

Aus der Medizinischen Fakultät zu Köln

Durchgeführt im:

Institut der Pneumologie der Universität zu Köln

Wissenschaftliches Institut Bethanien

Direktor: Professor Dr. med. W. J. Randerath

**Epidemiologische Analyse ambulanter
Patientinnen und Patienten in einer COVID-19-
Ambulanz in der frühen Phase der Pandemie in
Deutschland**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde

der Medizinischen Fakultät

der Universität zu Köln

vorgelegt von

Philipp Bannies

aus Solingen

promoviert am 02. Juli 2026

Dekan: Universitätsprofessor Dr. med. G. R. Fink

1. Gutachter: Professor Dr. med. W. J. Randerath

2. Gutachterin: Professorin Dr. med. C. Lehmann

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes habe ich Unterstützungsleistungen von folgenden Personen erhalten:

Herr Dr. med. Simon Dominik Herkenrath, ehemaliger Oberarzt und Mitarbeiter des Wissenschaftlichen Institut Bethanien e.V.

Frau Dr. med. Sandhya Matthes, Oberärztin und Mitarbeiterin des Wissenschaftlichen Institut Bethanien e.V.

Frau Dr. rer. nat. Anja Pietzke-Calcagnile, ehemalige Mitarbeiterin des Wissenschaftlichen Institut Bethanien e.V.

Herr Dr. rer. nat. Marcel Tremel, Mitarbeiter des Wissenschaftlichen Institut Bethanien e.V.

Weitere Personen waren an der geistigen Herstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe einer Promotionsberaterin oder eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertationsschrift stehen.

Die Dissertationsschrift wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Der dieser Arbeit zugrunde liegende Datensatz wurde von mir zusammengestellt, nachdem die Daten in der COVID-19-Ambulanz am Krankenhaus Bethanien unter der Leitung von Herr Professor Dr. Randerath und dem zuständigen Gesundheitsamt unter der Leitung von Frau Dr. Heibges erhoben wurden.

Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Messergebnisse wurden ohne meine Mitarbeit in der COVID-19-Ambulanz, im Labor Synlab Leverkusen und im hauseigenen Labor des Krankenhaus Bethanien Solingen ermittelt.

Die in dieser Arbeit durchgeführten Interviews sind nach entsprechender Anleitung und Supervision durch Herrn Dr. Simon Herkenrath von mir selbst ausgeführt worden.

Erklärung zur guten wissenschaftlichen Praxis:

Ich erkläre hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten (Amtliche Mitteilung der Universität zu Köln AM 132/2020) der Universität zu Köln gelesen habe und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen.

Solingen, 02.02.2026

Philipp Bannies

Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich herzlich bei meinem Doktorvater, Herrn Professor Dr. Winfried J. Randerath, für die Möglichkeit zur Anfertigung dieser Dissertation bedanken. Für die fachliche Begleitung, die konstruktive Kritik sowie die motivierende Unterstützung gilt ihm mein ausdrücklicher Dank.

Mein Dank gilt ebenso Herrn Dr. Simon Dominik Herkenrath, Frau Dr. Sandhya Matthes, Frau Dr. Anja Pietzke-Calagnile und Herrn Dr. Marcel Tremml, die mich bei der praktischen Durchführung der Studie mit großer Sorgfalt und Engagement unterstützt haben. Für die hilfreichen Diskussionen, die wertvollen inhaltlichen Anregungen und ihre jederzeit offene Art bin ich ihnen sehr dankbar.

Ein herzliches Dankeschön richte ich an das gesamte Team des Wissenschaftlichen Instituts Bethanien, für die freundliche Aufnahme und die kollegiale Zusammenarbeit.

Ich danke auch dem Gesundheitsamt Solingen unter der Leitung von Frau Dr. Annette Heibges für die hilfsbereite Unterstützung bei der Datenerhebung.

Ein besonderer Dank gilt meiner Familie. Meinen Eltern danke ich für ihre bedingungslose Unterstützung, ihr Vertrauen und ihren Rückhalt, nicht nur während der Promotionszeit, sondern auf meinem gesamten bisherigen Weg. Meinen Schwestern Lisette, Carol und Noelle danke ich herzlich für ihre wertvolle Unterstützung, ihr offenes Ohr und die tatkräftige Hilfe, die sie mir während meiner Promotionszeit sowohl im persönlichen Bereich als auch bei der Arbeit gegeben haben. Meiner Frau Lena danke ich von Herzen für ihre Geduld, ihre Liebe und ihre beständige Unterstützung, die mich nicht nur während der gesamten Promotionszeit, sondern weit darüber hinaus, getragen und motiviert hat. Meiner Tochter Hanna danke ich für ihre Fröhlichkeit und die vielen Momente, in denen sie mich daran erinnert hat, was wirklich wichtig ist.

Diese Arbeit ist auch allen gewidmet, die in der Anfangszeit der COVID-19-Pandemie im medizinischen Bereich Außergewöhnliches geleistet haben.

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	7
1. ZUSAMMENFASSUNG	8
2. EINLEITUNG	9
2.1. SARS-CoV-2-VIRUS (WILDTYP)	10
2.1.1. Viruscharakteristika	10
2.1.2. Transmission	12
2.1.3. Inkubationszeit	12
2.1.4. Symptome	13
2.1.5. Manifestationen, Komplikationen und Langzeitfolgen	14
2.1.6. Dauer der Infektiosität	15
2.1.7. Diagnostische Möglichkeiten	15
2.1.8. Risikofaktoren	17
2.2. FRAGESTELLUNGEN UND ZIEL DER ARBEIT	18
3. MATERIAL UND METHODEN	20
3.1. AUFBAU DER STUDIE	20
3.2. ETHIK	23
3.3. STATISTIK	23
4. ERGEBNISSE	24
4.1. ANALYSEKOHORTE	24
4.2. TESTERGEBNISSE	25
4.3. SYMPTOME	30
4.4. MUTMAßLICHE INFEKTIONSQUELLE	31
5. DISKUSSION	34
5.1. FORSCHUNGSFRAGE 1	34
5.1.1. Alter	34
5.1.2. Symptome	36

5.1.3. Vorerkrankungen	37
5.1.4. Mutmaßliche Infektionsquelle	39
5.2. FORSCHUNGSFRAGE 2	40
5.2.1. Frühe Phase der Pandemie	41
5.2.2. Frühe Phase der Pandemie in Deutschland	47
5.3. INTERPRETATION DER TESTERGEBNISSE UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER FORSCHUNGSFRAGE 2	55
5.3.1. Schließung der Literaturlücke	61
5.3.2. Implikationen für zukünftiges Pandemiemanagement	62
8. Limitationen und weitere Forschung	65
7. LITERATURVERZEICHNIS	67
8. ANHANG	80
8.1. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	80
8.2. TABELLENVERZEICHNIS	81

Abkürzungsverzeichnis

COVID-19	Coronavirus-Krankheit 2019
ECDC	Europäisches Zentrum für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten
IQR	Interquartilsabstand
MERS-CoV	Nahost-Atemwegssyndrom-Coronavirus
NRW	Nordrhein-Westfalen
RKI	Robert Koch-Institut
RNA	Ribonukleinsäure
RT-PCR	Reverse-Transkriptase-Polymerase-Kettenreaktion
SARS-CoV	Schweres-Akutes-Atemwegssyndrom-Coronavirus
SARS-CoV-2	Schweres-Akutes-Atemwegssyndrom-Coronavirus Typ 2
VOC	Besorgniserregende Virusvariante
WHO	Weltgesundheitsorganisation

1. Zusammenfassung

Ende 2019 wurde in Wuhan, China, erstmals eine Serie von Pneumonien unbekannter Ursache beschrieben, die auf das neu identifizierte Coronavirus SARS-CoV-2 zurückgeführt wurde. Die rasche weltweite Ausbreitung des Erregers führte zur COVID-19-Pandemie, einer der schwerwiegendsten globalen Gesundheitskrisen der jüngeren Vergangenheit. Im März 2020 erklärte die WHO den internationalen Gesundheitsnotstand, der bis Mai 2023 andauerte. Die Pandemie stellte Gesundheitssysteme, Wirtschaft und Gesellschaft vor erhebliche Herausforderungen. In der frühen Phase lag der Fokus auf der Entwicklung diagnostischer Verfahren und internationalen Forschungs Kooperationen. SARS-CoV-2 überträgt sich primär über Tröpfchen, asymptomatische Infektionen sind möglich. Häufige Symptome sind Fieber, Husten, Myalgien und Fatigue, schwere Verläufe traten vor allem bei Risikopersonen auf. Aufgrund begrenzter Testkapazitäten wurden Priorisierungsschemata eingeführt, und zur Entlastung stationärer Einrichtungen entstanden spezialisierte COVID-19-Ambulanzen und Testzentren. Umfangreiche Maßnahmen wie Kontaktbeschränkungen und Quarantäne konnten die Ausbreitung des Virus jedoch nicht verhindern. Forschungslücken bestehen weiterhin zur frühen Phase der Pandemie in Deutschland, insbesondere zu den Charakteristika der Fröhinfizierten. Die vorliegende Studie untersucht diese Phase anhand einer quantitativen Analyse von 1.041 Personen, die zwischen dem 7. und 29. März 2020 in der COVID-19-Ambulanz des Krankenhauses Bethanien in Solingen mittels RT-PCR-Abstrich getestet wurden. Es wurden 100 positive Fälle identifiziert. Die Mehrheit der Testpersonen war 21 bis 60 Jahre alt, die höchste Positivrate zeigte sich bei 61- bis 70-Jährigen. Vitalparameter unterschieden sich zwischen positiv und negativ getesteten Personen nicht signifikant. Fieber, Dyspnoe, Schüttelfrost, Fatigue und insbesondere der Verlust von Geruchs- und Geschmackssinn traten bei positiv Getesteten häufiger auf. Frühe Infektionen standen vor allem im Zusammenhang mit Reiseexpositionen sowie familiären und beruflichen Kontakten. Ergänzend wurde qualitativ untersucht, wie öffentliche Stellungnahmen, regionale Infektionsdynamiken und politische Maßnahmen das Testverhalten beeinflussten. Während des Studienzeitraums stiegen sowohl die Anzahl der Testungen als auch der positiven Befunde deutlich an. Das Testverhalten der Bevölkerung scheint multifaktoriell beeinflusst, unter anderem durch mediale Berichterstattung, politische Maßnahmen, Expertenmeinungen sowie persönliche Betroffenheit und Risikowahrnehmung. Einzelne Effekte lassen sich nicht abschließend quantifizieren, deuten jedoch auf eine komplexe Interaktion gesellschaftlicher, politischer und individueller Faktoren hin.

