationen aus diesem Suchbegriff eingeschlossen wurden. Gemeinsam mit den Ergebnissen aus dem Suchbegriff „efficacy of face shields in SARS-CoV-2“ kam es zum Einschluss von insgesamt 13 Publikationen bezüglich der Wirksamkeit von Gesichtsmasken und Face Shields.

Auch hier wurde die zitierte Literatur der eingeschlossenen Publikationen, wobei ebenfalls Reviews in die Recherche mit eingeschlossen wurden, wiederum auf ihre Relevanz für diese Diplomarbeit geprüft und gegebenenfalls als Literatur für die Diskussion dieser Diplomarbeit verwendet.

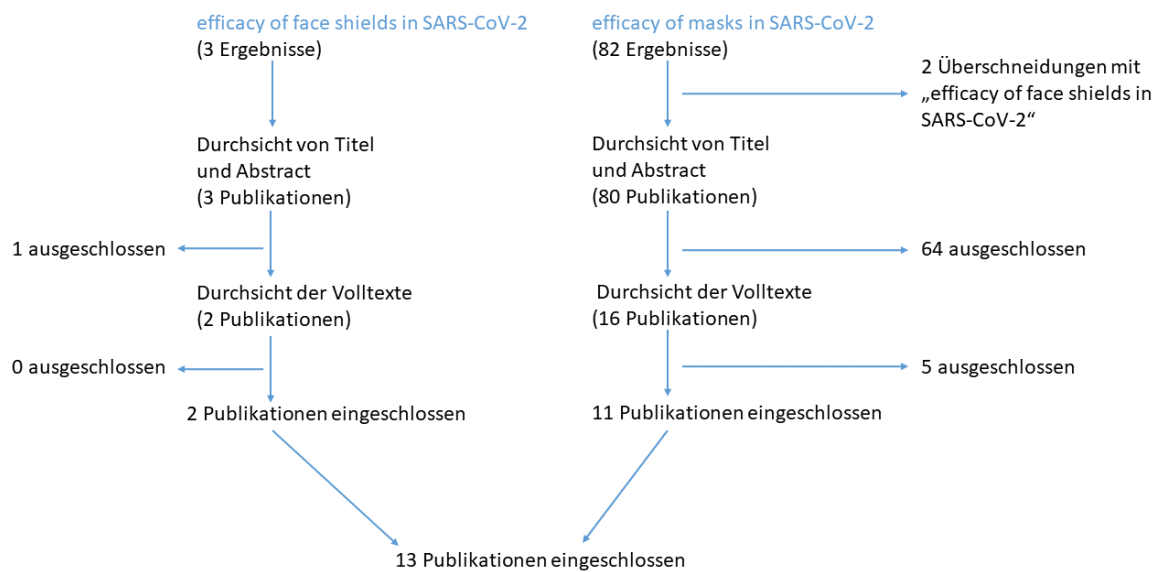


Abbildung 5: Ergebnisse der Literaturrecherche bezüglich der Wirksamkeit von Gesichtsmasken und Face Shields.

Hinsichtlich der Wirksamkeit von Gesichtsmasken und Face Shields werden in der folgenden Tabelle 2 die zentralen Ergebnisse dargestellt.

Tabelle 2: Zentrale Ergebnisse der eingeschlossenen Literatur aus den Suchbegriffen „efficacy of face shields in SARS-CoV-2“ und „efficacy of masks in SARS-CoV-2“.

Methodik	Zentrale Ergebnisse	Publikation
Vergleich eines gängigen Face Shields zum Einmalgebrauch zu einem neu designten Face Shield, welches besseren Schutz bieten sollte. Dies wurde während dem Transport von Patientinnen und Patienten vom Operationsaal in den Aufwachraum, welcher mittels eines Schauspielpatienten, der zusätzlich das Husten von Patientinnen und Patienten	Eine umfangreichere Abdeckung des unteren Gesichtes mit dem neu designten Face Shield bot einen besseren Schutz vor Partikeln in Bioaerosolen, welche durch das Husten erzeugt wurden; gängige Face Shields, welche für den Einmalgebrauch bestimmt sind, bieten keinen ausreichenden Schutz vor Aerosol Tröpfchen während dem postoperativen Transport	Ko-Keeney et al., 2020 (63)

<p>simulierte, nachgestellt. Die Kontamination mit den simulierten Bioaerosolen wurde mittels einer Fluorescein-Farbe dargestellt.</p>		
<p>Systematischer Review hinsichtlich der Effektivität von Gesichtsmasken, Atemschutzmasken sowie Augenschutz besonders im zahnärztlichen Bereich sowie in anderen Gesundheitsbereichen</p>	<p>Atemschutzausrüstung stellt im Allgemeinen einen effektiven Schutz vor Mikroben in Aerosolen im Gesundheitsbereich dar; die Effektivität in der Filtration wird durch verschiedene Faktoren wie der Größe der inhalierten Partikel, der Dynamik des Luftstroms, dem Sitz der Maske, der Tragdauer, der Durchfeuchtung der Maske sowie ihrer Fertigungsqualität beeinflusst; die Kombination von Gesichtsmaske/Atemschutzmaske mit einem Face Shield zeigte bessere Ergebnisse als der jeweils alleinige Einsatz dieser Schutzausrüstungen</p>	<p>Samaranayake et al., 2020 (64)</p>
<p>Rapid systematic Review bezüglich der Effektivität von Gesichtsmasken und Atemschutzmasken gegen Coronaviren und andere respiratorische Viren bei Gesundheitspersonal, der allgemeinen Bevölkerung und erkrankten Patientinnen und</p>	<p>In der allgemeinen Bevölkerung sind Masken effektiv, sowohl mit als auch ohne Händehygiene, die Kombination schützt besser; im Gesundheitsbereich sind kontinuierlich getragene Atemschutzmasken effektiv, jedoch nicht, wenn diese nur intermittierend getragen werden,</p>	<p>MacIntyre et al., 2020 (65)</p>

Patienten	medizinische Masken sind nicht effektiv, Stoffmasken sind noch weniger effektiv; die Verwendung von Masken bei Erkrankten schützt wahrscheinlich die gesunden Kontaktpersonen	
Narrative Review, in welchem das Konzept der Textiltechnik sowie theoretische Grundlagen zum Thema Filtration genutzt werden, um Empfehlungen bezüglich Stoffmasken mit besserer Qualität und besserer Schutzwirkung für die allgemeine Bevölkerung abzugeben	Möglicher Nutzen von Mischgewebelagen bei der Herstellung von Stoffmasken zur Maximierung der Filtrationseffektivität; Faserfeinheit und elektrostatische Ladung würde die Filtration verbessern; eine salzbeschichtete Faserschicht sowie ein zusätzliches Face Shield würden die Virustransmission reduzieren	Beeson et al. 2020 (66)
Anwendung einer Standardmethode, um Masken zu testen (ASTM F2101-14) sowie Verwendung eines Modellvirus (Bacteriophage MS2), um die virale Filtrationseffektivität von Stoffmasken im Vergleich zu käuflich erwerblichen Einweg-, chirurgischen- und N95-Masken zu ermitteln	Alle getesteten Stoffmasken wiesen mindestens eine virale Filtrationseffektivität von 50% gegen Aerosolpartikel mit einer Größe von im Durchschnitt 6 µm auf; die minimale virale Filtrationseffektivität verbesserte sich auf 63% bei einer durchschnittlichen Größe der Aerosolpartikel von 2,6 µm; die virale Filtrationseffektivität der chirurgischen- und N95-Masken entsprach in etwa den Herstellerangaben zur bakteriellen	Whiley et al., 2020 (67)

	Filtrationseffektivität; die Verwendung von Stoffmasken in der Prävention der Verbreitung von SARS-CoV-2 wird empfohlen	
Die Effektivität von chirurgischen, KF94- und N95 Masken wurde durch ein Experiment mit 7 hospitalisierten Patientinnen und Patienten mit COVID-19 ermittelt; die Teilnehmerinnen und Teilnehmer husteten jeweils 5 Mal ohne Maske sowie mit den genannten Masken; der Virusnachweis mittels PCR erfolgte aus Proben der Erkrankten (nasopharyngealer Abstrich und Speichel), der Innen- und Außenflächen der Masken sowie aus Petrischalen, welche vor den hustenden Probandinnen und Probanden platziert wurden	SARS-CoV-2 konnte in 3 von 7 Fällen in den Petrischalen nach Husten ohne Maske sowie nach Husten während des Tragens der chirurgischen Maske nachgewiesen werden; kein SARS-CoV-2 konnte in den Petrischalen nach dem Durchführen des Experiments mit KF94- und N95 Masken nachgewiesen werden; bei der chirurgischen Maske konnten Viruspartikel an der Innen- und Außenfläche der Maske detektiert werden, bei den KF94- und N95 Masken konnte SARS-CoV-2 nur an den Innenflächen der Masken nachgewiesen werden	Kim et al., 2020 (68)
Überprüfung des Luftwiderstandes mit einer Vakuummessung sowie der Filtrationseffektivität verschiedener verfügbarer wiederverwendbarer Masken für die Allgemeinbevölkerung mit radioaktiven	Die Filtrationseffektivität variierte bei den verschiedenen wiederverwendbaren Maskentypen zwischen $34,9\% \pm 1,25\%$ und $88,7\% \pm 1,18\%$; der Luftwiderstand variierte von $4,3 \pm 0,06$ bis $122,4 \pm 0,12 \text{ Pa/cm}^2$; es zeigte sich eine starke	Maurer et al., 2020 (69)

Aerosolpartikeln	Korrelation zwischen Filtrationseffektivität und Luftwiderstand (Pearson Korrelationskoeffizient 0,938, $p < 0,0001$)	
Literature Review bezüglich der Entwicklung von Stoffmasken und deren Effektivität in der Prävention der Transmission von luftübertragenen Infektionskrankheiten	Die vorhandene spärliche Literatur spricht für einen limitierten Nutzen von Stoffmasken als Barriere, dieser entspricht etwa der Hälfte oder weniger dem Nutzen von chirurgischen Masken und noch weniger im Vergleich zu N95 Masken; die Verwendung von Stoffmasken ist nicht ohne Risiken anzusehen und ist mit anderen Maßnahmen der Infektionskontrolle zu kombinieren; Stoffmasken sollten lediglich bei Knappheit oder nicht Verfügbarkeit von anderer Atemschutzausrüstung verwendet werden	Roberge et al., 2020 (70)
Integrativer Literature Review hinsichtlich der Effektivität von Stoffmasken in der Absorption von Partikeln, welche respiratorische Infekte verursachen	Stoffmasken sind eine Maßnahme mit moderater Effektivität in der Prävention der Verbreitung respiratorischer Infekte, welche durch Partikel übertragen werden, welche die selbe Größe haben oder kleiner sind als diese mit SARS-CoV-2; die Textilart, die Anzahl an Schichten sowie die Häufigkeit	Lima et al., 2020 (71)

	des Waschens beeinflussen die Effektivität der Stoffmasken als Barriere gegen Tröpfchen	
Comprehensive Review bezüglich des Nutzens von Masken und den Herausforderungen während der COVID-19 Pandemie	Masken alleine können die Erkrankung nicht kontrollieren und müssen mit anderen nicht-pharmakologischen Interventionen wie Social Distancing, Quarantäne- und Isolationsmaßnahmen sowie adäquater Händehygiene kombiniert werden	Tirupathi et al., 2020 (72)
Vergleich von 11 haushaltsüblichen Stoffen in der Blockade großer Tröpfchen mit hoher Geschwindigkeit; Annahme einer handelsüblichen medizinischen Maske als Maßstab; zusätzlich Erfassung der Atmungsaktivität, der Textur, der Faserzusammensetzung sowie der Wasseraufnahme-eigenschaften der Stoffe	Die meisten Stoffe erreichen eine beträchtliche Blockade (Medianwert >70%); 2 Schichten von hoch durchlässigen Stoffen erreichen eine Blockade von >94% (ähnlich der Blockade medizinischer Masken), während sie etwa doppelt so atmungsaktiv sind; Stoffmasken, vor allem aus mehreren Schichten hergestellt, können bei der Reduktion der Transmission von Tröpfchen bei respiratorischen Infekten behilflich sein	Aydin et al., 2020 (73)
Die Effektivität von 3 verschiedenen Maskentypen wurde durch Nachahmung von SARS-CoV-2 mit dem Avian Influenza Virus ermittelt; die Quantifizierung des Virus erfolgte mittels RT-qPCR	N95 Masken, medizinische Masken und selbstgemachte Masken (hergestellt aus 4 Schichten Küchenpapier und einer Schicht Stoff) zeigten eine Blockade des Virus in Aerosolen von 99,98%, 97,14% und 95,15%	Ma et al., 2020 (74)

<p>Experiment, in welchem die durchschnittliche Effektivität in der Partikelentfernung sowie der Sitz von selbstgemachten und käuflich zu erwerbenden Stoffmasken erfasst wurde; Methoden, welche normal zur Überprüfung gut sitzender Atemschutzmasken verwendet werden, wurden für dieses Experiment modifiziert; der Sitz der Masken wurde durch das Tragen einer zusätzlichen Oberschicht aus Nylon über der Maske getestet</p>	<p>Beim Tragen der Maske ohne die zusätzliche Nylonschicht variierte die Effektivität in der Partikelentfernung sowohl bei den handelsüblichen chirurgischen Masken als auch bei den Stoffmasken (53%–75% und 28%–91%); die meisten Masken, welche das Design einer chirurgischen Maske aufwiesen, zeigten eine bessere Effektivität in der Partikelentfernung beim Tragen der zusätzlichen Nylonschicht, was für einen schlechten Sitz dieser Maskentypen spricht</p>	<p>Mueller et al., 2020 (75)</p>
---	--	----------------------------------

4 Diskussion

4.1 Beeinflussende Faktoren hinsichtlich der Stabilität von SARS-CoV-2

Umweltfaktoren, wie zum Beispiel die Temperatur, die relative Luftfeuchtigkeit, die Größe des Inokulums sowie die Materialien, auf denen sich die Krankheitserreger befinden, spielen in Bezug auf die Persistenz von Krankheitserregern (Viren, Bakterien, Pilze) eine entscheidende Rolle (59).