2. Einleitung

Die COVID-19-Pandemie war die erste globale Gesundheitskrise des 21. Jahrhunderts, die nicht nur medizinische Systeme und gesellschaftliche Ordnungen weltweit erschütterte, sondern auch eine beispiellose Phase kollektiver Unsicherheit, politischer Maßnahmen und wissenschaftlicher Eile einleitete¹⁻³. Ende des Jahres 2019 erhielt die Weltgesundheitsorganisation (WHO) erste Hinweise auf eine Häufung von Lungenentzündungen unklarer Ursache in der chinesischen Stadt Wuhan⁴. Kurz darauf wurde ein neuartiges Virus identifiziert, das später als SARS-CoV-2 bekannt wurde. In wenigen Monaten breitete sich das Virus weltweit aus und die Zahl der Infektionen und Todesfälle stieg, sodass die WHO im März 2020 offiziell eine Pandemie ausrief^{5,6}. Erste Nachweise des Virus in Deutschland erfolgten Ende Januar 2020⁷. Trotz eingeleiteter Eindämmungsmaßnahmen breitete sich das Virus rasch aus und stellte das Gesundheitssystem sowie in der Folge die Wirtschaft und Gesellschaft vor erhebliche Herausforderungen⁷⁻¹³. Da zunächst nur wenig über das Virus bekannt war, standen diagnostische Testverfahren, die Durchführung und Auswertung wissenschaftlicher Studien sowie eine enge internationale Zusammenarbeit zwischen Staaten und Institutionen, unter anderem mit der WHO, dem Europäischen Zentrum für die Prävention und Kontrolle von Krankheiten (ECDC) und dem Robert Koch-Institut (RKI), im Fokus. Das Ziel bestand darin, effektive Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung zu entwickeln und umzusetzen^{4,14}. Nachdem herausgefunden wurde, dass es sich um eine Mensch-zu-Mensch-Übertragung handelt, die meist via Tröpfcheninfektion über die Atemwege erfolgt, wurden Nasen-Rachen-Abstriche entwickelt, mit deren Hilfe das Virus laboranalytisch nachgewiesen werden konnte¹⁵⁻¹⁷. Fallstudien der ersten infizierten Patientinnen und Patienten zeigten, dass Fieber, Husten sowie Myalgie oder Fatigue zu den häufigsten initialen Symptomen gehörten. Im weiteren Krankheitsverlauf entwickelten viele Betroffene Dyspnoe. Zudem wurden Symptome wie produktiver Husten, Kopfschmerzen, Hämoptysen und Diarrhöen beschrieben¹⁸. Bereits früh wurde erkannt, dass auch asymptomatische Verläufe der Erkrankung möglich sind¹⁹. Die Testung zur Identifizierung der möglichen Krankheitsüberträger hatte somit zunächst die höchste Priorität zur Bekämpfung der Pandemie²⁰. Aufgrund eingeschränkter Testkapazitäten wurden Handlungsschemata zur Priorisierung der Patientinnen und Patienten hinsichtlich einer Testung entwickelt²¹. Hierbei galt es zum einen Superspreaderinnen und Superspreader, das heißt einzelne infizierte Personen, die eine ungewöhnlich hohe Zahl an Sekundärfällen verursachen, zum anderen Personen mit einem Risiko für einen schweren Krankheitsverlauf frühzeitig zu identifizieren^{22,23}. Zur Entlastung des stationären Sektors wurden spezialisierte COVID-19-Ambulanzen sowie

Testzentren eröffnet^{24–26}. Diverse Maßnahmen wie Kontaktbeschränkungen, Isolation in Quarantäne, Schließungen von Institutionen und Geschäften, Verbote öffentlicher Versammlungen und viele weitere wurden ergriffen^{27–29}. Dennoch schritt die Ausbreitung des Virus weiter fort. Erst am 5. Mai 2023 wurde die Pandemie durch den WHO-Generaldirektor als beendet erklärt, betont wurde jedoch, dass die Gefahr durch das Virus weiterhin bestehe und die Folgen für viele anhalten werden³⁰. Zum aktuellen Stand vom 29. Januar 2026 sind weltweit über 779 Millionen Infektionen und über 7,1 Millionen Todesfälle in Zusammenhang mit SARS-CoV-2 bekannt³¹.

Diese Studie knüpft an die bestehende wissenschaftliche Literatur zur COVID-19-Pandemie an. Im Fokus stehen dabei vornehmlich Studien, die sich mit der frühen Phase der Pandemie, definiert als der Zeitraum ab dem erstmaligen Auftreten des Virus Ende 2019 bis zum Ende des ersten Quartals 2020, beschäftigen. Entsprechend beziehen sich die im Folgenden betrachteten Quellen und Analysen auf das ursprüngliche SARS-CoV-2-Virus (Wildtyp). Ein besonderes Augenmerk liegt auf Studien mit Bezug zu Deutschland, da sie eine zentrale Grundlage für die Kontextualisierung der vorliegenden Untersuchung bilden.

2.1. SARS-CoV-2-Virus (Wildtyp)

Die nachfolgenden Kapitel widmen sich einer Analyse des SARS-CoV-2-Virus sowie seiner medizinisch relevanten Eigenschaften. Zunächst werden die virologischen Eigenschaften (Viruscharakteristika) beschrieben, gefolgt von den Mechanismen der Übertragung (Transmission) sowie dem typischen Zeitpunkt des Auftretens von Symptomen nach erfolgter Virusübertragung (Inkubationszeit). Anschließend werden die klinischen Symptome und der Krankheitsverlauf erläutert, einschließlich spezifischer Manifestationen und potenzieller Komplikationen. Darüber hinaus werden die Dauer der Infektiosität thematisiert und die diagnostischen Möglichkeiten vorgestellt. Abschließend erfolgt eine Betrachtung relevanter Risikofaktoren, die mit einem erhöhten Schweregrad der Erkrankung assoziiert sind. Die Ausarbeitung soll dazu beitragen einen umfassenden Überblick über die wichtigsten medizinischen und epidemiologischen Aspekte von SARS-CoV-2 in der frühen Phase der Pandemie zu erlangen.

2.1.1. Viruscharakteristika

Aufgrund der genetischen Verwandtschaft mit anderen Coronaviren gab das International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV) dem neuartigen Virus den

Namen severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2). Die durch das Virus hervorgerufene Erkrankung benannte die WHO als coronavirus disease 2019 (COVID-19). Der Name setzt sich zusammen aus der Viruserkrankung und dem Entdeckungsjahr 2019³³. Ebenso wie andere Coronaviren verwendet SARS-CoV-2 das transmembranäre Enzym ACE-2 als Rezeptor um in die Wirtszelle zu gelangen. Die erhöhte Präsenz des Enzyms im Nasenepithel erklärt die verstärkte Vermehrung und Ausscheidung von SARS-CoV-2 im oberen Respirationstrakt³⁴. Viele Coronaviren sind vor allem in der Veterinärmedizin bekannt. Bis zur Entdeckung von SARS-CoV-2 waren nur sechs humanpathogene Coronaviren bekannt, wovon vier aus dem Tierreservoir stammen und auf den Menschen übertragen wurden. Die humanpathogenen Varianten lösen bei symptomatischen Verläufen im Regelfall eine respiratorische Erkrankung aus³⁵. Bei dem neuartigen Virus handelt es sich um ein Betacoronavirus, welches typischerweise bei Wildtieren, Herdentieren und Menschen zu finden ist³⁶. Die Genomsequenz des RNA-Virus weist Ähnlichkeiten mit dem Nahost-Atemwegssyndrom-Coronavirus (MERS-CoV) und dem Schweren-Akuten-Atemwegssyndrom-Coronavirus (SARS-CoV) auf. Diese Viren sorgten in der Vergangenheit für rezidivierende Krankheitsausbrüche mit Todesfällen^{37,38}. RNA-Viren weisen hohe Mutationsraten auf, was für eine Vielfalt der genetischen Variation sorgt und dadurch einen Einfluss auf die natürliche Selektion hat³⁹. Seit dem Pandemiebeginn werden weltweit unterschiedliche SARS-CoV-2-Varianten beobachtet³⁴. Bei einer Studie der ersten Infektionsfälle mit SARS-CoV-2 in Deutschland konnten bei einer Übertragung des Virus über vier Generationen bereits zwei Mutationen im Virusgenom festgestellt werden⁴⁰. Zum aktuellen Zeitpunkt stuft die WHO insgesamt fünf Virusvarianten als besorgniserregend (VOC) ein. Alpha, Beta, Gamma, Delta und Omikron weisen im Vergleich zu anderen Virusvarianten eine erhöhte Transmissibilität, eine erhöhte Virulenz oder eine erhöhte Effektivität von Gegenmaßnahmen hinsichtlich Diagnostik und Therapie auf³⁴. Die erste VOC war die Alpha-Variante. Sie wurde im September 2020 in Kent im Vereinigten Königreich entdeckt und weist eine erhöhte Übertragbarkeit auf⁴¹. Der erste nachgewiesene Fall mit der Alpha-Variante in Deutschland war im Dezember 2020. Innerhalb weniger Monate entwickelte sich die Variante zur vorherrschenden Ursache für SARS-CoV-2-Infektionen bundesweit⁴². Da anzunehmen ist, dass während des Studienzeitraums vornehmlich Infektionen mit der Wildtyp-Variante vorlagen, wird im Folgenden nicht auf weitere Virusvarianten eingegangen⁴³.

2.1.2. Transmission

Über die Transmission des Virus war zu Beginn der Pandemie wenig bekannt. Auffällig war, dass 27 der zunächst 41 Infizierten in Wuhan innerhalb des letzten Monats auf dem Huanan Fisch- und Wildtiermarkt waren ¹⁸. Dort wurden unter anderem lebende Tiere wie Geflügel, Fledermäuse, Marmeltiere und Schlangen zum Verkauf angeboten ⁴⁴. Die Vermutung lag nahe, dass eine Exposition auf dem Markt der Auslöser des Krankheitsausbruchs gewesen sei. Laut der chinesischen Regierung gab es zu diesem Zeitpunkt jedoch keine Evidenz für eine Mensch-zu-Mensch-Übertragung des Virus ⁶. Am 13. Januar 2020 berichtete das thailändische Gesundheitsministerium der WHO vom ersten laborgesicherten Krankheitsfall außerhalb Chinas. Die 61-jährige Patientin hielt sich laut eigenen Angaben in China auf, jedoch nicht auf dem Huanan Fisch- und Wildtiermarkt ⁴⁵. Weitere bestätigte COVID-19-Fälle ohne bekannten Kontakt zu einem Wildtiermarkt traten auch in Japan und Südkorea auf ^{46,47}. Noch im Januar 2020 wurde eine Mensch-zu-Mensch-Übertragung offiziell bestätigt ¹⁷.