Im Allgemeinen kommt es durch die empfindliche Struktur von Viren, insbesondere bei umhüllten Viren, wie es Coronaviren sind, sowie durch die Art, wie sie zu einer Infektion ihres Wirtes führen, zu einer Anfälligkeit der Viren gegenüber Hitze. Eine Inaktivierung von Viren durch Hitze erfolgt hierbei durch eine Denaturierung der Sekundärstrukturen der viralen Kapsidproteine, wodurch sich die Konformation der Proteine eines Virions, die in der Anheftung und der Replikation innerhalb einer Wirtszelle involviert sind, verändert

(60,76,77). Eine Inaktivierung von Viren bei niedrigen Temperaturen geschieht hingegen durch einen zufälligen Abbau der Nukleinsäuren eines Virus (78).

Auch weitere Faktoren, wie etwa die relative Luftfeuchtigkeit, welche besonders in Bezug auf die Persistenz von Viren in Aerosolen wichtig ist, und der pH-Wert, können einen Einfluss auf die Virusstabilität haben. So zeigte sich zum Beispiel, dass Coronaviren im Allgemeinen länger in einem neutralen Milieu überleben können, im Vergleich zu sehr sauren oder alkalischen Milieus (60). Chin et al. wiesen in ihrer Publikation jedoch daraufhin, dass sich SARS-CoV-2 in ihrem Experiment bei Raumtemperatur in einer weiten pH-Wert Spanne von 3-10 als sehr stabil zeigte (79).

Generell wurden bei den meisten Viren, welche zu Infektionen des Respirationstraktes führen, jahreszeitliche Schwankungen der Infektionszahlen aufgrund verschiedener meteorologischer Faktoren beobachtet (80). Ren et al. berichten über einen stärkeren Einfluss der Temperatur verglichen zum Einfluss der relativen Luftfeuchtigkeit auf das Überleben von Viren (59).

Um diese Erkenntnisse auch hinsichtlich der notwendigen Eindämmungs- und Schutzmaßnahmen nutzen zu können, ist es entscheidend, die Auswirkungen der verschiedenen Umweltfaktoren auf die Stabilität und das Überleben von Viren, insbesondere von SARS-CoV-2, zu verstehen (60).

In einer Studie von Chin et al. wurde zum Beispiel beobachtet, dass SARS-CoV-2 bei einer Temperatur von 4 °C sehr lange infektiös blieb und lediglich 0,7 log des initialen Virustiters am Tag 14 des Experiments verlor, während das Virus bei einer Inkubationstemperatur von 70 °C bereits nach 5 Minuten inaktiviert wurde (79).

4.2 Oberflächenstabilität von SARS-CoV-2

Im Allgemeinen ist anzumerken, dass die Überlebensfähigkeit und Persistenz eines Virus in der Umwelt, das heißt außerhalb seines Wirtes, essentiell ist, um eine Ausbreitung des Virus zu ermöglichen. Der Erhalt der Infektiosität sowie das Ausmaß und die Geschwindigkeit der Verbreitung eines Virus sind jedoch von mehreren Parametern, wie etwa dem Charakter des Virus, den Eigenschaften der belebten beziehungsweise unbelebten Oberflächen, welche das Virus kontaminiert, sowie den jeweiligen Umweltbedingungen abhängig (81).

Die RNA von SARS-CoV-2 konnte bereits auf verschiedenen Oberflächen, wie zum Beispiel Türgriffen und Handys, detektiert werden (60). Aus diesem Grund ist es in Hinsicht auf die Effektivität und Notwendigkeit von Eindämmungsmaßnahmen wichtig, Wissen über die Stabilität und Überlebensfähigkeit von SARS-CoV-2 auf den verschiedenen Oberflächen zu erlangen.

Ong et al. wiesen zum Beispiel die Präsenz von SARS-CoV-2 auf Oberflächen in der Umgebung einer an COVID-19 erkrankten Person, vor der Durchführung der routinemäßigen Reinigung, nach. Bei Proben von weiteren zwei Patientenumgebungen, bei welchen im Gegensatz zur oben genannten Patientenumgebung bereits die routinemäßige Reinigung erfolgte, konnte jedoch kein Nachweis von SARS-CoV-2 erfolgen (82). In einer Studie von Colaneri et al. wurden 26 Proben von Oberflächen in potenziell kontaminierten Bereichen einer Notaufnahme sowie einer Subintensivstation genommen, wobei lediglich 2 dieser Proben einen positiven Nachweis von SARS-CoV-2 zeigten. Beide Proben stammten von der Plastikoberfläche eines CPAP-Helmes infizierter Patientinnen beziehungsweise Patienten, welche sich somit in unmittelbarer Nähe der Atemwege dieser Patientinnen beziehungsweise Patienten befanden. Trotzdem wiesen die Proben dieser beiden Oberflächen nur eine sehr geringe Menge an SARS-CoV-2 RNA auf. Darüber hinaus zeigte an Tag 7 keine der 26 Proben in den daraus angefertigten Kulturen einen zytopathischen Effekt (56).

Zum jetzigen Zeitpunkt ist der Wissensstand in Bezug auf das Überleben von SARS-CoV-2 in der Umwelt jedoch noch limitiert. Nichtsdestotrotz können erste Rückschlüsse hinsichtlich der Oberflächenstabilität von SARS-CoV-2 gezogen werden, indem andere Coronaviren (z.B. SARS-CoV-1, MERS-CoV, etc.) betrachtet werden (60).

Kampf et al. beschreiben eine bestehende Infektiosität von Coronaviren auf verschiedenen Materialien von 2 Stunden bis hin zu 9 Tagen, wobei der Großteil der Daten hierbei aus dem vorherrschenden humanen Coronavirus Strang (HCoV-) 229E gewonnen wurde (55).

4.2.1 Beeinflussende Faktoren hinsichtlich der Oberflächenstabilität von Coronaviren

Umweltfaktoren, wie Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit spielen laut vielen Studien hinsichtlich der Oberflächenstabilität von Coronaviren eine Rolle. Niedrigere Temperaturen sowie eine geringere relative Luftfeuchtigkeit führen hierbei im

Allgemeines zu einem längeren Überleben von Coronaviren auf Oberflächen (60). Ren et al. berichten hingegen in ihrem Review davon, dass eine trockene Umgebung, das heißt eine niedrige Luftfeuchtigkeit, einen negativen Einfluss auf das Überleben von Viren hat (59).

Die Abnahme des Virustiters von SARS-CoV-1 nach 24 Stunden unter einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80-89% beziehungsweise >95% auf einer Plastikoberfläche bei 33 °C betrug zum Beispiel 0,75 log beziehungsweise 1 log. Bei 38 °C nahm der Titer nach einem Tag bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80-89% um 2 log und bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von >95% um 3,5 log ab (83).

Ab Temperaturen von 30-40 °C wird die Persistenz von hochpathogenen Viren, wie MERS-CoV, TGEV und MHV verkürzt. Bei einer Temperatur von 4 °C kann die Persistenz von TGEV sowie von MHV jedoch auf bis zu ≥ 28 Tage verlängert werden (55). Duan et al. fanden heraus, dass verschiedene Coronaviren bei einer Exposition mit Temperaturen von 56 °C mit einer Expositionsdauer von 90 Minuten, 67 °C mit einer Expositionsdauer von 60 Minuten und 75 °C mit einer Expositionsdauer von 30 Minuten inaktiviert wurden (84).

Bei SARS-CoV-1 erhielt man durch wenige Vergleichsdaten die Information, dass die Viruspersistenz bei höheren Virusmengen länger andauert (55).

In Bezug auf HCoV-229E wird auf eine bessere Persistenz des Virus bei einer Luftfeuchtigkeit von 50% im Vergleich zu einer Luftfeuchtigkeit von 30% verwiesen (55).

Ein weiterer Faktor, welcher hinsichtlich der Überlebensfähigkeit von SARS-CoV-2 auf Oberflächen eine Rolle spielt, stellt das Material der Oberfläche dar. Chin et al. fanden in ihrer Studie heraus, dass sich SARS-CoV-2 auf glatten Oberflächen länger hält als auf anderen Oberflächen (79). Van Doremalen et al. beschreiben in ihrer Studie eine längere Haltbarkeit von SARS-CoV-2 auf Oberflächen aus Plastik und Edelstahl im Vergleich zu Oberflächen aus Kupfer und Karton (23).

4.2.2 Stabilität von Coronaviren auf verschiedenen unbelebten Oberflächen

4.2.2.1 Stabilität auf nicht porösen Oberflächen

4.2.2.1.1 Plastikoberflächen

In einem Review von Aboubakr et al. wird beschrieben, dass bereits in zwei Studien Fälle einer Persistenz von SARS-CoV-2 auf einer nicht porösen Oberfläche aus Plastik beschrieben wurde (60). In einer der beiden Studien, welche von Chin et al. durchgeführt wurde, blieb SARS-CoV-2 auf einer Plastikoberfläche für insgesamt 4 Tage infektiös. Nach 7 Tagen bei Raumtemperatur (22 °C) und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 65% konnte jedoch kein infektiöses SARS-CoV-2 nachgewiesen werden (60,79). Die zweite Studie berichtete hingegen von einem Erhalt der Infektiosität von SARS-CoV-2 auf Plastikoberflächen bei Raumtemperatur von insgesamt 3 Tagen mit einer geschätzten medianen Halbwertszeit von 6,8 Stunden. Darüber hinaus verwies dieselbe Studie darauf, dass in ihrem Experiment kein Unterschied bezüglich der Dauer der Infektiosität zwischen SARS-CoV-1 und SARS-CoV-2 auf Plastikoberflächen bestand und beide nach insgesamt 4 Tagen ihre Infektiosität verloren (23). In weiteren Studien wurden aber auch andere und längere Persistenzen von SARS-CoV-1 auf verschiedenen Plastikmaterialien nachgewiesen. Es geht jedoch hervor, dass die Temperatur sowie die relative Luftfeuchtigkeit einen großen Einfluss auf die Persistenz von SARS-CoV-1 auf Plastikoberflächen haben (60).

MERS-CoV und HCoV- 229E zeigten im Gegensatz zu SARS-CoV-1 und SARS-CoV-2 eine etwas kürzere Überlebensdauer auf Plastik mit einer Persistenz von jeweils bis zu 2 Tagen und vollständiger Eradikation nach 3 Tagen bei Raumtemperatur (85,86). In einer weiteren Studie persistierte HCoV-229E hingegen 5 Tage auf verschiedenen Plastikoberflächen (PVC und Teflon) bei einer Temperatur von 21 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 30-40% (87).

4.2.2.1.2 Metalle

Van Doremalen et al. berichten über eine 3-tägige Persistenz von SARS-CoV-2 auf einer Oberfläche aus Edelstahl mit einer fehlenden Nachweisbarkeit des Virus nach 4 Tagen. Die initiale Infektionsdosis betrug hierbei 3,6 log TCID₅₀. Die geschätzte mediane Halbwertszeit von SARS-CoV-2 auf Edelstahl beträgt 5,6 Stunden (23). Im Vergleich dazu

konnten Chin et al. mit einer höheren initialen Infektionsdosis von 5,5 log TCID₅₀ eine Haltbarkeit von infektiösem SARS-CoV-2 auf Edelstahl von 4 Tagen nachweisen. Das Experiment erfolgte hierbei bei Raumtemperatur und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 65%. Nach 7 Tagen konnte in dieser Studie keine Detektion von SARS-CoV-2 mehr erfolgen (79).

Im Review von Aboubakr et al. wird darauf hingewiesen, dass die Überlebensfähigkeit von Coronaviren auf metallischen Oberflächen im Allgemeinen auch vom Metalltyp der jeweiligen Oberfläche abhängt. Es zeigte sich eine kürzere Persistenz der Coronaviren auf Kupfer, Kupfernickel (Nickelin) und Messing im Vergleich zu Edelstahl und Zinkoberflächen (60). Van Doremalen et al. konnten auf einer Kupferoberfläche zum Beispiel bereits nach 4 Stunden kein lebensfähiges SARS-CoV-2 mehr nachweisen. Ähnlich verhielt es sich auch mit der Beständigkeit von SARS-CoV-1 auf Kupferoberflächen. Die Forscherinnen und Forscher konnten auch bei diesem Virus bereits nach 8 Stunden kein lebensfähiges SARS-CoV-1 mehr nachweisen (23). Eine viruzide Wirkung von Kupfer sowie Kupferlegierungen gegen verschiedenste Viren wurde bereits berichtet und könnte somit auch die kürzere Überlebensdauer der Coronaviren auf Metalloberflächen aus Kupfer, im Vergleich zu anderen Metallen, erklären (60,88).

Ebenfalls ist anzumerken, dass eine variable Überlebensdauer der unterschiedlichen Coronaviren auf derselben metallischen Oberfläche besteht (60).

4.2.2.1.3 Glas, Keramik und Gummi

Die Dauer der Infektiosität von SARS-CoV-2 auf Glas betrug bei Raumtemperatur und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 65% im Experiment von Chin et al. 2 Tage, wobei es nach 4 Tagen nicht mehr detektierbar war (79). Im Gegensatz dazu zeigte SARS-CoV-1 auf Glas eine länger andauernde Infektiosität von 4 Tagen bei Raumtemperatur, wobei es nach 5 Tagen nicht mehr nachweisbar war. Eine ähnliche Persistenz von SARS-CoV-1 zeigte sich auch auf Mosaik mit einer Haltbarkeit von 3 Tagen bei Raumtemperatur, nach 4 Tagen war keine Detektion des Virus mehr möglich. (84). Bei HCoV-229E wurde bei Raumtemperatur eine ähnliche Überlebensdauer von insgesamt 5 Tagen sowohl auf Glas als auch auf Keramik angegeben, wobei diesbezüglich keine Information über die Zeitdauer bis zur vollständigen Inaktivierung des Virus vorliegt (87).

Die Haltbarkeit von HCoV-229E auf chirurgischen Latexhandschuhen wurde mit einer Überlebensdauer von 3 Stunden bis hin zum Verlust der Detektierbarkeit nach 6 Stunden angegeben, während die Überlebensdauer von HCoV-OC43 bei weniger als einer Stunde mit einer Nicht-Detektierbarkeit nach 1 Stunde lag (89). Durch eine weitere Studie konnte eine andauernde Infektiosität von HCoV-229E auf Silikonkautschuk bei einer Raumtemperatur von 21 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 30-40% von 3 Tagen nachgewiesen werden. Nach 5 Tagen konnte kein Virus mehr detektiert werden (87).

4.2.2.2 Stabilität auf porösen Oberflächen

Van Doremalen et al. untersuchten die Persistenz von SARS-CoV-2 im Vergleich zu SARS-CoV-1 auf einer Oberfläche aus Karton. Während SARS-CoV-1 8 Stunden auf Karton überlebte, konnte SARS-CoV-2 24 Stunden lang auf der Kartonoberfläche persistieren (23).

Im Allgemeinen zeigte sich in einer Vergleichsstudie eine längere Haltbarkeit von SARS-CoV-2 auf porösen Oberflächen mit einer höheren Porösität (Zeitraum von Tagen), verglichen zu den Oberflächen mit geringerer Porösität (Zeitraum von Stunden) (60). Das Virus überlebte beispielsweise auf der äußeren Schicht einer chirurgischen Gesichtsmaske 7 Tage lang, während es auf Stoff und behandeltem Holz lediglich einen Tag lang persistierte und am 2. Tag nicht mehr detektiert werden konnte. Eine Gewinnung von infektiösem SARS-CoV-2 konnte nach einer Inkubationszeit von 3 Stunden weder von Druckerpapier noch von einem Papiertaschentuch erfolgen (79).

Bei SARS-CoV-1 berichten Lai et al. von einem proportionalen Zusammenhang der Überlebensdauer des Virus auf Oberflächen wie Papier, Einmal-Schutzkittel und Baumwollkittel mit der anfänglichen Viruslast (90).

4.3 Stabilität von SARS-CoV-2 in Aerosolen

Da sowohl SARS-CoV-1, MERS-CoV und SARS-CoV-2 zu akuten Atemwegserkrankungen führen und sie jeweils sehr hohe nachweisbare Viruskonzentrationen im Rachen, Sputum sowie im unteren Respirationstrakt von infizierten Personen aufweisen können, deutet dies daraufhin, dass Viruspartikel von SARS-CoV-2 durch Niesen und Husten in Aerosolen verbreitet werden können (60).

Die WHO definiert eine Übertragung von Infektionserkrankungen über Partikel, welche $\leq 5 \mu\text{m}$ sind, als eine Übertragung in Form von Aerosolen (91).

Ge et al. berichten, dass zwar bis zum Erscheinen ihrer Publikation noch keine Detektion von SARS-CoV-2 beziehungsweise der Virus-RNA in Aerosolen erfolgte, durch den Nachweis der Übertragung anderer Coronaviren über Aerosole nahmen sie jedoch an, dass auch SARS-CoV-2 über diesen Weg verbreitet werden könnte (92). Aus diesem Grund ist die Kenntnis über die Persistenz von SARS-CoV-2 in Aerosolen von Relevanz, um effektive Bekämpfungsmaßnahmen zu entwickeln (60).

Bei Betrachtung dieser Thematik in Hinsicht auf SARS-CoV-1 konnte Virus-RNA in Luftproben aus einem Krankenhaus in China, in welchem SARS-Patientinnen und SARS-Patienten aufgenommen wurden, nachgewiesen werden (93). Des Weiteren wurde durch die Detektion von PEDV-RNA in der Luft, welches ein Coronavirus, das Tiere infiziert darstellt, auf einer Distanz von 16,1 Kilometer Entfernung von einer Farm mit infizierten Tieren in der USA, die Möglichkeit einer Übertragung von Coronaviren über den Luftweg aufgezeigt (94). Duan et al. beschreiben eine Halbwertszeit von Coronaviren in Aerosolen von 86 Stunden bei einer Luftfeuchtigkeit von 80% (84). Auch RNA von Inflenzaviren und RSV konnte von Lindsley et al. in luftgetragenen Partikeln aus einer Gesundheitseinrichtung nachgewiesen werden. Sie berichten, dass diese Partikel so klein waren, dass sie über einen längeren Zeitraum hinweg in der Luft bestehen blieben und ebenfalls tief in den Respirationstrakt eingeatmet werden konnten (95).

Van Doremalen et al. untersuchten die Lebensfähigkeit von SARS-CoV-2 in Aerosolen ($<5 \mu\text{m}$) im Vergleich zu SARS-CoV-1. Es zeigte sich bei beiden Viren ein ähnlicher Zerfall innerhalb von 3 Stunden. SARS-CoV-2 blieb während der 3 Stunden des Experiments lebensfähig, wobei sich der Virustiter von den initialen $10^{3.5}$ auf $10^{2.7}$ TCID₅₀ pro Liter Luft reduzierte. Die mittlere Halbwertszeit von SARS-CoV-1 und SARS-CoV-2 in Aerosolen zeigte sich ebenfalls als sehr ähnlich und lag jeweils bei zirka 1,1-1,2 Stunden (23).

In einer weiteren Studie von Fears et al. wurde ein Erhalt der Infektiosität von SARS-CoV-2 in Aerosolen bei Raumtemperatur von 16 Stunden angegeben, woraufhin die Autorinnen und Autoren SARS-CoV-2 als einen luftübertragenen Krankheitserreger in Betracht zogen (96).

Im Gegensatz hierzu konnte beim Humanen Coronavirus 229E, welches einen Erkältungserreger darstellt, eine deutlich längere Überlebensfähigkeit in Aerosolen nachgewiesen werden. Die Halbwertszeit lag hierbei bei 67,3 Stunden, nach 72 Stunden

war HCoV-229E im Aerosol noch als infektiöses Virus nachweisbar (97). Bei MERS-CoV konnte nach 1 Stunde Aerosolbildung, trotz Reduktion des initialen Virustiters, ebenfalls noch infektiöses MERS-CoV detektiert werden (98).

In Singapur wurden in von symptomatischen, an COVID-19 erkrankten Personen kontaminierten Räumen Luftproben genommen, wobei keine dieser Proben positiv auf SARS-CoV-2 getestet wurde. Proben, welche jedoch von Abluftausgängen genommen wurde, zeigten positive Ergebnisse, was für eine Verschleppung von kleinen virusgeladenen Tröpfchen durch Luftströme auf Abzugsöffnungen und dergleichen spricht (82). In einem Review von Ren et al. wird von der Möglichkeit eines Bestehens von SARS-CoV-2 in Aerosolen berichtet (59). Jiang et al. nahmen zum Beispiel 28 Luftproben aus Bereichen wie isolierten Stationen, Ambulanzen, Intensivstationen und Pflegestützpunkten. 1 der 28 Luftproben (3,57%) wurde positiv auf SARS-CoV-2 getestet (99). In Luftproben aus Krankenhäusern sowie deren Umgebung in Wuhan wurde SARS-CoV-2 RNA nachgewiesen, weshalb hier ebenfalls auf die Eventualität einer Virusverbreitung über den Luftweg berichtet wird (100). Auch im Shahid Mustafa Khomeini Hospital in Ilam, einer Provinz Irans, wurden am 07. Mai 2020 14 Luftproben genommen. Dieses Krankenhaus stellte das Hauptkrankenhaus für COVID-19 erkrankte Patientinnen und Patienten in dieser Region dar. Insgesamt wurden 2 der 14 Proben positiv auf SARS-CoV-2 getestet (61). Im Imam Khomeini Hospital, welches das größte Krankenhaus Irans darstellt, wurden bereits am 17. März 2020 10 Luftproben genommen, wobei hier jedoch keine der Proben SARS-CoV-2 enthielt (62).

4.3.1 Beeinflussende Umweltfaktoren hinsichtlich der Stabilität von SARS-CoV-2 in Aerosolen

Bereits in mehreren Studien konnte der Einfluss von Umweltfaktoren auf die Stabilität von Coronaviren in Aerosolen nachgewiesen werden. Insbesondere die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit spielen hierbei eine Rolle (60). Ijaz et al. untersuchten das Überleben von HCoV-229E in Aerosolen bei Temperaturen von 6 ± 1 °C und 20 ± 1 °C sowie bei relativen Luftfeuchtigkeiten von $30 \pm 5\%$ (niedrig), $50 \pm 5\%$ (mittel) und $80 \pm 5\%$ (hoch). HCoV-229E überlebte bei allen 3 Stufen der relativen Luftfeuchtigkeit länger bei einer Temperatur von 6 ± 1 °C im Vergleich zu einer Temperatur von 20 ± 1 °C. Darüber hinaus zeigte sich eine längere Überlebensfähigkeit des Virus bei einer relativen

Luftfeuchtigkeit von $50 \pm 5\%$ mit Halbwertszeiten von 102,5 Stunden bei $6 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ und 67,3 Stunden bei $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Bei der Kombination der beiden Umweltfaktoren mit einer Temperatur von $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit von $80 \pm 5\%$ zeigte sich das kürzeste Überleben von HCoV-229E mit einer Halbwertszeit von 3 Stunden (97).

Van Doremalen et al. studierten die Stabilität von MERS-CoV in Aerosolen über 10 Minuten hinweg. Das Experiment wurde zum einen bei einer Temperatur von $20 \text{ }^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 40% und des Weiteren bei einer Temperatur von $20 \text{ }^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70% durchgeführt. MERS-CoV zeigte sich bei der niedrigeren relativen Luftfeuchtigkeit (40%) stabiler als bei der höheren (70%) (86). In einer weiteren Studie, welche ebenfalls die Überlebensfähigkeit von MERS-CoV untersuchte, wurde dies unter zwei verschiedenen Umgebungsbedingungen ($25 \text{ }^\circ\text{C}$ /79% RH und $38 \text{ }^\circ\text{C}$ /24% RH) durchgeführt. Dies sollte die Bedingungen in einem Büro ($25 \text{ }^\circ\text{C}$ /79% RH) sowie im Freien während der Sommerperiode ($38 \text{ }^\circ\text{C}$ /24% RH) im Mittleren Osten widerspiegeln. Unter den Umweltbedingungen, welche die Bedingungen eines Büros nachahmten, blieben insgesamt 63% der Viren infektiös, während das Überleben bei $38 \text{ }^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 24% bei lediglich 4,7% lag (98). Zusätzlich zu den bereits genannten beeinflussenden Faktoren Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit könnte ebenfalls die Luftverschmutzung einen Einfluss auf die Überlebensfähigkeit und die Verbreitung von SARS-CoV-2 in Aerosolen haben (58).

4.4 Wirksamkeit verschiedener Maskentypen

4.4.1 Wirksamkeit nicht-medizinischer Masken

In einer Studie von Ma et al. zeigte sich bei einer nicht-medizinischen Maske (gemacht aus einer Schicht Polyestervlies und 4 Schichten 3-lagigem Küchenpapier) eine Blockade von insgesamt 95,15% der Viren im Vergleich zur Blockade eines einlagigen Polyestertuchs. Als Virus wurde in dieser Studie zur Simulation von SARS-CoV-2 ein niedrig pathogenes Avian Influenza Virus verwendet. Die Autorinnen und Autoren dieser Publikation beschreiben, dass die vielen Schichten des Küchenpapiers (3-lagiges Küchenpapier plus insgesamt 4 Schichten), die Vliesstoffstruktur sowie die virusabsorbierende Eigenschaft mögliche Gründe für die Wirksamkeit dieser Maske aus Küchenpapier darstellen könnten. Ein Vorteil dieser Maske ist die Möglichkeit, das Küchenpapier regelmäßig gegen ein neues auszutauschen. Sie beschreiben des Weiteren eine bessere subjektive

Atmungsaktivität der selbstgemachten Masken aus Küchenpapier im Vergleich zu den N95-Masken. Die Autorinnen und Autoren merken jedoch an, dass bei Verwendung von weniger Schichten an Küchenpapier auch die Wirksamkeit in der Blockade von Viren herabgesetzt wird. Darüber hinaus wird bei der Benützung von anderen Typen selbstgemachter nicht-medizinischer Masken, vor allem, wenn diese lediglich aus Stoff hergestellt wurden, darauf verwiesen, dass diese eventuell keine Blockade der Viren ermöglichen und somit auch keinen Schutz vor den Viren bieten (74).