Der hauptsächliche Übertragungsweg von SARS-CoV-2 erfolgt als Tröpfcheninfektion über die Atemwege. Beim Atmen, Sprechen, Singen, Niesen oder Husten entstehen virushaltige Partikel, in größeren Tröpfchen sowie in kleineren Aerosolen, welche über den Respirationstrakt in den Wirt gelangen ¹⁵. Insbesondere in der unmittelbaren Umgebung einer infektiösen Patientin oder eines infektiösen Patienten ist jedoch auch eine Übertragung über kontaminierte Oberflächen nicht auszuschließen ⁴⁸. Bereits zu einem frühen Zeitpunkt der COVID-19-Pandemie wurde erkannt, dass SARS-CoV-2 auch durch asymptomatische und präsymptomatische Personen sowie in Fällen ohne klassische Symptomatik übertragen werden kann ^{19,49,50}. Im Verlauf der Pandemie konnte nachgewiesen werden, dass auch eine konnatale Übertragung möglich ist ⁵¹.

2.1.3. Inkubationszeit

Untersuchungen zur Inkubationszeit des SARS-CoV-2-Virus lieferten frühzeitig wesentliche Anhaltspunkte, auf deren Basis epidemiologische Maßnahmen, insbesondere die Festlegung angemessener Quarantänezeiträume, entwickelt wurden. In mehreren Studien betrug die Inkubationszeit zu Beginn der Pandemie außerhalb des Epizentrums Wuhan in China im Durchschnitt ungefähr fünf Tage, bei einer Zeitspanne von zwei bis 14 Tagen ^{52,53}. Am 19. Februar 2020 veröffentlichte die WHO erste wichtige Zahlen aus bedeutenden Studien. Hierunter betrug die Inkubationszeit im Durchschnitt fünf bis sechs Tage, bei einer Zeitspanne von null bis 14 Tagen ⁵⁴. Im Rahmen einer

Studie mehrerer Virusarten fanden Forscherinnen und Forscher eine starke positive Korrelation zwischen der Schwere der Erkrankung und der Dauer der Inkubationszeit ⁵⁵.

2.1.4. Symptome

Unter den ersten 41 infizierten Personen in Wuhan, China, waren die häufigsten Symptome zu Beginn der Erkrankung Fieber (98 %), Husten (76 %) und Myalgie oder Fatigue (44 %). Mehr als die Hälfte der Betroffenen entwickelte im Verlauf Dyspnoe. Weitere Symptome waren Husten mit Auswurf, Kopfschmerzen, Hämoptysen und Diarrhoe ¹⁸. Am 20. Februar 2020 veröffentlichte die WHO eine Analyse von 55,924 laborbestätigten Fällen. Die klinische Symptomatik der Patientinnen und Patienten war unspezifisch und variierte teilweise stark. Das Krankheitsspektrum reichte von asymptomatischen Infektionen über milde bis moderate respiratorische Beschwerden bis zur schweren Pneumonie mit einem potenziell letalen Verlauf. In der Mehrzahl der Fälle verlief die Erkrankung mild und die Betroffenen konnten ohne Komplikationen genesen. Zu den am häufigsten berichteten Symptomen zählten Fieber (87.9 %) und trockener Husten (67.7 %). Weitere häufig dokumentierte Symptome umfassten Müdigkeit (38.1 %), Sputumproduktion (33.4 %), Dyspnoe (18.6 %) sowie Halsschmerzen (13.9 %) und Kopfschmerzen (13.6 %). Myalgien oder Arthralgien traten bei 14.8 % der Fälle auf, während Frösteln (11.4 %), Übelkeit bzw. Erbrechen (5.0 %), nasale Kongestion (4.8 %) und Diarrhoe (3.7 %) seltener berichtet wurden. Weniger häufige, aber dokumentierte Symptome waren Hämoptysen (0.9 %) und konjunktivale Kongestion (0.8 %) ⁵⁶.

In einer im Juni 2020 veröffentlichten Meta-Analyse wurden spezifische und unspezifische klinische Symptome und Manifestationen von COVID-19 untersucht. Die Mehrheit der Patientinnen und Patienten berichtete über Fieber, Husten (mit oder ohne Sputumproduktion), Dyspnoe, Halsschmerzen, nasale Kongestion, Schwindel, Frösteln, Myalgien oder Arthralgien, Schwäche und Müdigkeit sowie ein Engegefühl in der Brust. Darüber hinaus wurden produktiver Husten, vermehrte Schleimproduktion und Hämoptysen beschrieben. Fieber galt als differenzierendes anfängliches Symptom und gehörte neben Husten und Müdigkeit zu den häufigsten Symptomen. Als unspezifische Symptome wurden Kopfschmerzen, Diarrhoe, Bauchschmerzen, Erbrechen, Brustschmerzen, nasale Kongestion oder Halsschmerzen identifiziert. Weiterhin wurde festgestellt, dass etwa 90 % der Betroffenen mehr als ein Symptom aufwies. Außerdem fanden die Forscherinnen und Forscher heraus, dass SARS-CoV-2 nicht nur die

Atemwege, sondern auch gastrointestinale, neurologische sowie kardiovaskuläre Systeme beeinträchtigen kann⁵⁷.

2.1.5. Manifestationen, Komplikationen und Langzeitfolgen

In der frühen Phase der Pandemie war zu beobachten, dass sich eine zunächst mild verlaufende SARS-CoV-2-Infektion klinisch rasch verschlechtern kann. Schwere Krankheitsverläufe waren nahezu immer mit einer Beteiligung der Lunge verbunden, die sich typischerweise ab dem 7. bis 10. Tag nach Symptombeginn durch eine ausgeprägte Hypoxämie bemerkbar machte und zu einer kompensatorischen Steigerung der Atemfrequenz bei den Betroffenen führte. In vielen Fällen entwickelte sich in der zweiten Woche der Erkrankung eine pneumonische Phase, die meist mit einer lymphozytär geprägten Pneumonitis einsetzte. Radiologisch ließen sich häufig Milchglastrübungen, vor allem in den peripheren und unteren Lungenbereichen nachweisen. Es zeigten sich häufig zunehmend konsolidierte Lungenareale, die histologisch am ehesten dem Muster eines diffusen Alveolarschadens entsprachen, wie er typischerweise beim akuten Lungenversagen (ARDS) beobachtet wird. Etwa ab der dritten Krankheitswoche trat bei einem Teil der Patientinnen und Patienten ein klinisches Bild auf, das einer Sepsis ähnelt. In der klinischen Beobachtung wurde deutlich, dass bei bestimmten Patientinnen und Patienten mit einem schweren Verlauf neben einem Lungenversagen, weitere Organe betroffen waren. Häufig traten extrapulmonale Komplikationen an den Nieren, dem Herzen, dem Nervensystem und dem Darm auf, welche ebenfalls zum Tode führen konnten⁵⁸.

Neben den akuten Komplikationen einer SARS-CoV-2-Infektion sind auch Langzeitfolgen beschrieben. Diese treten bei mindestens 10 % der Infizierten auf und sind in der Literatur als Long COVID Erkrankung beschrieben⁵⁹. Long COVID ist definiert als eine infektionsassoziierte chronische Erkrankung, die nach einer SARS-CoV-2-Infektion auftritt und über mindestens drei Monate in Form eines kontinuierlichen, schubweise verlaufenden oder fortschreitenden Krankheitszustands besteht⁶⁰. Es handelt sich oftmals um eine stark einschränkende Erkrankung mit über 200 beschriebenen Symptomen, die sowohl nur ein als auch multiple Organsysteme betreffen können⁵⁹. Die Krankheitsdauer kann in einzelnen Fällen mehrere Monate bis hin zu Jahre betragen. Da die pathophysiologischen Grundlagen von Long COVID bislang nur unvollständig verstanden sind, gestaltet sich die Entwicklung zielgerichteter und evidenzbasierter Behandlungsstrategien als schwierig⁶¹. Basierend auf bisherigen Erfahrungen wurden bereits diagnostische Verfahren etabliert und Therapieoptionen

entwickelt. Zukünftige Forschung zu den entscheidenden klinischen, epidemiologischen, serologischen und pathologischen Merkmalen wird jedoch benötigt, um die Pathophysiologie von Long COVID besser zu verstehen und diagnostische und therapeutische Verfahren zu verbessern ⁶².

2.1.6. Dauer der Infektiosität

Im Rahmen der Literaturrecherche zur Dauer der Infektiosität der COVID-19-Patientinnen und -Patienten zeigte sich eine erhebliche Heterogenität sowohl hinsichtlich der Schätzungen als auch der Methoden zur Ableitung der infektiösen Periode. Bei einem Literaturreview aus dem Jahre 2020 fanden Forscherinnen und Forscher eine mediane Dauer der Infektiosität bei asymptomatischen Fällen von 6.5 bis 9.5 Tagen. Die mediane Dauer der präsymptomatischen Infektiosität variierte zwischen den Studien. Sie lag zwischen weniger als einem Tag und bis zu 4 Tagen. Die geschätzte mittlere Zeitspanne vom Symptombeginn bis zum Erreichen von zwei negativen RT-PCR-Testergebnissen betrug 13.4 Tage (95 %-Konfidenzintervall: 10.9–15.8 Tage). Bei Studien, die Kinder oder mildere Verläufe einbezogen, fiel diese kürzer aus. Die geschätzte durchschnittliche Dauer vom Symptombeginn bis zur Krankenhausentlassung oder zum Tod, als potenzielle maximale Infektiositätsdauer interpretiert, lag bei 18.1 Tagen (95 %-Konfidenzintervall: 15.1–21.0 Tage). Dabei war die Zeit bis zur Entlassung im Mittel um 4 Tage kürzer als die Zeit bis zum Versterben. Parameter, die auf viraler Dynamik oder modellbasierten Annahmen beruhten, ergaben häufig eine kürzere Dauer der Infektiosität im Vergleich zu solchen, die auf wiederholten diagnostischen Tests basierten ⁶³. Eine Meta-Analyse von 15 relevanten Studien aus verschiedenen Ländern, einschließlich Deutschland, die den Zeitraum vom 1. Januar bis zum 26. August 2020 abdeckten, ergab, dass COVID-19-Patientinnen und -Patienten mit einem milden bis moderaten Krankheitsverlauf mit hoher Wahrscheinlichkeit ab dem 10. Tag nach Symptombeginn nicht mehr infektiös sind. Allerdings legen Daten aus einer begrenzten Zahl von Studien nahe, dass Personen mit einem schweren bis kritischen Verlauf oder mit immunsuppressiver Grunderkrankung über diesen Zeitraum hinaus infektiöse Viruspartikel ausscheiden können ⁶⁴.