Aydin et al. untersuchten in ihrer Studie die Wirksamkeit 11 verschiedener haushaltsüblicher Stoffe in der Blockade von großen respiratorischen Tröpfchen, welche Partikel mit einem Durchmesser von 100 nm beinhalteten (sollten die Größe von Viruspartikeln simulieren), wobei eine medizinische Maske als Maßstab angenommen wurde. Das Ziel der Forscherinnen und Forscher war hierbei, das bisherige Wissen, welches bezüglich der Blockade von Aerosolen vorhanden ist, durch neue Erkenntnisse bezüglich der Blockade von großen Tröpfchen zu ergänzen, um die Wissenslücke, die bisher hinsichtlich großer Tröpfchen bestand, aufzufüllen. Es wurde ein laborbasiertes Experiment bezüglich der Blockade von Tröpfchen sowie der Atmungsaktivität der jeweiligen Stoffe durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass handelsübliche Stoffe (eine Lage), welche in Haushalten zur Verfügung stehen, bei einer hohen Geschwindigkeit der Tröpfchen, wie sie durch Husten und Niesen erzeugt werden, eine mittlere Blockade von >70% erreichen und somit eine relativ hohe Effektivität in der Blockade der Tröpfchen aufweisen. Der angenommene Maßstab, nämlich die medizinische Maske, konnte im Durchschnitt 98,5% (Minimum 96,4%) der Tröpfchen, welche in einer hohen Geschwindigkeit auf die Maske trafen, blockieren. 2 der 11 Stoffe (1. Stoff: von neuem Unterhemd, aus 100% Baumwolle, Strick; 2. Stoff: von neuem T-Shirt, 60% Baumwolle, 40% Polyester, Strick) wurden auf ihre Effektivität in der Blockade von Tröpfchen mit 2 und 3 Lagen getestet. Die mittlere Blockade dieser Stoffe mit einer einzigen Lage war für Stoff 1 bei 81,9% (Minimum 41,1%) und für Stoff 2 bei 83,1% (Minimum 42%). Durch die Verwendung von 2 bzw. 3 Lagen dieser beiden Stoffe konnte eine mittlere Blockade von mehr als 94% erreicht werden. 2 Lagen von Stoff 1 konnten im Durchschnitt 94,1% (Minimum 78,3%), 3 Lagen von Stoff 1 im Durchschnitt 98,9% (Minimum 96,8%), 2 Lagen von Stoff 2 im Durchschnitt 98,1% (Minimum 94,0%) und 3 Lagen von Stoff 2 im Durchschnitt >98,1% (keine Angabe des Minimums) der Tröpfchen blockieren. Zusätzlich zu diesen Daten wurden weitere Daten hinsichtlich der Effektivität in der Blockade von Tröpfchen mit einer geringeren Geschwindigkeit, wie sie durch Sprechen entstehen,

erhoben. Diese langsamere Tröpfchengeschwindigkeit wurde durch einen größeren Abstand der Inhalationsdüse (25mm bei Erzeugung schneller Tröpfchengeschwindigkeit, 300mm bei Erzeugung langsamer Tröpfchengeschwindigkeit) von den getesteten Stoffen (medizinische Maske, 1 Lage von Stoff 2, 2 Lagen von Stoff 2) erzeugt. Die mittlere Blockade der Tröpfchen der medizinischen Maske betrug 99,7% (Minimum 95,2%). Eine Lage von Stoff 2 konnte im Durchschnitt 94,2% (Minimum 82,5%) der Tröpfchen und 2 Lagen von Stoff 2 >94,2% (keine Angabe des Minimums) blockieren. Aufgrund der in diesem Experiment gewonnenen Daten gehen die Forscherinnen und Forscher davon aus, dass auch haushaltsübliche Stoffe (v.a. bei Verwendung mehrerer Lagen), wie sie in diesem Experiment verwendet wurden, effektiv in der Blockade von großen Tröpfchen sein können. (73).

Da respiratorische Tröpfchen auf dem Luftweg an Geschwindigkeit und Größe abnehmen, kann dieser Teil des Experiments auch als Repräsentation einer Maskenträgerin oder eines Maskenträgers, welche beziehungsweise welcher respiratorische Tröpfchen einer anderen Person in der Nähe aufnimmt, angesehen werden (73,101).

In einem Review von Lima et al., welcher die Effektivität von Stoffmasken untersuchte, wurden insgesamt 9 Studien in die Literaturrecherche miteinbezogen. Die Schutzwirkung verschiedener Stoffmasken als Barriere gegen Tröpfchen bewegte sich zwischen 40% und 97%, wobei mehrere Faktoren, wie die Verwendung verschiedener Stoffarten, die Anzahl der verwendeten Schichten sowie die Anzahl der durchgeführten Waschzyklen, einen Einfluss auf die Schutzwirkung der jeweiligen Masken hatten. Des Weiteren berichten eingeschlossene Studien dieses Reviews, dass die Verwendung von Stoffmasken der Verwendung von chirurgischen Masken und N95-Masken unterlegen ist. Bei der Verwendung einer Doppelschicht der Stoffe erzielten Stoffmasken jedoch dieselbe Effektivität wie chirurgische Masken und N95-Masken. Eine moderate Schutzwirkung in der Absorption der untersuchten Partikel zeigten Stoffmasken mit geringer Abdeckung aus 100% Baumwolle, aus einem Schal, aus einem Kissenbezug, aus einem antimikrobiellen Kissenbezug, aus Leinen, aus einem Geschirrtuch und einem Staubsaugerbeutel. Eine hohe Schutzwirkung konnten Stoffmasken mit hoher Abdeckung aus waschbaren HEPA Vakuumbbeutel, aus dicker gefilterter Wolle, aus Baumwolle, aus schweren Stoffen, aus einer gefalteten Socke, aus einer Baumwolldecke, aus Filzhandwerk, aus 100% Nylon Jeansstoff, aus Baumwolljersey, aus Lycra, aus Bügeleinlagen und aus einem leichten Hemd erzielen. Aufgrund dieser Untersuchung stellen die Autorinnen und Autoren die Notwendigkeit weiterer Studien hinsichtlich dieser Thematik fest. Nichtsdestotrotz lautet

die Empfehlung der Autorinnen und Autoren bis zum Vorhandensein weiterer Studien, Stoffmasken in der Bevölkerung zu verwenden. Besonders Stoffmasken mit hoher Abdeckung (mit mehr als einer Schicht Stoff) werden hierbei aufgrund der besseren Schutzwirkung vor Partikel im Nano- und Mikrometer Bereich, welche ähnlich der Struktur von SARS-CoV-2 sind, empfohlen. In Bezug auf die Anzahl der Waschzyklen empfehlen die Autorinnen und Autoren Stoffmasken nach dem 4. Waschzyklus zu verwerfen und gegen eine neue Stoffmaske auszutauschen (71).

In einer Studie von Maurer et al. wurden die Parameter Filtrationseffektivität und Luftwiderstand von verschiedenen zu erwerbenden Stoffmasken getestet. Es zeigte sich eine große Variabilität dieser Parameter abhängig von den verschiedenen Maskentypen. Die Filtrationseffektivität variierte zwischen $34,9\% \pm 1,25\%$ und $88,7\% \pm 1,18\%$. Auch der Luftwiderstand wies bei den unterschiedlichen Stoffmasken eine Spanne von $4,3 \pm 0,06 \text{ Pa/cm}^2$ und $122,4 \pm 0,12 \text{ Pa/cm}^2$ auf. Es zeigte sich jedoch eine hohe Korrelation zwischen den Parametern Filtrationseffektivität und Luftwiderstand (Pearson Korrelationskoeffizient 0,938, $p < 0,0001$). Aus diesem Grund empfehlen die Autorinnen und Autoren dieser Studie bei der Auswahl einer Stoffmaske den höchst verträglichen Luftwiderstand zu wählen, um auch eine höchst mögliche Filtrationseffektivität zu erhalten. Des Weiteren erläutern die Autorinnen und Autoren, dass die Anzahl der Stoffschichten nicht unbedingt mit der Filtrationseffektivität korrelieren, sondern die Qualität des verwendeten Stoffes eine entscheidende Rolle spielt (69). In einer Studie von Konda et al. wird zum Beispiel die Webdichte eines Stoffes als ein wichtiger Faktor der Filtrationsleistung vermerkt. So konnten in dieser Studie Stoffe aus Baumwolle in ihrer Filtrationsleistung, abhängig von ihrer Webdichte, zwischen 14% (80 TPI) und 98,4% (600 TPI) variieren. Darüber hinaus zeigen jedoch die Ergebnisse dieser Studie, dass die Verwendung mehrerer Schichten sowie eine Kombination verschiedener Stoffe, wie etwa Baumwolle mit einer hohen Webdichte, Seide, Chiffon oder Flanell, eine breite Filtrationsleistung sowohl im Nanometerbereich ($<300 \text{ nm}$) als auch im Mikrometerbereich (300 nm bis $6 \mu\text{m}$) ermöglicht. Dies kann durch die Kombination von elektrostatischer mit physikalischer Filtration erreicht werden (102). Die elektrostatische Filtration zeigt einen positiven Effekt auf die Filtrationseffektivität der Maske. Maurer et al. sprechen daher die Notwendigkeit für weitere Studien bezüglich der Herstellung von wiederverwendbaren Masken mit einer elektrostatischen Filtrationskapazität sowie für die Entwicklung von Möglichkeiten der Wiederaufbereitung dieser Masken, ohne Verlust dieser elektrostatischen Filtration, aus (69).

Konda et al. heben jedoch auch die Wichtigkeit eines guten Sitzes der Maske hervor. Bei Vorliegen von Spalten zwischen Maske und Gesicht mit einer Leckage von Luft könnte die Effizienz der Maske um 60% und mehr sinken (102).

In einer Studie von Rengasamy et al. wurden verschiedene Stofftypen (Sweatshirt, T-Shirt, Handtuch, Schal) sowie zu erwerbende Stoffmasken hinsichtlich ihrer Penetration von monodispersen und polydispersen Aerosolpartikeln zwischen 20-1000 nm getestet. Bei monodispersen Aerosolpartikeln zeigte sich eine weite Spanne von 40-97% in der Penetration durch die Stoffe beziehungsweise durch die Masken. Eine ebenso weite Spanne wies die Penetration von polydispersen Partikeln (40-90%) auf. Getestet wurde mit einer Einströmgeschwindigkeit von 5.5 cm s^{-1} . Die Penetrationsraten durch die getesteten Stoffe waren grundsätzlich höher als die Werte der Kontrolle mit einem N95 Atemschutzmasken Filtermedium. Nichtsdestotrotz konnten die Penetrationsraten verschiedener Stoffe mit Werten einiger chirurgischer Masken aus früheren Experimenten mithalten (103).

Davies et al. verglichen Stoffmasken mit einer chirurgischen Maske in Hinsicht auf ihre Filtrationsleistung für Partikel mit der Größe eines Virus. Stoffmasken wiesen hierbei eine Effektivität in der Filterung von 48,8-70,2% auf, während die getestete chirurgische Maske eine maximale Filtrationsleistung von 89,5% aufwies. Sie kamen zum Ergebnis, dass chirurgische Masken 3 Mal so effektiv in der Prävention der Übertragung wie Stoffmasken sind. Stoffmasken sollten laut ihren Empfehlungen lediglich als letzter Ausweg in der Blockade einer Übertragung von Tröpfchen verwendet werden, sind jedoch trotzdem effektiver als keine Maske zu tragen (104).

In dem Experiment von Shakya et al. wurden 4 Maskentypen (3 Stoffmasken, 1 chirurgische Maske) hinsichtlich ihrer Filtrationseffektivität gegen Polystyren- Latex-Partikel fünf unterschiedlicher Größen (30, 100, und 500 nm, sowie 1 und $2.5 \mu\text{m}$) geprüft. Eine der 3 Stoffmasken, welche ein Ausatemventil enthielt, zeigte die beste Filtrationseffektivität mit 80-90%. Die beiden anderen käuflich zu erwerbenden Stoffmasken konnten hingegen nur Filtrationseffektivitäten von 39-65% aufweisen und lagen somit deutlich unter der Filtrationseffektivität der chirurgischen Maske. Eine Verbesserung der Filtrationseffektivität konnte grundsätzlich bei größeren Partikeln im Vergleich zu den kleineren beobachtet werden (105).

MacIntyre et al. beschreiben eine sehr hohe Penetration von Partikeln durch Stoffmasken von 97%. Die ebenfalls getesteten chirurgischen Masken weisen hingegen eine deutlich

geringere Penetration der Partikel von 44% auf. Bei den verwendeten Modellen handelt es sich um häufig in vietnamesischen Krankenhäusern eingesetzte Maskentypen. (106).

Mueller et al. untersuchten verschiedene Typen von Stoffmasken, chirurgische Masken sowie N95 Masken bezüglich ihrer Effektivität in der Partikelentfernung (Partikelgröße zum Großteil <300 nm) sowie ihrem Sitz. In diesem Experiment wurden die Masken jeweils herkömmlich getragen sowie zusätzlich mit einer Oberschicht aus Nylon, welche einen besseren Sitz bewerkstelligen sollte. Da im Experiment die Nylonschicht alleine keine signifikante Filterkapazität aufwies, konnte die Nylonschicht zusammen mit den Masken getragen, bessere Werte in der Filterung der Partikel nur durch eine Verbesserung des Sitzes der Maske erreichen. Insgesamt wurden 15 verschiedene Modelle von Stoffmasken, welche sowohl von der Bevölkerung selbst hergestellt als auch käuflich erworben wurden, untersucht. Insgesamt zeigte sich eine große Variabilität bei beiden getesteten Parametern (Partikelentfernung sowie Sitz der Masken). In Bezug auf den Sitz der Masken zeigten kegelförmige Masken deutlich bessere Werte als Stoffmasken, welche die Form einer chirurgischen Maske aufwiesen. Dies konnte durch eine Verbesserung der Effektivität der Partikelentfernung bei den Stoffmasken mit der Form einer chirurgischen Maske durch das zusätzliche Tragen der Oberschicht aus Nylon nachgewiesen werden. Die Werte der kegelförmigen Masken zeigten hingegen keine deutliche Verbesserung durch die zusätzliche Nylonschicht. Insgesamt wiesen die verschiedenen Stoffmasken eine weite Spanne hinsichtlich ihrer Effektivität in der Partikelentfernung von <30% bis 91% auf. Einige Stoffmasken konnten auch die Werte von chirurgischen Masken erreichen. Die größte Effektivität innerhalb der Stoffmasken konnten Modelle aufweisen, welche eine Kegelform aufwiesen und aus einer Filterschicht, zusätzlich zu 2 Schichten aus Baumwolle oder Vliesstoff, bestanden (75).

In einem Experiment von Whiley et al. wurden Stoffmasken, Einwegmasken, chirurgische Masken und N95-Masken mit einer Standard Masken Testmethode (ASTM F2101-14) mit einem Modellvirus (Bakteriophage MS2) auf ihre virale Filtrationseffektivität (VFE) getestet. Insgesamt wurden 6 verschiedene Stoffmasken in diesem Experiment untersucht, wobei eines der Maskenmodelle ein Fach für einen Filter beinhaltete. Diese Maske wurde sowohl ohne eingelegten Filter als auch mit eingelegten Filter, in Form von getrockneten Feuchttüchern für Babys sowie mit einem Stück eines Staubsaugerbeutels, getestet. Fünf der verwendeten Stoffmasken wurden käuflich erworben, eine Stoffmaske wurde nach den Empfehlungen der Victorian Department of Health and Human Services (DHHS) Guidelines (Australien) angefertigt. Es wurden jeweils drei Masken desselben Modells für

das Experiment verwendet. In den Ergebnissen dieses Experiments wird geschildert, dass jede der Stoffmasken eine virale Filtrationseffektivität von >50% gegen Aerosole mit einer durchschnittlichen Größe von 6,0 µm aufwies. Bei Aerosolen mit einer durchschnittlichen Größe von 2,6 µm (stellt die Größe von Aerosolen dar, die in die tiefen Atemwege eindringen kann) zeigte sich eine Verbesserung der viralen Filtrationseffektivität auf 63%. Die höchste virale Filtrationseffektivität wies die Baumwollmaske mit dem Fach zum Einlegen eines Filters unter Verwendung des getrockneten Baby Feuchttuchs ($VFE_{(6.0 \mu m)} = 98.5\%$, $VFE_{(2.6 \mu m)} = 97.6\%$) oder der Verwendung des Stückes eines Staubsaugerbeutels ($VFE_{(6.0 \mu m)} = 99.5\%$, $VFE_{(2.6 \mu m)} = 98.8\%$) als Filter auf. Auch die Maske, welche anhand der Victorian DHHS Guidelines angefertigt wurde, zeigte eine ähnlich hohe virale Filtrationseffektivität ($VFE_{(6.0 \mu m)} = 98.6\%$, $VFE_{(2.6 \mu m)} = 99.1\%$), gefolgt von einer Maske mit einer äußeren Schicht aus 100% Hanffaser, einer mittleren Schicht aus Polymermembran sowie einer inneren Schicht aus biologischem Sehtuch ($VFE_{(6.0 \mu m)} = 93.6\%$, $VFE_{(2.6 \mu m)} = 89.0\%$). Die Autorinnen und Autoren dieser Publikation unterstützen daher die Verwendung von Stoffmasken zur Prävention der Transmission von SARS-CoV-2 in der Bevölkerung, wobei auf die Notwendigkeit von weiteren Studien in Bezug auf das bestmögliche Design, um den Sitz der Masken zu optimieren, verwiesen wird (67).

4.4.2 Wirksamkeit chirurgischer/medizinischer Masken

Die Studie von Ma et al. zeigte bei einer medizinischen Maske der Firma AMMEX Company aus Shanghai, China, eine Blockade von Avian Influenza Virus im Vergleich zum einlagigen Polyestertuch von 97,14% (74).

Kim et al. untersuchten in ihrer Studie an 7 mit COVID-19 erkrankten Patientinnen und Patienten die Effektivität des Tragens verschiedener Masken, während die Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer husteten. Es wurde die Nachweisbarkeit von SARS-CoV-2 im Inneren der Maske sowie auf der Außenseite untersucht. Des Weiteren wurde in einem Abstand von etwa 20 cm eine Petrischale mit einem viralen Transportmedium platziert. Durchgeführt wurde das Experiment in einem Raum mit Unterdruck mit einer durchschnittlichen Luftaustauschrate von 12 Mal pro Stunde. Die Patientinnen und Patienten mussten insgesamt 20 Mal husten, jeweils 5 Mal ohne Maske, mit einer chirurgischen Maske, mit einer KF94 Maske und mit einer N95 Maske, wobei die KF94 Maske das koreanische Äquivalent der N95 Maske darstellt. Die Forscherinnen und

Forscher konnten nach dem Husten der Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer durch chirurgische Masken sowohl im Inneren der Maske als auch außen an der Maske und in den Petrischalen häufig SARS-CoV-2 nachweisen. Diese Ergebnisse der Studie könnten darauf hinweisen, dass chirurgische Masken Aerosole, welche SARS-CoV-2 enthalten, durchlassen. Nichtsdestotrotz verweisen die Forscherinnen und Forscher darauf, dass die vorhandenen Ergebnisse aus einer kleinen Population an Probandinnen und Probanden stammen und dadurch keine statistische Signifikanz aufweisen (68).

Leung et al. konnten in ihrer Untersuchung eine Reduktion in der Detektion von Coronaviren sowie von Viruskopien durch das Tragen einer chirurgischen Maske sowohl bei großen respiratorischen Tröpfchen ($>5 \mu\text{m}$) als auch in Aerosolen ($\leq 5 \mu\text{m}$) nachweisen. Aus diesem Grund berichten die Forscherinnen und Forscher über die mögliche Effektivität dieser Masken in der Reduktion der Verbreitung von COVID-19 durch das Tragen chirurgischer Masken durch erkrankte Personen (107).

Eine Studie von Balazy et al. untersuchte 2 verschiedene Typen von chirurgischen Masken einer selben Herstellerfirma hinsichtlich der Penetration von MS2 Virus bei einem Inhalationsdurchfluss von 85 L/min. Detektiert wurden die Virionen bei einer Größe von 10-80 nm. Es zeigte sich eine sehr große Differenz dieser beiden Maskentypen in der Penetration der Virionen von 20,5% und 84,5% (108).

In einer weiteren Untersuchung von Makison Booth et al. wurden sieben Typen chirurgischer Masken in Bezug auf den Schutz dieser Masken gegen Aerosole mit Influenzavirus getestet. Bei allen Maskenmodellen konnte in der Luft hinter der Maske Lebendvirus nachgewiesen werden. Nichtsdestotrotz konnten die Daten darauf schließen lassen, dass durch die Verwendung chirurgischer Masken die Exposition gegenüber Influenza-haltigen Aerosolen abnimmt. Die Daten variierten hierbei je nach Maskentyp zwischen einer 1,1-fachen bis 55-fachen (im Durchschnitt 6-fachen) Reduktion der Exposition (109).

Lee et al. fanden in ihrem Experiment, in welchen unter anderem 3 Typen chirurgischer Masken untersucht wurden, heraus, dass Partikel von 20-200 nm Größe die höchste Penetrationsrate durch die verschiedenen chirurgischen Maskenmodelle aufwiesen. Diese Größe an Partikeln enthalten zum Beispiel auch SARS-CoV-2 beinhaltende Partikel (SARS-CoV-2 Durchmesser 80-140 nm) (110,111).

Im Experiment von Mueller et al. konnten chirurgische Masken, welche für den medizinischen Gebrauch hergestellt wurden, eine Effektivität in der Partikelentfernung zwischen 53% bis 75% erreichen, wenn sie herkömmlich, ohne zusätzliche Oberschicht,

getragen wurden. Wurden die Masken mit einer Oberschicht aus Nylon, welche den Sitz der Masken verbessern sollte, getragen, erhöhten sich die Werte in der Effektivität der Partikelentfernung auf bis zu 90%. Dies spricht dafür, dass die Materialien der chirurgischen Masken eine deutlich höhere Filtration aufweisen, als sie letztendlich durch das herkömmliche Tragen der Masken erreicht werden. Auch die Unterschiede verschiedener Marken chirurgischer Masken lassen sich hauptsächlich durch den variierenden Sitz und nicht durch die Qualität des Materials erklären (75).

Im Experiment von Whiley et al. konnte bei 2 Modellen von chirurgischen Masken eine virale Filtrationseffektivität von $VFE_{(6.0 \mu m)} = 99.9\%$ und 99.6% , $VFE_{(2.6 \mu m)} = 99.5\%$ und 98.5% erreicht werden. Dies entspricht in etwa den Angaben der Herstellerfirmen hinsichtlich der bakteriellen Filtrationseffektivität dieser Masken (67).

4.4.3 Wirksamkeit von partikelfilternden Halbmasken

Die Wirksamkeit einer N95-Maske in der Blockade von Avian Influenza Virus im Vergleich zu einem einlagigen Polyestertuch zeigte sich in der Studie von Ma et al. mit einer Blockade von insgesamt 99,98% der Viren. Somit konnte dieser Maskentyp die Avian Influenza Viren nahezu gänzlich blockieren (74).

In der Studie von Kim et al., in welcher die Filtereffektivität von verschiedenen Masken in einem Experiment mit sieben COVID-19 erkrankten Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmern erforscht wurde, konnte bei den in der Studie untersuchten partikelfilternden Halbmasken (KF94- und N95 Masken) jeweils SARS-CoV-2 im Inneren der Maske detektiert werden. Es konnte jedoch kein Virusnachweis an der Außenseite der Masken sowie in den Petrischalen, welche vor den Patientinnen und Patienten platziert wurden, erfolgen. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die partikelfilternden Halbmasken SARS-CoV-2 enthaltende Partikel gut herausfiltern, wobei auch hier die Ergebnisse keine statistische Signifikanz aufweisen. Die Autorinnen und Autoren halten die höhere Faserdichte, die größere Schichtanzahl, unterschiedliche Materialien, die Struktur von Bändern und Maske, welche einen festeren Sitz erlauben und somit eine geringere Undichtigkeit für turbulente Luftströme aufweisen, als einen wahrscheinlichen Grund für die Effektivität dieser partikelfilternden Halbmasken in der Filterung von SARS-CoV-2 und somit auch in der Prävention der Verbreitung von SARS-CoV-2 durch infizierte Personen (68).

Die Studie von Balazy et al. untersuchte ebenfalls eine N95-Maske, wobei die Autorinnen und Autoren erläutern, dass N95-Masken eventuell nicht die erwartete Protektion gegen kleine Virionen aufweisen, vor allem bei Vorhandensein höherer Flussraten von 85 Litern pro Minute (64,108).

Im Experiment von Mueller et al. wurden eine gut sowie eine schlecht sitzende N95-Maske untersucht. Die gut sitzende N95-Maske konnte eine durchschnittliche Effektivität der Partikelentfernung von mehr als 99% sowie einen Fit-Faktor (Konzentration außerhalb/Konzentration innerhalb der Maske) von 126 erreichen, was den minimalen Wert für N95-Masken von 100 deutlich überschreitet. Bei der schlecht sitzenden N95-Maske zeigte sich eine niedrigere Effektivität der Partikelentfernung von im Mittel 90,6% sowie ein Fit-Faktor von 10,6. Der Fit-Faktor dieser Maske unterschreitet somit den Minimalwert, welcher für diese Art von Maske standardisiert ist (75,112).

Das Experiment von Whiley et al. testete ebenfalls eine N95-Maske auf ihre virale Filtrationseffektivität, wobei die Werte ($VFE_{(6.0 \mu m)} = 99.9\%$, $VFE_{(2.6 \mu m)} = 99.3\%$), wie bei den chirurgischen Masken, ebenfalls den Angaben der Herstellerfirma bezüglich der bakteriellen Filtrationseffektivität gleichen (67).

4.5 Wirksamkeit von Face Shields

In Bezug auf die Verwendung von Face Shields, zusätzlich zum Tragen von Masken, gibt es in der Literatur Hinweise über die Effektivität in der Prävention der Übertragung des Virus auf das Gesundheitspersonal. Der zusätzliche Schutz der Augen durch ein Face Shield wird neben dem Gesundheitspersonal auch Personen mit einem erhöhten Risiko (zum Beispiel Immunsupprimierte in Situationen mit erhöhtem Ansteckungsrisiko, ältere Menschen, die in einer Pflegeeinrichtung leben) als auch Patientinnen und Patienten, welche an einer Erkrankung der Augenoberfläche (zum Beispiel trockene Augen) leiden beziehungsweise Personen mit einem erhöhten Risiko für Hornhautulcera (zum Beispiel Kontaktlinsenträgerinnen und Kontaktlinsenträger), empfohlen (66,113).

In einem Experiment von Bischoff et al. zeigte sich eine vermehrte transokuläre Übertragung von saisonalen Influenzavirus, wobei sie daraus schließen, dass ein Schutz der Augen, zusätzlich zum Tragen von chirurgischen oder N95-Masken, effektiv in der Prävention der Transmission von Influenzaviren ist (66,114). Aufgrund einer an SARS-CoV-2 infizierten Person, welche im Gesundheitsbereich arbeitete und sich trotz des

Tragens einer N95-Maske ansteckte, weisen Lu et al. darauf hin, dass eine transokuläre Infektion von SARS-CoV-2 nicht außer Acht zu lassen ist (115). Darüber hinaus ist die Anwesenheit der Angiotensin Converting Enzym 2 Rezeptoren (ACE2-Rezeptoren), welche das Virus benötigt, im Kammerwasser des menschlichen Auges nachgewiesen (116). Beesoon et al. erläutern in ihrem Review, dass das Tragen von Face Shields ein zusätzlicher protektiver Faktor ist, um die Übertragung von Tröpfchen auf die Trägerin oder den Träger als auch die Übertragung der Tröpfchen ausgehend von der Trägerin oder dem Träger zu minimieren und um eine transokuläre Übertragung zu vermeiden (66).