2.1.7. Diagnostische Möglichkeiten

Zur Diagnostik einer SARS-CoV-2-Infektion wurden verschiedene Testverfahren entwickelt. Als Goldstandard bei der Diagnostik einer akuten SARS-CoV-2-Infektion

gelten Nukleinsäureamplifikationstests (NAAT), insbesondere die Reverse-Transkriptase-Polymerase-Kettenreaktion (RT-PCR) ^{16,65}. Die verfügbaren Testsysteme weisen eine hohe Spezifität bei unterschiedlicher Bearbeitungsdauer auf ⁶⁶. Bei diesen Testverfahren wird durch einen Abstrich Material aus dem oberen und/oder unteren respiratorischen Trakt gewonnen. In der Regel erfolgt ein Abstrich aus dem nasopharyngealen und/oder oropharyngealen Bereich. Im Anschluss soll das Probematerial so schnell wie möglich ins Labor zur Auswertung gegeben werden. Die Proben sollten bis zur Auswertung bei 2-8 °C gelagert werden. Bei einem längeren Transportweg sollte die Lagerung bei -20 °C bis idealerweise -70 °C mit Eis gekühlt erfolgen. Ein Erwärmen bzw. Auftauen gilt es zu vermeiden, um das Probematerial nicht zu beschädigen. Die Testung sollte durch geschultes Personal erfolgen und die technisch notwendigen Gegebenheiten sollten vorliegen. Bei der laboranalytischen Testung mittels RT-PCR erfolgt der direkte Erregernachweis. Zusätzlich kann die Analyse Hinweise auf eine Virus-Genom-Mutation liefern um frühzeitig Cluster-Infektion zu detektieren und das Testverfahren ggf. anzupassen ²². Ein Cluster ist in diesem epidemiologischen Zusammenhang definiert als eine scheinbare zeitliche und räumliche Häufung von Fällen, die sich aber als innerhalb der Baseline-Raten liegend herausstellen ⁶⁷.

Eine weitere Möglichkeit zur Diagnose einer akuten Infektion bei symptomatischen Personen sind Antigen-Schnelltests. Der Einsatz bietet sich insbesondere dann an, wenn ein RT-PCR-Test nicht verfügbar ist. Antigen-Tests können zur schnellen Erkennung infizierter Personen in Risikoumgebungen oder Gemeinschaftseinrichtungen eingesetzt werden, um eine weitere Übertragung zu verhindern. Außerdem können sie als Marker für die Ansteckungsfähigkeit bei infizierten Personen dienen, insbesondere bei positivem Testergebnis. Allerdings gibt es je nach Hersteller große Unterschiede in der Testgüte sowie eine interindividuelle Variabilität bei der Testung. Antigen-Schnelltests sollten möglichst innerhalb von drei bis sieben Tagen nach Symptombeginn erfolgen, um die Empfindlichkeit zu maximieren. Die Durchführung entspricht derselben wie bei der RT-PCR, außer dass es sich um eine Point-of-Care-Diagnostik (POC) handelt, ein Zentrallabor somit nicht benötigt wird. Eine Blutuntersuchung ist ebenfalls möglich. Serologische Tests (Antikörpertests) eignen sich am besten, um frühere oder späte SARS-CoV-2-Infektionen nachzuweisen, sowie zur Diagnostik des multisystemischen Entzündungssyndroms (MIS) ⁶⁵. Mittels Stuhluntersuchung ist der Nachweis des Krankheitserregers ebenfalls möglich ⁶⁸.

2.1.8. Risikofaktoren

Zur Identifikation relevanter Risikofaktoren für einen schweren Krankheitsverlauf wurden verschiedene wissenschaftliche Studien durchgeführt. Ziel dieser Untersuchungen war es, besonders vulnerable Bevölkerungsgruppen zu erfassen, um diese anschließend durch gezielte und evidenzbasierte Maßnahmen wirksam schützen zu können. Bereits in der frühen Phase der COVID-19-Pandemie zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Lebensalter und der Schwere der Erkrankung. Unter den bis zum 29. März 2020 in Deutschland gemeldeten 389 Todesfällen standen 88 % in der Altersgruppe von 70 Jahren oder älter⁸. Das erhöhte Lebensalter wurde schon in den ersten Monaten der Pandemie als zentraler Risikofaktor für einen schweren klinischen Verlauf identifiziert⁶⁹. Vor diesem Hintergrund führte das RKI zwischen April 2019 und Oktober 2020 eine bundesweite telefonische Querschnittbefragung durch. Ein erhöhtes Risiko wurde vornehmlich durch das Alter (> 65 Jahre) und die Vorerkrankungen der Befragten definiert. Hiernach hatten etwa 36,5 Millionen Menschen in Deutschland ein erhöhtes Risiko für einen schweren Krankheitsverlauf, wovon 21,6 Millionen Menschen zur Hochrisikogruppe gehörten. Auffällig war, dass überdurchschnittlich viele Menschen mit erhöhtem Risiko alleinlebend waren. In der mittleren Altersgruppe (40-49 Jahre) war das männliche Geschlecht häufiger mit einem erhöhten Risiko assoziiert. Eine geringe Bildung war ebenfalls häufiger mit einem erhöhten Risiko assoziiert⁷⁰. Kim et al. führten im Zeitraum von Januar bis Juni 2020 eine Metaanalyse zu regionalen Risikofaktoren für schwere COVID-19-Krankheitsverläufe durch. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen vorheriger Metaanalysen waren das männliche Geschlecht, hohes Alter, Vorerkrankungen und diverse Laborparameter als globale Risikofaktoren für einen schweren Krankheitsverlauf anzusehen. Die Forscherinnen und Forscher fanden jedoch einige regionale Unterschiede zwischen den Kontinenten. Beispielsweise war das Vorliegen einer respiratorischen Grunderkrankung in Europa und Asien assoziiert mit einem schweren Verlauf, nicht jedoch in Nord-Amerika. Das Vorliegen einer hepatischen Grunderkrankung war in Europa, nicht jedoch in Asien oder Nord-Amerika ein Risikofaktor⁷¹. Peckham et. al untersuchten anhand einer großen Metaanalyse den Einfluss des Geschlechts als Risikofaktor für eine SARS-CoV-2-Infektion, den Schweregrad des Krankheitsverlaufs und für die Sterblichkeit bei Vorliegen von COVID-19. Bei einer Stichprobe von über drei Millionen globalen Infektionsfällen ergab sich kein signifikanter Unterschied in der Geschlechterverteilung der Infektionen. Allerdings hatten männliche Infizierte signifikant mehr Aufenthalte auf Intensivstationen und verzeichneten mehr Todesfälle als weibliche Infizierte⁷². Bei einer Analyse einer großen Patientendatenbank in England wurden mithilfe statistischer Analysen die Hazard Ratios

für Begleit- und Vorerkrankungen berechnet, die mit einer erhöhten Mortalität einhergehen. Ziel war es die Prädiktoren für die Sterblichkeit an COVID-19 zu untersuchen. Laut den Studienergebnissen zählen zu den wichtigsten Prädiktoren das Patientenalter (>60 J.), männliches Geschlecht, Übergewicht (BMI >35 kg/m²), Diabetes Mellitus, Nierenfunktionsstörung (eGFR <30), ein vorausgegangener Schlaganfall, eine dementielle Erkrankung, andere neurologische Erkrankungen sowie Erkrankungen, die mit einer Immunsuppression bzw. entsprechender Therapie einhergehen ⁷³. Zum Zeitpunkt dieser Studie war lediglich bekannt, dass ältere Menschen und Personen mit chronischen Erkrankungen, als gefährdet für einen schweren Krankheitsverlauf galten ⁷⁴.

2.2. Fragestellungen und Ziel der Arbeit

Trotz der inzwischen umfangreichen Forschung zur Pandemie, die eine Vielzahl virologischer, epidemiologischer und gesellschaftlicher Aspekte beleuchtet, existieren bislang nur wenige, insbesondere quantitative Studien, die sich systematisch mit der frühen Phase der Pandemie in Deutschland auseinandersetzen. Ein besonderer Mangel besteht an empirischen Studien, die sich mit der differenzierten Analyse der Charakteristika der frühinfizierten Personen befassen. Aus epidemiologischer Sicht bietet die frühe Phase der Pandemie in Deutschland eine besonders wertvolle Grundlage für Analysen, da die damals streng gefassten Testindikationskriterien zu einer klar umrissenen und gut charakterisierbaren Fallpopulation führten. Die gezielte Fallselektion ermöglicht eine differenzierte Untersuchung epidemiologisch relevanter Merkmale und Übertragungsdynamiken in einem definierten Risikokollektiv. Diese Forschungslücke ist insofern bedeutsam, als dass ein besseres Verständnis der Anfangsphase für zukünftige virologische Einschätzungen sowie politische Entscheidungen im Pandemiemanagement hilfreich sein kann. Erkenntnisse über typische Muster unter den ersten Getesteten, beispielsweise hinsichtlich Alter, Symptomatik, Vorerkrankungen, Reiseverhalten oder sozialer Kontakte könnten helfen, Frühwarnsysteme zu verbessern und gezieltere Maßnahmen in der Anfangsphase zukünftiger Pandemien zu entwickeln. Ziel dieser Arbeit ist es daher, zur Schließung dieser Forschungslücke beizutragen und sowohl der virologischen als auch der politikwissenschaftlichen Literatur neue Impulse zu liefern. Aus diesem Grund verfolgt diese Arbeit das Ziel, die folgende Forschungsfrage zu beantworten: Lassen sich Gemeinsamkeiten unter den ersten Patientinnen und Patienten in einer COVID-19-Ambulanz in der frühen Phase der Pandemie in Deutschland feststellen?

Da Testungen unter strengen Indikationskriterien eine zentrale Rolle in der Pandemiebekämpfung spielten, soll im Rahmen dieser Studie ergänzend ein qualitativer Ansatz verfolgt werden, um das Testverhalten der Bevölkerung im Kontext medialer Einflüsse näher zu untersuchen ²⁰. Daten des ersten Testzentrums in München zeigen, dass gesundheitspolitische Maßnahmen einen deutlichen Einfluss auf das Testverhalten der Bevölkerung hatten. Unabhängig von der epidemiologischen Lage führten Veränderungen wie Lockdowns, Kontaktbeschränkungen oder Triage-Vorgaben zu deutlichen Schwankungen der Test- und einhergehend Infektionszahlen ³². Vor diesem Hintergrund soll zusätzlich folgende Forschungsfrage beantwortet werden: Besteht ein möglicher Zusammenhang zwischen öffentlichen Stellungnahmen führender politischer Entscheidungsträgerinnen und -träger oder wissenschaftlicher Expertinnen und Experten zur COVID-19-Situation, sowie zwischen einer deutlich erhöhten regionalen Infektionsdynamik in anderen Regionen, und der Häufigkeit, mit der Individuen sensibel auf potenziell verdächtige Symptome reagieren und sich einem COVID-19-Test unterziehen?

Bestehende Forschungslücken werden adressiert, Implikationen für das zukünftige Pandemiemanagement werden abgeleitet und die Limitationen der Studie sowie Perspektiven für weiterführende Forschung werden aufgezeigt.

3. Material und Methoden

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage wurde ein quantitativer Forschungsansatz gewählt. Zunächst werden die methodischen Grundlagen der Studie erläutert. Dann wird der Aufbau der Studie beschrieben, gefolgt von der Einschätzung der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln. Abschließend werden die statistischen Verfahren, die zur Auswertung der Daten herangezogen wurden, dargestellt.

Die zweite Forschungsfrage wurde anhand einer deskriptiven Analyse der frühen SARS-CoV-2-Pandemie mit Fokus auf globale Ausbreitungsprozesse und Eindämmungsstrategien untersucht. Ergänzend wurde die Entwicklung des Infektionsgeschehens in Deutschland ab dem ersten bestätigten Fall sowie politisch-administrative Reaktionen auf unterschiedlichen Verwaltungsebenen bis zum Ende der Frühphase der Pandemie analysiert.

3.1. Aufbau der Studie

Es wurden Daten von insgesamt 1.255 Patientinnen und Patienten erfasst, die im Zeitraum vom 07. bis zum 29. März 2020 in der COVID-19-Ambulanz des Krankenhaus Bethanien in Solingen vorstellig waren. Dies geschah mithilfe eines standardisierten Aufnahmebogens, welcher von der aufnehmenden Ärztin bzw. dem aufnehmenden Arzt ausgefüllt wurde. Der Aufnahmebogen umfasste personenbezogene Angaben wie Name, Geburtsdatum und Kontaktdaten sowie medizinisch relevante Informationen, darunter den aktuellen Behandlungsanlass, Vorerkrankungen, Dauermedikation und bekannte Allergien. Ergänzend wurden Vitalparameter und körperliche Untersuchungsbefunde dokumentiert. Ab dem 16. März 2020 kam neben dem regulären Aufnahmebogen ein spezifischer Risikofragen zu COVID-19 zum Einsatz, welcher ebenfalls ausgewertet wurde. Hierin machte die Patientin bzw. der Patient Angaben zu zum jeweiligen Zeitpunkt bekannten oder als spezifisch angenommenen Symptomen einer SARS-CoV-2-Infektion, darunter Husten, Fieber, Dyspnoe, Diarrhoe, Halsschmerzen, Kopfschmerzen, Myalgien und vermehrtes Schwitzen, sowie über einen plötzlichen Krankheitsbeginn und ein ausgeprägtes Krankheitsgefühl. Zudem erfolgten Angaben zu möglichen Infektionsquellen, einschließlich Aufenthalt in Risikogebieten, Kontakt im privaten, schulischen oder beruflichen Umfeld, Kontakten zu SARS-CoV-2-positiven Personen sowie Expositionen im Gesundheitssystem. Die ärztlichen Behandlungen fanden in einer eigens eingerichteten COVID-19-Ambulanz am Krankenhaus Bethanien statt. Zu Beginn des Untersuchungszeitraums standen hierfür

drei Untersuchungsräume zur Verfügung, die aus ehemaligen Büroräumen in der Funktionsabteilung des Hauses umfunktioniert wurden. Im weiteren Verlauf, außerhalb des Studienzeitraums, wurde die Testinfrastruktur durch einen externen Container auf dem Vorplatz des Krankenhauses erweitert, in dem sich zwei zusätzliche Untersuchungsräume befanden.

Bei Ankunft in der Ambulanz füllten die Patientinnen und Patienten zunächst die Fragebögen aus. Im Anschluss erfolgte der ärztliche Kontakt mit Anamneseerhebung und körperlicher Untersuchung. Bei entsprechender Indikation wurde ein kombinierter Schleimhautabstrich aus dem Nasen- und Rachenraum entnommen. Die Durchführung der Abstriche erfolgte zu Beginn ausschließlich durch medizinisches Fachpersonal. Im Verlauf des Studienzeitraums wurde dieser Prozess zunehmend durch geschulte studentische Hilfskräfte unterstützt. Die Auswertung der Proben erfolgte in der Regel durch eine externe Analyse im Partnerlabor (Synlab Leverkusen). Die Proben wurden unmittelbar gekühlt gelagert. Mindestens sechsmal täglich erfolgte ein Transport zur Auswertung. Bei schweren Krankheitsfällen bestand zusätzlich die Möglichkeit der notfallmäßigen PCR-Testung im hauseigenen Labor. Während des Studienzeitraums wurden die Patientinnen und Patienten am Folgetag der Testung telefonisch durch Mitarbeitende des zuständigen Gesundheitsamtes über das Testergebnis informiert. Im Falle eines positiven Testergebnis erfolgte zusätzlich ein persönliches Telefonat mit der behandelnden Ärztin bzw. dem behandelnden Arzt, in dem Quarantänemaßnahmen erläutert sowie Empfehlungen zu gesundheitsförderndem Verhalten ausgesprochen wurden.

Die Durchführung von Tests erfolgte während des gesamten Studienzeitraums ausschließlich auf Basis der strengen Indikationskriterien des RKI ^{75–77}. Hiernach sollte eine Testung nur erfolgen, wenn die Kombinationen der folgenden Kriterien erfüllt waren:

1. Patientinnen und Patienten mit unspezifischen Allgemeinsymptomen oder akuten respiratorischen Symptomen jeder Schwere und Kontakt zu einem bestätigten COVID-19-Fall bis maximal 14 Tage vor Erkrankungsbeginn,
2. Patientinnen und Patienten mit akuten respiratorischen Symptomen jeder Schwere mit oder ohne Fieber und Aufenthalt in Risikogebieten bis maximal 14 Tage vor Erkrankungsbeginn,
3. Patientinnen und Patienten mit akuten respiratorischen Symptomen jeder Schwere mit oder ohne Fieber und Aufenthalt in Regionen mit COVID-19-Fällen oder Kontakt zu einem unbestätigten Fall bis maximal 14 Tage vor Erkrankungsbeginn,

4. Patientinnen und Patienten mit klinischen oder radiologischen Hinweisen auf eine virale Pneumonie ohne Alternativdiagnose und ohne erfassbares Expositionsrisiko.

Bei Patientinnen und Patienten, die die Kriterien der Kategorien 1 und/oder 2 erfüllten, bestand ein begründeter Verdacht. In diesen Fällen erfolgten eine Verdachtsmeldung an das Gesundheitsamt sowie eine Testung auf SARS-CoV-2. Bei Fällen, die die Kriterien der Kategorien 3 und/oder 4 erfüllten und somit keine Testindikation aufwiesen, erfolgte eine differenzialdiagnostische Abklärung. Aufgrund eingeschränkter Ressourcen lag die endgültige Entscheidung über die Testindikation bei der behandelnden Ärztin bzw. dem behandelnden Arzt.

Die Einschlusskriterien dieser Studie waren Personen mit einem positiven SARS-CoV-2-Testergebnis sowie dem Vorliegen einer Einwilligung der Person zur Studienteilnahme bzw. im Falle eines minderjährigen Teilnehmers die Einwilligung der Erziehungsberechtigten. Ausschlusskriterien waren ein negatives Testergebnis, ein fehlendes Einverständnis zur Studienteilnahme sowie jegliche medizinische, psychologische oder sonstige Bedingung, welche die Aufklärungs- bzw. Einwilligungsfähigkeit der Patientin oder des Patienten zur freiwilligen Teilnahme an dieser Prüfung einschränkt. Die positiv getesteten Personen bzw. deren Erziehungsberechtigte wurden telefonisch kontaktiert, um sie über das Forschungsvorhaben zu informieren und ihre Einwilligung zur Teilnahme einzuholen. Die Patienteninformationen und das Einwilligungsdokument erhielten die Personen postalisch und wurden gebeten ein Exemplar unterschrieben zurückzusenden. Bei Vorliegen eines Einverständnisses wurde ein Telefoninterview von etwa 10-15 Minuten Dauer durchgeführt. Inhalt des Interviews waren Angaben zu Alter, Geschlecht, Größe und Gewicht. Weitere Inhalte waren Angaben zu Nikotinkonsum, der medizinischen Krankheitsgeschichte und der regelhaften Dauermedikation. Außerdem wurden Informationen zum sozialen Umfeld, hier insbesondere der familiären Wohnsituation, des beruflichen Umfeldes und den Kontaktpersonen auch im Privaten, z.B. Hobbies oder Sportvereine eingeholt. Aufenthalte in Risikogebieten, eine Tätigkeit im Gesundheitswesen, Hygienemaßnahmen, Quarantänezeiten und die Anzahl der quarantänepflichtigen Kontaktpersonen sowie deren Testergebnisse, sofern die Einwilligung zur Studienteilnahme für den Kontakt zum zuständigen Gesundheitsamt vorlag, wurden ebenfalls erfragt. Letzteres wurde eine Angabe zur Vermutung des wahrscheinlichen Übertragungsweges seitens der Patientin oder des Patienten erfragt.

Aus Gründen der inhaltlichen Fokussierung beschränkt sich die vorliegende Arbeit auf die Analyse eines Teils der verfügbaren Daten.

3.2. Ethik

Die Studie wurde zustimmend von der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln bewertet (Antrags-Nummer 20-1252).

3.3. Statistik

Die Daten wurden mit IBM SPSS Statistics™ für Windows (Version 28.0; IBM Corp., Armonk, New York, USA) deskriptiv ausgewertet, Diagramme wurden mit Microsoft Excel (Version 2016; Microsoft Corp., Redmond, Washington, USA) erstellt. Häufigkeiten sind in absoluten Zahlen und Prozentsätzen angegeben, kontinuierliche Daten sind mittels Medians und Interquartilsgrenzen dargestellt. Gruppenunterschiede von Häufigkeiten wurden mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests oder des Fishers Exakt-Test (bei erwarteten Zellhäufigkeiten < 5) auf statistische Signifikanz geprüft. Entsprechende Unterschiede metrischer Variablen nach vorangehender Prüfung auf Normalverteilung mit dem Shapiro-Wilk-Test wurden mittels t-Test bzw. Mann-Whitney-U-Test auf statistische Signifikanz geprüft.