Lindsley et al. untersuchten in einem Labor gestützten Experiment mit einem Simulator, welcher das Atmen und Husten von Patientinnen und Patienten mit einem respiratorischen Infekt künstlich simulierte, die Effektivität von Face Shields zum Schutz von Gesundheitspersonal vor Aerosol-Tröpfchen, welche beim Husten ausgestoßen werden. Durch das Tragen eines Face Shields wurden 96% der Influenzavirus geladenen Tröpfchen (mittlerer Durchmesser von 8.5 μm) in der ersten Phase nach dem Husten vor einer Inhalation abgewehrt. Auch die Oberflächenkontamination einer Atemschutzmaske wurde somit um 97% gegenüber dem Tragen keines Face Shields reduziert. Bei Verwendung eines kleineren Tröpfchendurchmessers der Aerosole, von im Durchschnitt 3,4 μm , konnten nur mehr 68% der Tröpfchen mithilfe des Face Shields vor der Inhalation der Trägerin beziehungsweise des Trägers blockiert werden. Auch die Oberflächenkontamination der Atemschutzmaske wurde lediglich um 76% reduziert. Nach einer Zeit von 1-30 Minuten nach dem Husten, nachdem sich also die Aerosole im Raum verteilen und größere Tröpfchen absinken konnten, schützte das Face Shield gegen die Inhalation von lediglich 23% der Aerosole. Aufgrund dieser Ergebnisse erläutern die Autorin und die Autoren zwar, dass Face Shields eine gute Protektion gegen große infektiöse Aerosolpartikel für das Gesundheitspersonal in der initialen Phase nach dem Husten bieten, jedoch nach einer längeren Dauer, durch die Beständigkeit und die Verteilung der kleinen Aerosolpartikel in der Luft, einfacher hinter das Face Shield gelangen und somit inhaliert werden können. Aus diesem Grund stellen Face Shields zwar eine gute zusätzliche Möglichkeit für den Atemschutz von Gesundheitspersonal, welche Patientinnen und Patienten mit respiratorischen Infekten behandeln, dar, können jedoch nicht als Ersatz für eine adäquate respiratorische Protektion dienen (117).

Auch Bentley et al. konnten in ihrem Experiment, in welchem zahnärztliche Behandlungen an einem Mannequin simuliert wurden, nachweisen, dass durch das Tragen von Face

Shields die Kontamination der zusätzlich vom Personal getragenen cup-shaped Maske nicht verhindert werden konnte (118).

Eine Studie von Ko-Keeney et al. simulierte unter Verwendung von zwei verschiedenen Face Shield Modellen den Transport von postoperativen Patientinnen und Patienten. Bei den beiden Modellen handelte es sich um ein gängiges Standardmodell sowie um ein neu designtes Modell, welches einen besseren Schutz, vor allem durch eine bessere Abdeckung der unteren und seitlichen Gesichtsbereiche, als die bis dahin erhältlichen Standardmodelle, bieten sollte. Unter beiden Face Shield Modellen wurde eine zusätzliche Gesichtsmaske getragen. Ein Schauspielpatient simulierte die Situation nach einer Operation. Der Transport einer postoperativen Patientin beziehungsweise eines postoperativen Patienten vom Operationssaal in den Aufwachraum inklusive eines Hustens der Patientin beziehungsweise des Patienten wurden simuliert. Die Kontamination mit den simulierten Bioaerosolen wurde mithilfe eines Fluorescein-Farbstoffes dargestellt. Als Ergebnis dieser Studie konnte das neu designte Face Shield eine bessere Protektion als die bisher erhältlichen Standardmodelle bieten, welche keinen adäquaten Schutz des Gesundheitspersonals vor Aerosol-Tröpfchen während des postoperativen Transports der Patientinnen und Patienten aufwiesen. Während auf der Gesichtsmaske unterhalb des Standardmodells Fluorescein-Farbstoff nachgewiesen werden konnte, war auf der Gesichtsmaske, welche unterhalb des neuen Modells getragen wurde, keine Kontamination sichtbar. (63).

Samaranayake et al. resultieren aus ihrem Review, dass die gleichzeitige Verwendung von Augenschutz (Face Shields, Schutzbrillen, Visiere) mit Masken oder Atemschutzmasken, welche auf ihren Sitz getestet wurden, den optimalen Schutz gegen Krankheitserreger der Atemwege sowie gegen Bioaerosole im Gesundheitsbereich darstellt (64).

4.6 Schlussfolgerungen

Die COVID-19 Pandemie ist zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Zeilen noch nicht zu Ende, weshalb stündlich neue Erkenntnisse zu den Themen, welche in dieser Diplomarbeit behandelt wurden, generiert werden. Hinsichtlich der Stabilität von SARS-CoV-2 auf unbelebten Oberflächen zeigte jedoch auch neuere Literatur keine großen Veränderungen der Erkenntnisse im Vergleich zur vorhandenen Literatur, welche für diese Diplomarbeit verwendet wurde. Die Möglichkeit der Übertragung von SARS-CoV-2 über Aerosole

wurde hingegen im Verlauf der Pandemie bestätigt und stellt einen wichtigen Transmissionsweg des Virus dar.

Da zu Beginn der Pandemie verschiedenste Maskentypen sowie Face Shields in der Bekämpfung von SARS-CoV-2 eingesetzt wurden, wurden diese unterschiedlichen Modelle in dieser Diplomarbeit behandelt. Durch neue Erkenntnisse aus der Wissenschaft bezüglich dieses Themas, welche jedoch erst nach Durchführung der Literaturrecherche für diese Diplomarbeit veröffentlicht wurden, kam es jedoch zu einem Umdenken der politischen Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger in Österreich, wodurch zuerst das Tragen von Face Shields zur Reduktion der Transmission von SARS-CoV-2 verboten wurde. In weiterer Folge wurde das Tragen von FFP2-Masken zur Eindämmung der Übertragung des Virus obligat, wodurch auch die nicht-medizinische Masken sowie chirurgischen/medizinischen Masken an Bedeutung verloren.

Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass seit Beginn der COVID-19 Pandemie sehr viele Informationen bezüglich SARS-CoV-2 und den damit verbundenen möglichen Schutzmaßnahmen erlangt wurden, wodurch sich diese im stetigen Wandel befinden.

4.7 Einschränkungen zu Inhalt und Methode

Bezüglich der Einschränkungen zu Inhalt und Methode dieser Arbeit ist als zentrale Limitation auf inhaltlicher Ebene der ständige Wandel der Erkenntnisse zu den Themen betreffend der COVID-19 Pandemie zu nennen. Die Pandemie ist zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Diplomarbeit noch im vollen Gange, wodurch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus aller Welt rund um die Uhr an der Generierung neuer Erkenntnisse arbeiten, um eine Eindämmung der Pandemie zu erreichen. Aus diesem Grund entsprechen die Erkenntnisse der Literaturrecherche dieser Diplomarbeit mittlerweile nicht mehr im vollen Umfang den neusten Erkenntnissen der Wissenschaft bezüglich der diskutierten Themen. Da zum Zeitpunkt der Literaturrecherche für diese Diplomarbeit noch wenige Daten bezüglich der Stabilität von SARS-CoV-2 auf Oberflächen sowie in Aerosolen sowie der Wirksamkeit verschiedener Maskentypen in der Eindämmung der Transmission von SARS-CoV-2 vorhanden waren, wurden auch Publikationen eingeschlossen, welche vergleichbare Viren, wie etwa andere Coronaviren, aber auch Influenzaviren als Forschungsobjekt verwendeten.

Eine Limitation auf methodischer Ebene stellt die sprachliche Restriktion der verwendeten Literatur auf Ergebnisse mit den Sprachen Deutsch und Englisch dar. Auch der alleinige Einschluss von Literatur mit freiem Zugang zu den Volltexten ist als eine Limitation aufzuweisen. Des Weiteren wurde lediglich die Meta-Datenbank PubMed zur Suche der relevanten Literatur, jedoch keine weiteren Literaturdatenbanken, herangezogen.

Aufgrund dieser vorhandenen Limitationen sind in Zukunft weitere Arbeiten zu den Themengebieten, welche diese Diplomarbeit behandelt, notwendig, um die sich ständig erneuernden Erkenntnisse der Wissenschaft aufzuzeigen und um Empfehlungen bezüglich adäquater Eindämmungsmaßnahmen in der COVID-19 Pandemie geben zu können.

Literaturverzeichnis

1. Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet* [Internet]. 2020;395(10223):507–13. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30211-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30211-7)
2. World Health Organization (WHO). Covid Health Emergency Situation Report 11 [Internet]. Geneva; 2020. Available from: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200131-sitrep-11-ncov.pdf?sfvrsn=de7c0f7_4
3. World Health Organization (WHO). Novel Coronavirus(2019-nCoV) Situation Report – 22 [Internet]. 2020. Available from: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200211-sitrep-22-ncov.pdf?sfvrsn=fb6d49b1_2
4. Coronaviridae Study Group of the International Committee on Taxonomy of Viruses., 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* [Internet]. 2020;5(4):536–44. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41564-020-0695-z>
5. Tedros AG. WHO Director-General’s opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020 [Internet]. 2020. Available from: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
6. World Health Organization (WHO). Novel Coronavirus(2019-nCoV) Situation Report - 10 [Internet]. Geneva; 2020. Available from: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200130-sitrep-10-ncov.pdf?sfvrsn=d0b2e480_2
7. Adhikari SP, Meng S, Wu Y, Mao Y, Ye R, Wang Q, et al. Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period: a scoping review. *Infect Dis Poverty* [Internet]. 2020;9(1):29. Available from: <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00646-x>
8. Zhang T, Wu Q, Zhang Z. Probable Pangolin Origin of SARS-CoV-2 Associated with the COVID-19 Outbreak [Internet]. Vol. 30, *Current Biology*. Elsevier Inc.; 2020. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.03.022>
9. Zhou P, Yang X Lou, Wang XG, Hu B, Zhang L, Zhang W, et al. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature* [Internet]. 2020;579(7798):270–3. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>
10. Ye ZW, Yuan S, Yuen KS, Fung SY, Chan CP, Jin DY. Zoonotic origins of human coronaviruses. *Int J Biol Sci* [Internet]. 2020;16(10):1686–97. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1291.han.medunigraz.at/10.7150/ijbs.45472>
11. Dong R, Pei S, Yin C, Lucy He R, S-T Yau S. Analysis of the Hosts and Transmission Paths of SARS-CoV-2 in the COVID-19 Outbreak. *Genes (Basel)* [Internet]. 2020;11(6):637. Available from: <https://doi.org/10.3390/genes11060637>
12. Chaw S-M, Tai J-H, Chen S-L, Hsieh C-H, Chang S-Y, Yeh S, et al. The origin and underlying driving forces of the SARS-CoV-2 outbreak. *J Biomed Sci* [Internet].

- 2020;27:73. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12929-020-00665-8>
13. Andersen KG, Rambaut A, Lipkin WI, Holmes EC, Garry RF. The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nat Med* [Internet]. 2020;26(4):450–2. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1291.han.medunigraz.at/10.1038/s41591-020-0820-9>
 14. Liu Z, Xiao X, Wei X, Li J, Yang J, Tan H, et al. Composition and divergence of coronavirus spike proteins and host ACE2 receptors predict potential intermediate hosts of SARS-CoV-2. *J Med Virol* [Internet]. 2020;92(6):595–601. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1291.han.medunigraz.at/10.1002/jmv.25726>
 15. Ji W, Wang W, Zhao X, Zai J, Li X. Cross-species transmission of the newly identified coronavirus 2019-nCoV. *J Med Virol* [Internet]. 2020;92(4):433–40. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1291.han.medunigraz.at/10.1002/jmv.25682>
 16. Johns Hopkins University & Medicine. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University [Internet]. 2021. Available from: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
 17. Robert Koch Institut. Was ist eine Pandemie? [Internet]. 2009 [cited 2020 Jun 17]. Available from: <https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/Pandemie/FAQ18.html>
 18. Akin L, Gözel MG. Understanding dynamics of pandemics. *Turkish J Med Sci* [Internet]. 2020;50(SI-1):515–9. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1291.han.medunigraz.at/10.3906/sag-2004-133>
 19. World Health Organisation (WHO). Assessing the severity of an influenza pandemic [Internet]. 2009 [cited 2020 Jun 22]. Available from: https://www.who.int/csr/disease/swineflu/assess/disease_swineflu_assess_20090511/en/
 20. McIntosh K. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): Epidemiology, virology, and prevention [Internet]. 2020 [cited 2020 Jun 15]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/coronavirus-disease-2019-covid-19-epidemiology-virology-and-prevention?search=transmission+covid19&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1
 21. Liu L, Li Y, Nielsen P V., Wei J, Jensen RL. Short-range airborne transmission of expiratory droplets between two people. *Indoor Air Int J Indoor Environ Heal* [Internet]. 2017;27(2):452–62. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1291.han.medunigraz.at/10.1111/ina.12314>
 22. Anderson EL, Turnham P, Griffin JR, Clarke CC. Consideration of the Aerosol Transmission for COVID-19 and Public Health. *Risk Anal* [Internet]. 2020;40(5):902–7. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1291.han.medunigraz.at/10.1111/risa.13500>
 23. Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* [Internet]. 2020;382(16):1564–7. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1291.han.medunigraz.at/10.1056/NEJMc2004973>
 24. Widders A, Broom A, Broom J. SARS-CoV-2: the viral shedding vs infectivity dilemma. *Infect Dis Heal* [Internet]. 2020;25(3):210–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.idh.2020.05.002>
 25. Xiao F, Sun J, Xu Y, Li F, Huang X, Li H, et al. Infectious SARS-CoV-2 in Feces of Patient with Severe COVID-19. *Emerg Infect Dis* [Internet]. 2020;26(8):1920–2. Available from: <https://dx.doi.org/10.3201/eid2608.200681>
 26. Wang Y, Kang H, Liu X, Tong Z. Asymptomatic cases with SARS-CoV-2 infection. *J Med Virol* [Internet]. 2020;92(9):1401–1403. Available from:

- <https://doi.org/10.1002/jmv.25990>
27. He X, Lau EHY, Wu P, Deng X, Wang J, Hao X, et al. Temporal dynamics in viral shedding and transmissibility of COVID-19. *Nat Med* [Internet]. 2020;26(5):672–5. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0869-5>
 28. Wei WE, Li Z, Chiew CJ, Yong SE, Toh MP, Lee VJ. Presymptomatic Transmission of SARS-CoV-2 — Singapore, January 23–March 16, 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* [Internet]. 2020;69(14):411–5. Available from: https://www-1cdc-1gov-10013b5cd1291.han.medunigraz.at/mmwr/volumes/69/wr/mm6914e1.htm?s_cid=m6914e1_w
 29. Zheng S, Fan J, Yu F, Feng B, Lou B, Zou Q, et al. Viral load dynamics and disease severity in patients infected with SARS-CoV-2 in Zhejiang province, China, January–March 2020: retrospective cohort study. *BMJ* [Internet]. 2020;369:m1443. Available from: <https://www-1bmj-1com-10013b5cd1291.han.medunigraz.at/content/369/bmj.m1443>
 30. Zhou B, She J, Wang Y, Ma X. Duration of Viral Shedding of Discharged Patients With Severe COVID-19. *Clin Infect Dis* [Internet]. 2020;71(16):2240–2242. Available from: <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa451>
 31. Gupta S, Parker J, Smits S, Underwood J, Dolwani S. Persistent viral shedding of SARS-CoV-2 in faeces - a rapid review. *Color Dis* [Internet]. 2020;22(6):611–20. Available from: <https://doi.org/10.1111/codi.15138>
 32. Zhao F, Yang Y, Wang Z, Li L, Liu L, Liu Y. The Time Sequences of Oral and Fecal Viral Shedding of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Patients. *Gastroenterology* [Internet]. 2020;159(3):1158–60. Available from: <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.05.035>
 33. Ahmed W, Angel N, Edson J, Bibby K, Bivins A, O’Brien JW, et al. First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: A proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community. *Sci Total Environ* [Internet]. 2020;728:138764. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138764>
 34. Aylward B, Liang W, Dong X, Eckmanns T, Fisher D, Ihekweazu C, et al. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) [Internet]. 2020. Available from: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>
 35. Burke RM, Midgley CM, Dratch A, Fenstersheib M, Haupt T, Holshue M, et al. Active Monitoring of Persons Exposed to Patients with Confirmed COVID-19 - United States, January–February 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* [Internet]. 2020;69(9):245–6. Available from: https://www-1cdc-1gov-10013b5cd1327.han.medunigraz.at/mmwr/volumes/69/wr/mm6909e1.htm?s_cid=m6909e1_w
 36. COVID-19 National Emergency Response Center, Epidemiology and Case Management Team KC for DC and P. Coronavirus Disease-19: Summary of 2,370 Contact Investigations of the First 30 Cases in the Republic of Korea. *Osong Public Heal Res Perspect* [Internet]. 2020;11(2):81–4. Available from: <https://doi.org/10.24171/j.phrp.2020.11.2.04>
 37. Park SY, Kim YM, Yi S, Lee S, Na BJ, Kim CB, et al. Coronavirus Disease Outbreak in Call Center, South Korea. *Emerg Infect Dis* [Internet]. 2020;26(8):1666–70. Available from: <https://doi.org/10.3201/eid2608.201274>

38. Hamner L, Dubbel P, Capron I, Ross A, Jordan A, Lee J, et al. High SARS-CoV-2 Attack Rate Following Exposure at a Choir Practice — Skagit County, Washington, March 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* [Internet]. 2020;69(19):606–10. Available from: <http://dx-doi-org-10013b5cd1327.han.medunigraz.at/10.15585/mmwr.mm6919e6>
39. Wilder-Smith A, Freedman DO. Isolation, quarantine, social distancing and community containment: Pivotal role for old-style public health measures in the novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak. *J Travel Med* [Internet]. 2020;27(2):1–4. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1327.han.medunigraz.at/10.1093/jtm/taaa020>
40. Centers for Disease Control and Prevention. Social Distancing [Internet]. 2020 [cited 2020 Jul 7]. Available from: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/social-distancing.html>
41. Lockerd Maragakis L. Coronavirus, Social and Physical Distancing and Self-Quarantine [Internet]. 2020 [cited 2020 Jul 7]. Available from: <https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/coronavirus/coronavirus-social-distancing-and-self-quarantine>
42. World Health Organization (WHO). Advice on the use of masks in the context of COVID-19: interim guidance, 5 June 2020 [Internet]. 2020. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332293>
43. Bundesministerium für Soziales, Gesundheit P und K. Mund-Nasen-Schutz (MNS) Empfehlungen zum Tragen und zur Handhabe – Fragen und Antworten [Internet]. 2020. Available from: https://www.sozialministerium.at/dam/jcr:5d5ba721-6051-4c66-b059-c554227cc11d/20200403_Fragen_und_Antworten_zum_Mund-Nasen-Schutz.pdf
44. Koller W, Suchomel M, Wechsler-Fördös A, Freundlinger T, Willinger B. Klarsichtvisiere: eine Alternative zu Mund-Nasenschutz? [Internet]. ÖGHMP - Österreichische Gesellschaft für Hygiene, Mikrobiologie & Präventivmedizin. 2020 [cited 2021 Feb 4]. Available from: https://www.oeghmp.at/media/klarsichtvisiere_eine_alternative_zu_mund-nasenschutz_1.pdf
45. Arbeitsinspektion - Bundesministerium für Arbeit. Coronavirus - COVID-19 Persönliche Schutzmaßnahmen - Allgemein [Internet]. 2021 [cited 2021 Feb 16]. Available from: https://www.arbeitsinspektion.gv.at/Gesundheit_im_Betrieb/Gesundheit_im_Betrieb_1/Atemschutz_PSA.html
46. Laudien Y. EINFACHER SCHUTZ VOR DEM CORONAVIRUS: SO WASCHEN SIE IHRE HÄNDE RICHTIG [Internet]. 2020 [cited 2020 Jul 9]. Available from: <https://www.unicef.de/informieren/aktuelles/blog/coronavirus-richtig-haendewaschen-einfacher-schutz/212860>
47. Hübner NO, Eggert M, Schwebke I, Suchomel M. Händedesinfektion unter den Bedingungen der SARS-CoV-2-Pandemie. *Epidemiol Bull* [Internet]. 2020;19:13–20. Available from: https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2020/19/Art_01.html?nn=13490888
48. Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens: Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* [Internet]. 2016;59(9):1189–220. Available from: <https://doi-org-10013b5cd137f.han.medunigraz.at/10.1007/s00103-016-2416-6>

49. Arbeitskreis “Krankenhaus- & Praxishygiene” der AWMF. Händedesinfektion und Händehygiene [Internet]. Leitlinien zur Hygiene in Klinik und Praxis. 2016 [cited 2020 Jul 9]. Available from: https://www.awmf.org/fileadmin/user_upload/Leitlinien/029_AWMF-AK_Krankenhaus-_und_Praxishygiene/HTML-Dateien/029-0271_S2k_Haendedesinfektion_Haendehygiene_2016-08.html#khyghd
50. Kampf G, Ruselack S, Eggerstedt S, Nowak N, Bashir M. Less and less-influence of volume on hand coverage and bactericidal efficacy in hand disinfection. *BMC Infect Dis* [Internet]. 2013;13:472. Available from: <https://doi.org/10.1186/1471-2334-13-472>
51. World Health Organization (WHO). WHO hand hygiene strategy feasible and sustainable for health-care settings around the world [Internet]. 2013 [cited 2020 Jul 9]. Available from: <https://www.who.int/news-room/detail/23-08-2013-who-hand-hygiene-strategy-feasible-and-sustainable-for-health-care-settings-around-the-world>
52. Robert Koch Institut (RKI). Empfehlungen des RKI zu Hygienemaßnahmen im Rahmen der Behandlung und Pflege von Patienten mit einer Infektion durch SARS-CoV-2 [Internet]. 2020 [cited 2020 Jul 9]. Available from: https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Hygiene.html
53. Indikationen zur Händedesinfektion [Internet]. Aktion Saubere Hände. [cited 2020 Jul 10]. Available from: <https://www.aktion-sauberehaende.de/krankenhauser/indikationen-zur-haendedesinfektion>
54. Manoj MG, Satheesh Kumar MK, Valsaraj KT, Sivan C, Vijayan SK. Potential link between compromised air quality and transmission of the novel corona virus (SARS-CoV-2) in affected areas. *Environ Res* [Internet]. 2020;190:110001. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110001>
55. Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect* [Internet]. 2020;104(3):246–51. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.01.022>
56. Colaneri M, Seminari E, Novati S, Asperges E, Biscarini S, Piralla A, et al. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 RNA contamination of inanimate surfaces and virus viability in a health care emergency unit. *Clin Microbiol Infect* [Internet]. 2020;26(8):1094.e1-1094.e5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.05.009>
57. Eslami H, Jalili M. The role of environmental factors to transmission of SARS-CoV-2 (COVID-19). *AMB Express* [Internet]. 2020;10(92). Available from: <https://doi.org/10.1186/s13568-020-01028-0>
58. Carraturo F, Del Giudice C, Morelli M, Cerullo V, Libralato G, Galdiero E, et al. Persistence of SARS-CoV-2 in the environment and COVID-19 transmission risk from environmental matrices and surfaces. *Environ Pollut* [Internet]. 2020;265:115010. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115010>
59. Ren SY, Wang WB, Hao YG, Zhang HR, Wang ZC, Chen YL, et al. Stability and infectivity of coronaviruses in inanimate environments. *World J Clin Cases* [Internet]. 2020;8(8):1391–9. Available from: <https://dx.doi.org/10.12998/wjcc.v8.i8.1391>
60. Aboubakr HA, Sharafeldin TA, Goyal SM. Stability of SARS-CoV-2 and other coronaviruses in the environment and on common touch surfaces and the influence of climatic conditions: A review. *Transbound Emerg Dis* [Internet]. 2020;00:1–17. Available from: <https://doi.org/10.1111/tbed.13707>
61. Kenarkoohi A, Noorimotlagh Z, Falahi S, Amarloei A, Mirzaee SA, Pakzad I, et al.

- Hospital indoor air quality monitoring for the detection of SARS-CoV-2 (COVID-19) virus. *Sci Total Environ* [Internet]. 2020;748:141324. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141324>
62. Faridi S, Niazi S, Sadeghi K, Naddafi K, Yavarian J, Shamsipour M, et al. A field indoor air measurement of SARS-CoV-2 in the patient rooms of the largest hospital in Iran. *Sci Total Environ* [Internet]. 2020;725:138401. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138401>
 63. Ko-Keeney EH, Saran MS, McLaughlin K, Lipman S. Improving protection from bioaerosol exposure during postoperative patient interaction in the COVID-19 era, a quality improvement study. *Am J Otolaryngol* [Internet]. 2020;41(6):102634. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2020.102634>
 64. Samaranayake LP, Fakhruddin KS, Ngo HC, Chang JWW, Panduwawala C. The effectiveness and efficacy of respiratory protective equipment (RPE) in dentistry and other health care settings: a systematic review. *Acta Odontol Scand* [Internet]. 2020;78(8):626–39. Available from: <https://doi.org/10.1080/00016357.2020.1810769>
 65. MacIntyre CR, Chughtai AA. A rapid systematic review of the efficacy of face masks and respirators against coronaviruses and other respiratory transmissible viruses for the community, healthcare workers and sick patients. *Int J Nurs Stud* [Internet]. 2020;108:103629. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103629>
 66. Beeson S, Behary N, Perwuelz A. Universal masking during COVID-19 pandemic: Can textile engineering help public health? Narrative review of the evidence. *Prev Med (Baltim)* [Internet]. 2020;139:106236. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2020.106236>
 67. Whiley H, Keerthirathne TP, Nisar MA, White MAF, Ross KE. Viral filtration efficiency of fabric masks compared with surgical and n95 masks. *Pathogens* [Internet]. 2020;9(9):762. Available from: <https://doi.org/10.3390/pathogens9090762>
 68. Kim MC, Bae S, Kim JY, Park SY, Lim JS, Sung M, et al. Effectiveness of surgical, KF94, and N95 respirator masks in blocking SARS-CoV-2: a controlled comparison in 7 patients. *Infect Dis (London, England)* [Internet]. 2020;52(12):908–12. Available from: <https://doi.org/10.1080/23744235.2020.1810858>
 69. Maurer L, Peris D, Kerl J, Guenther F, Koehler D, Dellweg D. Community Masks During the SARS-CoV-2 Pandemic : Filtration Efficacy and Air Resistance. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv* [Internet]. 2021;34(1):11–9. Available from: <https://doi.org/10.1089/jamp.2020.1635>
 70. Roberge RJ, Roberge MR. Cloth Face Coverings for Use as Facemasks During the Coronavirus (SARS-CoV-2) Pandemic: What Science and Experience Have Taught Us. *Disaster Med Public Health Prep* [Internet]. 2020;1–8. Available from: <https://doi.org/10.1017/dmp.2020.354>
 71. Lima MM de S, Cavalcante FML, Macêdo TS, Galindo-Neto NM, Caetano JÁ, Barros LM. Cloth face masks to prevent Covid-19 and other respiratory infections. *Rev Lat Am Enfermagem* [Internet]. 2020;28:e3353. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.4537.3353>
 72. Tirupathi R, Bharathidasan K, Palabindala V, Salim SA, Al-Tawfiq JA. Comprehensive Review of mask utility and challenges during the COVID-19 pandemic. *Le Infez Med* [Internet]. 2020;28(suppl 1):57–63. Available from: https://www.infezmed.it/media/journal/Vol_28_suppl1_2020_10.pdf
 73. Aydin O, Emon B, Cheng S, Hong L, Chamorro LP. Performance of fabrics for