4. Ergebnisse

Die zentralen Ergebnisse der ersten Forschungsfrage gliedern sich in vier Unterkapitel. Zunächst werden in Abschnitt 5.1 die Charakteristika der Analysekohorte beschrieben, wobei insbesondere demografische und klinische Merkmale zum Zeitpunkt des Studieneinschlusses seitens der behandelnden Ärztin bzw. dem behandelnden Arzt in Rücksprache mit dem lokalen Gesundheitsamt bei der Testindikation berücksichtigt wurden. Daran anschließend folgen in Abschnitt 5.2 die Darstellung der Testergebnisse pro Tag, welche die Grundlage bilden für die Analyse des Zusammenhangs mit wahrscheinlichen Übertragungswegen bzw. mit dem Testverhalten der Menschen. In Abschnitt 5.3 erfolgt die Analyse der Symptome nach Infektionsstatus. Abschnitt 5.4 widmet sich abschließend der Frage, wie die Übertragung vermutlich erfolgt ist. Dabei werden epidemiologische Hinweise und Kontextinformationen zur Bewertung möglicher Infektionsquellen herangezogen.

4.1. Analysekohorte

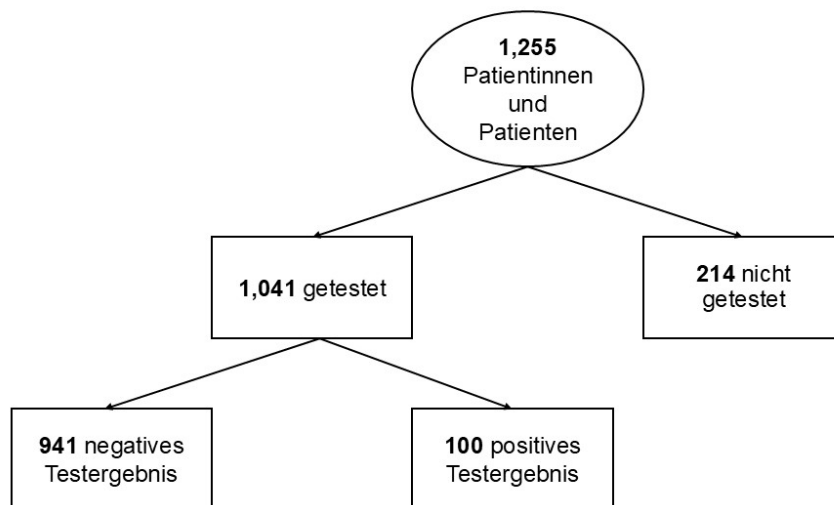


Abbildung 1 – Ablauf der Testung

Im Zeitraum vom 07.03.2020 bis zum 29.03.2020 wurden 1,041 Patientinnen und Patienten in der COVID-19-Ambulanz in Solingen mittels Nasen- und Rachenabstrich und RT-PCR-Verfahren auf SARS-CoV-2 getestet. Hiervon hatten 100 Personen ein positives Testergebnis. Dies entspricht 9.6 % aller Getesteten. Weitere 214 Personen

waren im genannten Zeitraum vorstellig, wurden jedoch nicht getestet, da sie die RKI-Kriterien für eine Testindikation nicht erfüllten (Abb. 1).

4.2. Testergebnisse

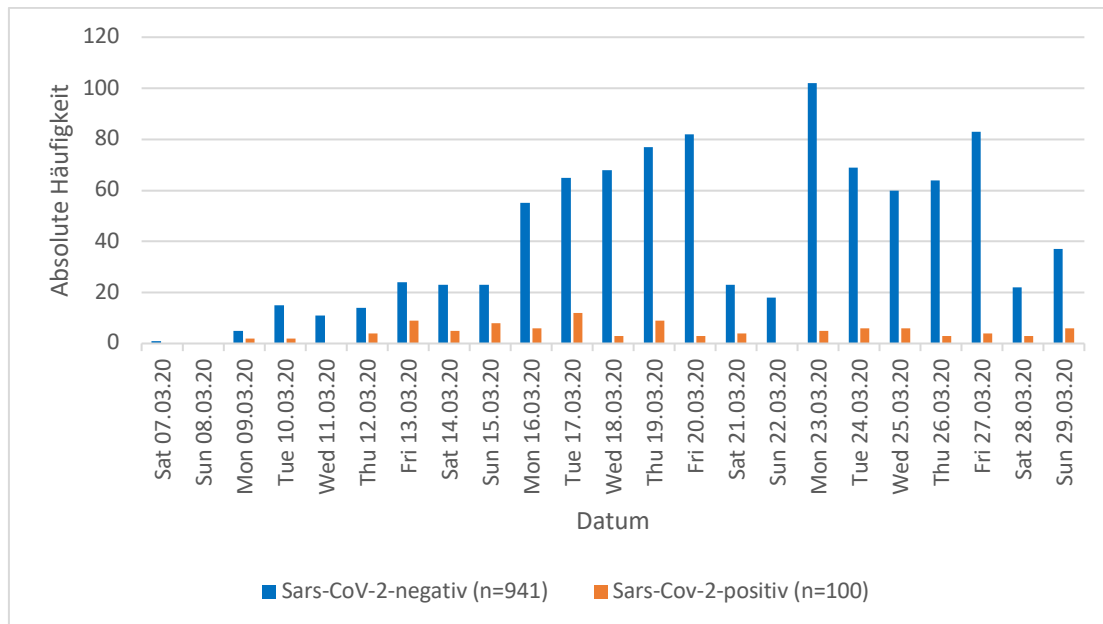


Abbildung 2 – Absolute Häufigkeit der Testergebnisse pro Tag

Sowohl bei der Anzahl der Testungen als auch bei der Anzahl der positiven Testergebnisse ist im Studienzeitraum ein Anstieg erkennbar (Abb. 2). An den Wochenenden wurden im Durchschnitt deutlich weniger Testungen durchgeführt als unter der Woche. Der Durchschnitt am Wochenende lag bei 28.7 Testungen, gegenüber 57.9 Testungen unter der Woche. In der zweiten Woche wurden 70.4 % und in der dritten Woche wurden 57.7 % weniger Tests am Wochenende als unter der Woche durchgeführt. Am 23.03.2020 erfolgten mit insgesamt 107 die meisten Testungen. Über 80 Testungen erfolgten am 19., 20. und 27.03.2020 (86, 85, 87). Die wenigsten Testungen gab es in den ersten Tagen nach der Eröffnung der Covid-19-Ambulanz. Die meisten Nachweise von SARS-CoV-2 erfolgten am 17.03.2020 mit 12 positiven Testergebnissen, gefolgt von 13.03.2020 und 19.03.2020 mit je 9 positiven Testergebnissen.

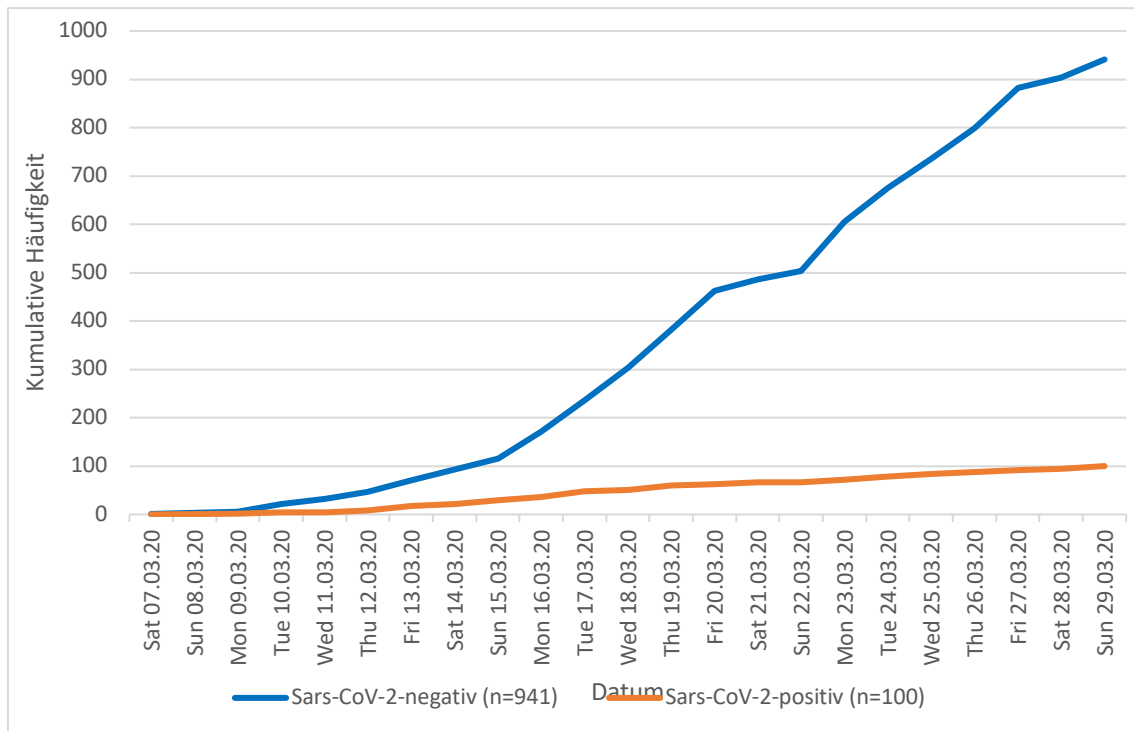


Abbildung 3 – Kumulative Häufigkeit der Testergebnisse pro Tag

Mit zunehmender Zahl täglicher Testungen sank der relative Anteil positiver im Vergleich zu negativer Testergebnisse im Verlauf des Studienzeitraums (Abb. 3).

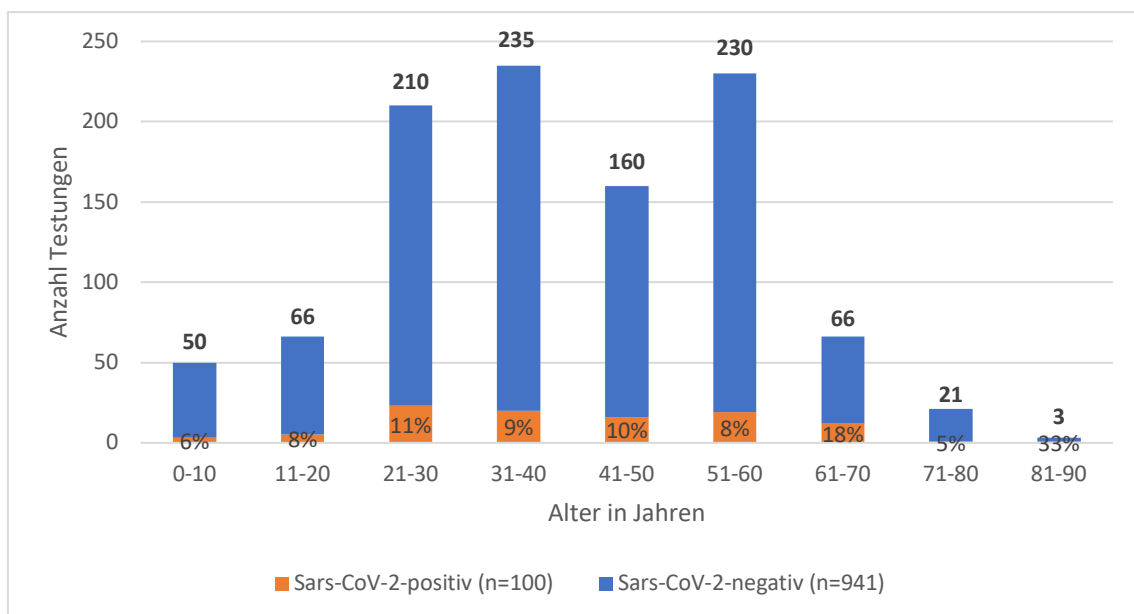


Abbildung 4 – Absolute Häufigkeit der Testergebnisse pro Alter in Jahren

Die in Abb. 4 dargestellte Altersverteilung der getesteten Personen zeigt, dass die meisten Testungen in den Altersgruppen 31–40 (235 Tests), 51–60 (230 Tests) und 21–30 (210 Tests) Jahren erfolgten. Deutlich weniger Testungen erfolgten in den jüngeren Altersgruppen 0–10 (50 Tests) und 11–20 (66 Tests), sowie älteren Altersgruppen 61–70 (66 Tests), 71–80 (21 Tests) und 81–90 (3 Tests) Jahren. Der Anteil positiver Testergebnisse variierte zwischen den Altersgruppen: Mit 18 % weisen die 61–70-Jährigen den relativ höchsten Anteil positiver Fälle auf. Die Altersgruppen 21–30, 31–40 und 41–50 zeigen jeweils positive Raten zwischen 9 % und 11 %, während bei den jüngeren und älteren Gruppen die Fallzahlen insgesamt gering waren.

	SARS-CoV-2-negativ (n=941)			SARS-CoV-2-positiv (n=100)			p-Wert
	Median (IQR)	Gültige n	Gültige n (%)	Median (IQR)	Gültige n	Gültige n (%)	
Alter (Jahre)	39 (28;52)	941	100	40 (28;55)	100	100	0.291
BMI (kg/ m²)	-	0	0	25 (22;29)	71	71	-
Atemfrequenz (/min)	19 (17;22)	458	49	20 (17;24)	31	31	0.245
Puls (/min)	83 (74;94)	776	82	81 (72;96)	69	69	0.917
RR syst. (mmHg)	130 (120;140)	735	78	128 (120;140)	62	62	0.654
RR diast. (mmHg)	80 (80;90)	384	41	80 (75;90)	34	34	0.368
spO2 (%)	98 (97;98)	771	82	97 (96;98)	69	69	0.638
Temperatur (°C)	36 (36;37)	673	72	36 (36;37)	58	58	0.556

Tabelle 1 – Metrische Variablen nach SARS-CoV-2-Status

Die metrischen Variablen (Tab. 1) basieren auf den Aufnahmebögen. Gemessen an den p-Werten lassen sich hinsichtlich der metrischen Variablen keine signifikanten Unterschiede zwischen Personen mit positivem und negativem Testergebnis feststellen. In beiden Gruppen war die Atemfrequenz erhöht, während die Körpertemperatur und die Sauerstoffsättigung im Normbereich lagen.

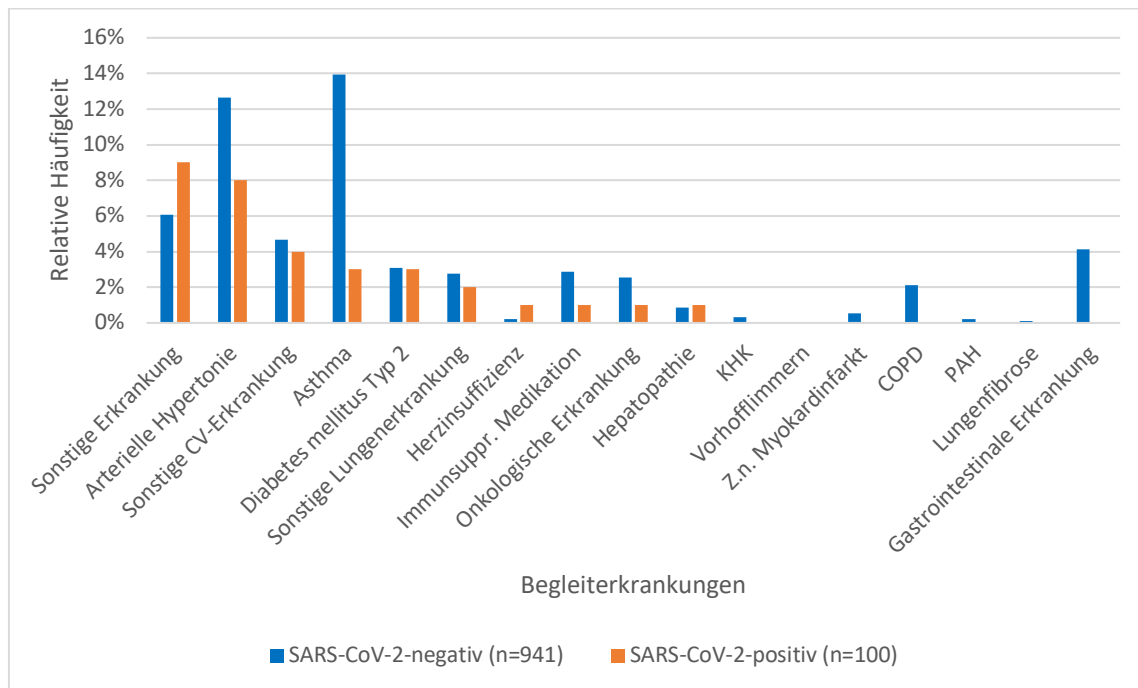


Abbildung 5 – Relative Häufigkeit von Begleiterkrankungen pro SARS-CoV-2-Status

Unter den positiv getesteten Personen wurden sonstige Erkrankungen (9 %) und arterielle Hypertonie (8 %) am häufigsten angegeben. Die häufigsten Begleiterkrankungen unter den negativ getesteten Personen waren Asthma bronchiale und arterielle Hypertonie. Signifikant mehr Patientinnen und Patienten aus der Gruppe mit einem negativen Testergebnis gaben Asthma bronchiale ($p < 0.01$) und gastrointestinale Erkrankungen ($p < 0.05$) an, gegenüber der Gruppe mit einem positiven Testergebnis (Abb. 5). Die Häufigkeit der übrigen Begleiterkrankungen unterschied sich nicht signifikant zwischen den beiden Patientengruppen.

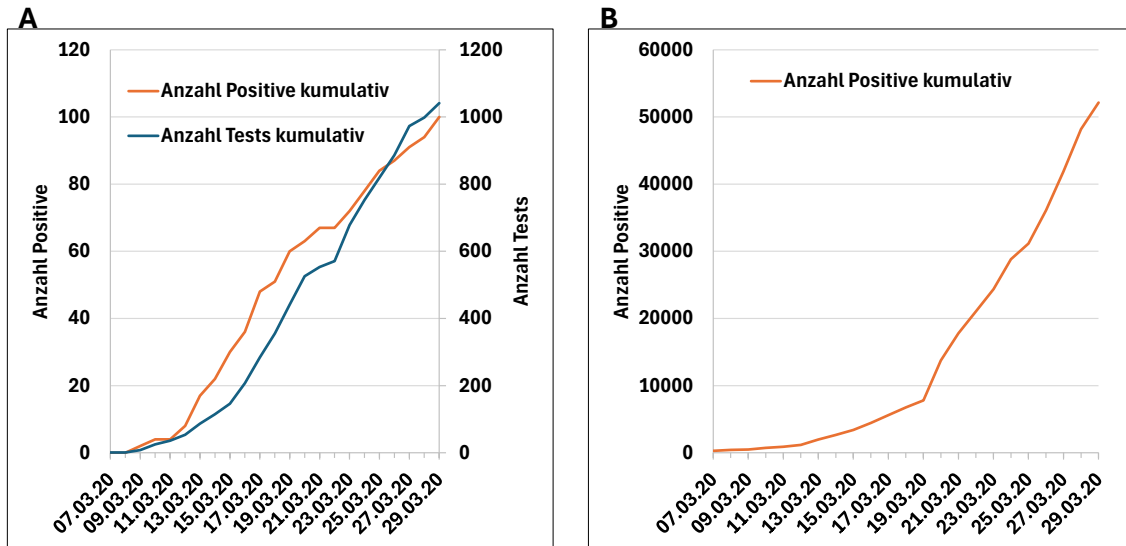


Abbildung 6 A und B – Gegenüberstellung der Studienergebnisse (A) mit den deutschlandweiten Daten (B)

Bei den kumulativen Zahlen ist vom 19.03.2020 bis zum 29.03.2020 sowohl in dieser Studie als auch im deutschlandweiten Vergleich (Abb. 6 A und B) ein deutlicher Anstieg der Fallzahlen positiv getesteter Patientinnen und Patienten zu verzeichnen. Signifikante Unterschiede hinsichtlich der relativen Anteile zwischen den Studienergebnissen und den deutschlandweiten Zahlen gab es nicht.