- home-made masks against the spread of COVID-19 through droplets: A quantitative mechanistic study. *Extrem Mech Lett* [Internet]. 2020;40:100924. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.eml.2020.100924>
74. Ma QX, Shan H, Zhang HL, Li GM, Yang RM, Chen JM. Potential utilities of mask-wearing and instant hand hygiene for fighting SARS-CoV-2. *J Med Virol* [Internet]. 2020;92(9):1567–71. Available from: <https://doi.org/10.1002/jmv.25805>
 75. Mueller A V., Eden MJ, Oakes JM, Bellini C, Fernandez LA. Quantitative Method for Comparative Assessment of Particle Removal Efficiency of Fabric Masks as Alternatives to Standard Surgical Masks for PPE. *Matter* [Internet]. 2020;3(3):950–62. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.matt.2020.07.006>
 76. Lelie PN, Reesink HW, Lucas CJ. Inactivation of 12 Viruses by Heating Steps Applied During Manufacture of a Hepatitis B Vaccine. *J Med Virol* [Internet]. 1987;23(3):297–301. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1442.han.medunigraz.at/10.1002/jmv.1890230313>
 77. Schlegel A, Immelmann A, Kempf C. Virus inactivation of plasma-derived proteins by pasteurization in the presence of guanidine hydrochloride. *Transfusion* [Internet]. 2001;41(3):382–9. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1442.han.medunigraz.at/10.1046/j.1537-2995.2001.41030382.x>
 78. Laude H. Thermal Inactivation Studies of a Coronavirus, Transmissible Gastroenteritis Virus. *J Gen Virol* [Internet]. 1981;56(2):235–40. Available from: <https://doi.org/10.1099/0022-1317-56-2-235>
 79. Chin AWH, Chu JTS, Perera MRA, Hui KPY, Yen H-L, Chan MCW, et al. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *The Lancet Microbe* [Internet]. 2020;1(1):e10. Available from: [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30003-3](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30003-3)
 80. Price RHM, Graham C, Ramalingam S. Association between viral seasonality and meteorological factors. *Sci Rep* [Internet]. 2019;9(1):929. Available from: <https://doi-org-10013b5cd148a.han.medunigraz.at/10.1038/s41598-018-37481-y>
 81. Wolff MH, Sattar SA, Adegbonrin O, Tetro J. Environmental survival and microbicide inactivation of coronaviruses. In: Schmidt A, Wolff MH, Weber O, editors. *Coronaviruses with Special Emphasis on First Insights Concerning SARS* [Internet]. Basel: Birkhäuser Basel; 2005. p. 201–12. Available from: https://doi.org/10.1007/3-7643-7339-3_10
 82. Ong SWX, Tan YK, Chia PY, Lee TH, Ng OT, Wong MSY, et al. Air, Surface Environmental, and Personal Protective Equipment Contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) From a Symptomatic Patient. *JAMA* [Internet]. 2020;323(16):1610–2. Available from: <https://doi-org-10013b5cd148a.han.medunigraz.at/10.1001/jama.2020.3227>
 83. Chan KH, Peiris JSM, Lam SY, Poon LLM, Yuen KY, Seto WH. The Effects of Temperature and Relative Humidity on the Viability of the SARS Coronavirus. *Adv Virol* [Internet]. 2011;2011:734690. Available from: <https://doi-org-10013b5cd148a.han.medunigraz.at/10.1155/2011/734690>
 84. Duan S-M, Zhao X-S, Wen R-F, Huang J-J, Pi G-H, Zhang S-X, et al. Stability of SARS coronavirus in human specimens and environment and its sensitivity to heating and UV irradiation. *Biomed Environ Sci*. 2003 Sep;16(3):246–55.
 85. Rabenau HF, Cinatl J, Morgenstern B, Bauer G, Preiser W, Doerr HW. Stability and inactivation of SARS coronavirus. *Med Microbiol Immunol* [Internet]. 2005;194(1–2):1–6. Available from: <https://doi-org-10013b5cd14c5.han.medunigraz.at/10.1007/s00430-004-0219-0>
 86. van Doremalen N, Bushmaker T, Munster VJ. Stability of Middle East respiratory

- syndrome coronavirus (MERS-CoV) under different environmental conditions. *Euro Surveill* [Internet]. 2013;18(38):20590. Available from: <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES2013.18.38.20590>
87. Warnes SL, Little ZR, Keevil CW. Human coronavirus 229E remains infectious on common touch surface materials. *MBio* [Internet]. 2015;6(6):e01697-15. Available from: <https://doi.org/10.1128/mBio.01697-15>
 88. Warnes SL, Keevil CW. Inactivation of Norovirus on Dry Copper Alloy Surfaces. *PLoS One* [Internet]. 2013;8(9):e75017. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075017>
 89. Sizun J, Yu MWN, Talbot PJ. Survival of human coronaviruses 229E and OC43 in suspension and after drying on surfaces: a possible source of hospital-acquired infections. *J Hosp Infect* [Internet]. 2000;46(1):55–60. Available from: <https://doi.org/10.1053/jhin.2000.0795>
 90. Lai MYY, Cheng PKC, Lim WWL. Survival of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus. *Clin Infect Dis* [Internet]. 2005;41(7):e67–e71. Available from: <https://doi-org-10013b5cd14c5.han.medunigraz.at/10.1086/433186>
 91. World Health Organization (WHO). Infection prevention and control of epidemic- and pandemic-prone acute respiratory infections in health care [Internet]. WHO Guidelines. Geneva; 2014. Available from: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/1/9789241507134_eng.pdf?ua=1
 92. Ge Z yu, Yang L ming, Xia J jia, Fu X hui, Zhang Y zhen. Possible aerosol transmission of COVID-19 and special precautions in dentistry. *J Zhejiang Univ Sci B* [Internet]. 2020;21(5):361–8. Available from: <http://doi.org/10.1631/jzus.B2010010>
 93. Xiao W jun, Wang M lian, Wei W, Wang J, Zhao J jun, Yi B, et al. Detection of SARS-CoV and RNA on aerosol samples from SARS-patients admitted to hospital. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2004;25(10):882–5.
 94. Alonso C, Goede DP, Morrison RB, Davies PR, Rovira A, Marthaler DG, et al. Evidence of infectivity of airborne porcine epidemic diarrhea virus and detection of airborne viral RNA at long distances from infected herds. *Vet Res* [Internet]. 2014;45(1):73. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13567-014-0073-z>
 95. Lindsley WG, Blachere FM, Davis KA, Pearce TA, Fisher MA, Khakoo R, et al. Distribution of airborne influenza virus and respiratory syncytial virus in an urgent care medical clinic. *Clin Infect Dis* [Internet]. 2010;50(5):693–8. Available from: <https://doi-org-10013b5cd14dd.han.medunigraz.at/10.1086/650457>
 96. Fears A, Klimstra W, Duprex P, Hartman A, Weaver S, Plante K, et al. Comparative dynamic aerosol efficiencies of three emergent coronaviruses and the unusual persistence of SARS-CoV-2 in aerosol suspensions [Internet]. *medRxiv* [Preprint]. 2020. Available from: <https://doi.org/10.1101/2020.04.13.20063784>
 97. Ijaz MK, Brunner AH, Sattar SA, Nair RC, Johnson-Lussenburg CM. Survival Characteristics of Airborne Human Coronavirus 229E. *J Gen Virol* [Internet]. 1985;66(12):2743–8. Available from: <https://doi.org/10.1099/0022-1317-66-12-2743>
 98. Pyankov O V, Bodnev SA, Pyankova OG, Agranovski IE. Survival of aerosolized coronavirus in the ambient air. *J Aerosol Sci* [Internet]. 2018;115(January):158–63. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2017.09.009>
 99. Jiang Y, Wang H, Chen Y, He J, Chen L, Liu Y, et al. Clinical Data on Hospital Environmental Hygiene Monitoring and Medical Staff Protection during the Coronavirus Disease 2019 Outbreak [Internet]. *medRxiv* [Preprint]. 2020. Available from: <https://doi.org/10.1101/2020.02.25.20028043>

100. Setti L, Passarini F, De Gennaro G, Barbieri P, Perrone MG, Borelli M, et al. Airborne Transmission Route of COVID-19: Why 2 Meters/6 Feet of Inter-Personal Distance Could Not Be Enough. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020;17(8):2932. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph17082932>
101. Bourouiba L, Dehandschoewercker E, Bush JWM. Violent expiratory events: on coughing and sneezing. *J Fluid Mech* [Internet]. 2014;745:537–63. Available from: <https://doi.org/10.1017/jfm.2014.88>
102. Konda A, Prakash A, Moss GA, Schmoldt M, Grant GD, Guha S. Aerosol Filtration Efficiency of Common Fabrics Used in Respiratory Cloth Masks. *ACS Nano* [Internet]. 2020;14(5):6339–47. Available from: <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c03252>
103. Rengasamy S, Eimer B, Shaffer RE. Simple Respiratory Protection—Evaluation of the Filtration Performance of Cloth Masks and Common Fabric Materials Against 20–1000 nm Size Particles. *Ann Occup Hyg* [Internet]. 2010;54(7):789–98. Available from: <https://doi-org-10013b5cd14dd.han.medunigraz.at/10.1093/annhyg/meq044>
104. Davies A, Thompson KA, Giri K, Kafatos G, Walker J, Bennett A. Testing the Efficacy of Homemade Masks: Would They Protect in an Influenza Pandemic? *Disaster Med Public Health Prep* [Internet]. 2013;7(4):413–8. Available from: <https://doi.org/10.1017/dmp.2013.43>
105. Shakya KM, Noyes A, Kallin R, Peltier RE. Evaluating the efficacy of cloth facemasks in reducing particulate matter exposure. *J Expo Environ Epidemiol* [Internet]. 2017;27(3):352–7. Available from: <https://doi.org/10.1038/jes.2016.42>
106. MacIntyre CR, Seale H, Dung TC, Hien NT, Nga PT, Chughtai AA, et al. A cluster randomised trial of cloth masks compared with medical masks in healthcare workers. *BMJ Open* [Internet]. 2015;5(4):e006577. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1508.han.medunigraz.at/10.1136/bmjopen-2014-006577>
107. Leung NHL, Chu DKW, Shiu EYC, Chan KH, McDevitt JJ, Hau BJP, et al. Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks. *Nat Med* [Internet]. 2020;26(5):676–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41591-020-0843-2>
108. Bałazy A, Toivola M, Adhikari A, Sivasubramani SK, Reponen T, Grinshpun SA. Do N95 respirators provide 95% protection level against airborne viruses, and how adequate are surgical masks? *Am J Infect Control* [Internet]. 2006;34(2):51–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2005.08.018>
109. Makison Booth C, Clayton M, Crook B, Gawn JM. Effectiveness of surgical masks against influenza bioaerosols. *J Hosp Infect* [Internet]. 2013;84(1):22–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2013.02.007>
110. Lee SA, Grinshpun SA, Reponen T. Respiratory Performance Offered by N95 Respirators and Surgical Masks: Human Subject Evaluation with NaCl Aerosol Representing Bacterial and Viral Particle Size Range. *Ann Occup Hyg* [Internet]. 2008;52(3):177–85. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1521.han.medunigraz.at/10.1093/annhyg/men005>
111. Robert Koch Institut (RKI). Virologische Basisdaten, SARS-CoV-2 [Internet]. 2020 [cited 2020 Dec 17]. Available from: https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Virologische_Basisdaten.html
112. Occupational Safety and Health Administration. Occupational Safety and Health Standards - Personal Protective Equipment - Respiratory Protection [Internet]. 2011 [cited 2020 Dec 18]. Available from: <https://www.osha.gov/laws->

- regs/regulations/standardnumber/1910/1910.134
113. Napoli PE, Nioi M, D'Aloja E, Fossarello M. The Ocular Surface and the Coronavirus Disease 2019: Does a Dual 'Ocular Route' Exist? *J Clin Med* [Internet]. 2020;9(5):1269. Available from: <https://doi.org/10.3390/jcm9051269>
 114. Bischoff WE, Reid T, Russell GB, Peters TR. Transocular Entry of Seasonal Influenza–Attenuated Virus Aerosols and the Efficacy of N95 Respirators, Surgical Masks, and Eye Protection in Humans. *J Infect Dis* [Internet]. 2011;204(2):193–9. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1521.han.medunigraz.at/10.1093/infdis/jir238>
 115. Lu C, Liu X, Jia Z. 2019-nCoV transmission through the ocular surface must not be ignored. *Lancet* [Internet]. 2020;395(10224):e39. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30313-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30313-5)
 116. Holappa M, Valjakka J, Vaajanen A. Angiotensin(1-7) and ACE2, “The Hot Spots” of Renin-Angiotensin System, Detected in the Human Aqueous Humor. *Open Ophthalmol J* [Internet]. 2015;9:28–32. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1521.han.medunigraz.at/10.2174/1874364101509010028>
 117. Lindsley WG, Noti JD, Blachere FM, Szalajda J V., Beezhold DH. Efficacy of Face Shields Against Cough Aerosol Droplets from a Cough Simulator. *J Occup Environ Hyg* [Internet]. 2014;11(8):509–18. Available from: <https://doi.org/10.1080/15459624.2013.877591>
 118. Bentley CD, Burkhart NW, Crawford JJ. Evaluating Spatter And Aerosol Contamination During Dental Procedures. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 1994;125(5):579–84. Available from: <https://doi-org-10013b5cd1521.han.medunigraz.at/10.14219/jada.archive.1994.0093>