4.3. Symptome

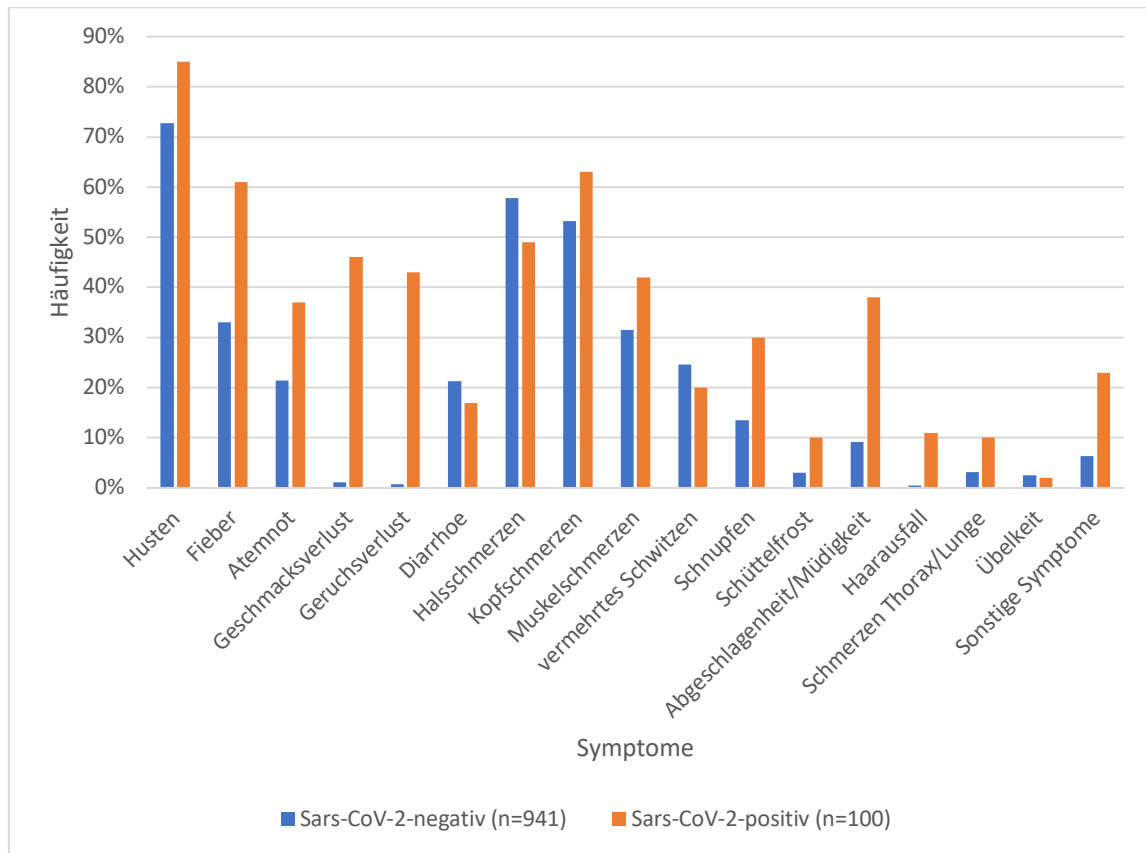


Abbildung 7 – Relative Häufigkeit der Symptome pro SARS-CoV-2-Status

Sowohl bei den positiv als auch bei den negativ getesteten Patientinnen und Patienten war Husten das am häufigsten genannte Symptom, 85 % der positiv Getesteten berichteten von Husten, bei den negativ Getesteten waren es 73 %. Weitere häufig genannte Symptome in beiden Patientengruppen waren Kopfschmerzen und Halsschmerzen (Abb. 7). Signifikant mehr Personen aus der SARS-CoV-2-Gruppe berichteten von Myalgien ($p < 0.05$). Hoch signifikante Unterschiede zugunsten der Personen mit einem positiven Testergebnis gab es bei den Symptomen Husten ($p < 0.01$), Dyspnoe ($p < 0.01$), Fieber ($p < 0.01$), Geschmacksverlust ($p < 0.01$), Geruchsverlust ($p < 0.01$), Schnupfen ($p < 0.01$), Schüttelfrost ($p < 0.01$), Abgeschlagenheit und Müdigkeit ($p < 0.01$), Haarausfall ($p < 0.01$), thorakalen Schmerzen ($p < 0.01$) und sonstigen Symptomen ($p < 0.01$). Während die Symptome Geruchs- und Geschmacklosigkeit bei den negativ Getesteten kaum genannt wurden (1 %), berichten nahezu die Hälfte der

positiv Getesteten hiervon (43 %; 46 %). Jede vorstellige Person hatte mindestens ein Krankheitssymptom.

4.4. Mutmaßliche Infektionsquelle

	SARS-CoV-2			p-Wert
	gesamt	negativ (n=941)	positiv (n=100)	
Alter in Jahren, Median (Q1;Q3)		Anzahl, n (%)	Anzahl, n (%)	
Risikogebiet	43 (31;55)	178 (19 %)	43 (43 %)	<0.001
Familie/Freunde/Schule	35 (22;51)	74 (8 %)	23 (23 %)	<0.001
Beruf	37 (29;47)	35 (4 %)	12 (12 %)	<0.001
Gesundheitssystem	44 (29;58)	35 (4 %)	2 (2 %)	0.428
Sonstiges	35 (26;41)	6 (1 %)	5 (5 %)	<0.01
Keine Angabe	38 (27;51)	613 (65 %)	15 (15 %)	<0.001

Tabelle 2 – Alter in den verschiedenen Kategorien mutmaßlicher Infektionsquellen und Anzahl sowie Anteil mutmaßlicher Infektionsquelle pro SARS-CoV-2-Status

p-Wert gemäß Chi-Quadrat-Test (Mutmaßliche Infektionsquelle vs. SARS-CoV-2-Status)

Hinsichtlich der Anteile der Patientengruppen, vergleichsweise mit positivem und mit negativem Testergebnis, gibt es bis auf eine mutmaßliche Ansteckung im Gesundheitssystem hochsignifikante Unterschiede bezüglich der mutmaßlichen Infektionsquelle, gemessen anhand des Chi-Quadrat-Tests.

Unter allen getesteten Personen, war der Altersmedian bei denjenigen, die eine Ansteckung im Gesundheitssystem (44 J. (29;58)) oder in einem ausgewiesenen Risikogebiet (43 J. (31;55)) vermuteten, am höchsten. Am niedrigsten war der Altersmedian bei denjenigen, die eine Ansteckung bei Familienmitgliedern, Freundinnen oder Freunden oder in der Schule (35J. (22;51)) für wahrscheinlich hielten sowie bei denjenigen, die die Angabe „Sonstiges“ machten (35 J. ((25;41))). Bei der Betrachtung der Kategorien nach Altersgruppen ist zu sehen, dass bei den Minderjährigen neben der häufigsten Kategorie „keine Angabe“, die Ansteckung bei Familienmitgliedern, Freundinnen oder Freunden oder in der Schule am häufigsten genannt wurde. In allen anderen Altersgruppen ist neben der Kategorie „keine Angabe“, die Ansteckung in einem Risikogebiet am häufigsten genannt.

Unter den Patientinnen und Patienten mit einem negativen Testergebnis vermuteten 19 % den Aufenthalt in einem Risikogebiet als mutmaßliche Infektionsquelle. 8 % vermuteten sich bei der Familie, Freunden oder in der Schule angesteckt zu haben. Der Großteil der Personen mit einem negativen Testergebnis machte keine Angabe (65 %). Unter den positiv getesteten Patientinnen und Patienten vermuteten 43 % den Aufenthalt in einem Risikogebiet als Infektionsquelle, 23 % vermuteten die Ansteckung bei der Familie, Freunden oder in der Schule und 12 % mutmaßten sich im beruflichen Umfeld angesteckt zu haben (Tab. 2).

Mutmaßliche Infektionsquelle							
Altersgruppe in Jahren		Risiko- gebiet	Familie / Freunde / Schule	Beruf	Gesund- heits- system	Sonsti- ges	Keine Angabe
	0 - 10	0 (0%)	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	11 - 20	1 (20%)	2 (40%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (20%)	1 (20%)
	21 - 30	11 (48%)	2 (9%)	3 (13%)	0 (0%)	2 (9%)	5 (22%)
	31 - 40	9 (45%)	6 (30%)	2 (10%)	0 (0%)	1 (5%)	2 (10%)
	41 - 50	6 (38%)	2 (13%)	2 (13%)	1 (6%)	1 (6%)	4 (25%)
	51 - 60	9 (47%)	4 (21%)	3 (16%)	2 (5%)	0 (0%)	2 (11%)
	61 - 70	7 (58%)	3 (25%)	2 (17%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	71 - 80	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)
	81 - 90	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

Tabelle 3 – Mutmaßliche Infektionsquelle der SARS-CoV-2-positiv Getesteten nach Altersgruppe, dargestellt als absolute Häufigkeit (relative Häufigkeit in %)

Bei Personen mit positivem Testergebnis wurden in den Altersgruppen von 0–10 und 11–20 Jahren Infektionen am häufigsten im Zusammenhang mit Kontakten zu Familienangehörigen, Freundinnen und Freunden oder im schulischen Umfeld vermutet. In den Altersgruppen von 21 bis 70 Jahren wurde dagegen ein Aufenthalt in einem Risikogebiet am häufigsten als wahrscheinliche Infektionsquelle angegeben.

5. Diskussion

Diese Studie untersuchte die Forschungsfrage: Lassen sich Gemeinsamkeiten unter den ersten Patientinnen und Patienten in einer COVID-19-Ambulanz zu Beginn der Pandemie feststellen? Ziel war es, diese Frage zu beantworten und damit eine bestehende Forschungslücke zu schließen, indem die frühe Phase der COVID-19-Pandemie aus quantitativer Perspektive untersucht wurde. Aus der Analyse der frühen SARS-CoV-2-Fälle sollten zudem Erkenntnisse für zukünftige virologische Einschätzungen sowie politische Entscheidungen im Pandemiemanagement abgeleitet werden. Der Fokus lag dabei auf Fällen in Deutschland aus dem Jahr 2019 bzw. dem ersten Quartal des Jahres 2020.

Außerdem wurde der folgenden Forschungsfrage nachgegangen: Besteht ein möglicher Zusammenhang zwischen öffentlichen Stellungnahmen führender politischer Entscheidungsträger oder wissenschaftlicher Expertinnen und Experten zur COVID-19-Situation, sowie zwischen einer deutlich erhöhten regionalen Infektionsdynamik in anderen Regionen, und der Häufigkeit, mit der Individuen sensibel auf potenziell verdächtige Symptome reagieren und sich einem COVID-19-Test unterziehen? Mittels eines qualitativen Ansatzes wurde das Testverhalten der Bevölkerung im Kontext medialer Einflüsse näher untersucht. Die Beantwortung dieser Forschungsfrage zielt darauf ab, das Zusammenspiel zwischen öffentlicher Kommunikation, regionaler Infektionslage und individuellem Testverhalten besser zu verstehen, um Implikationen für effektive Risikokommunikation und Public-Health-Strategien abzuleiten.

5.1. Forschungsfrage 1

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurde der Frage nachgegangen, ob es Gemeinsamkeiten unter den ersten getesteten Personen in einer COVID-19-Ambulanz in der frühen Phase der Pandemie in Deutschland gab. Konkret wurden die Variablen Alter, Symptome, Vorerkrankungen und mutmaßliche Infektionsquelle untersucht.

5.1.1. Alter

Die Testergebnisse haben gezeigt, dass die meisten Testungen in den Altersgruppen 21–60 Jahre erfolgten, während besonders junge und sehr alte Personen seltener getestet wurden. Den höchsten Anteil positiver Testergebnisse verzeichneten die 61–70-Jährigen, während die kumulative Positivrate aller Altersgruppen bei 9,6 % lag. Eine klare Gemeinsamkeit besteht also darin, dass sich die Mehrheit der positiven Fälle im

mittleren Erwachsenenalter konzentrierte, auch wenn die höchste Positivrate bei den 61–70-Jährigen lag. Diese Altersnähe der positiv Getesteten (Median: 41.5 Jahre, IQR: 27) deutet darauf hin, dass sich Infektionen zu Beginn der Pandemie besonders in beruflich und sozial aktiven Altersgruppen häuften.

Die Ergebnisse dieser Studie finden Unterstützung durch zwei unabhängige Untersuchungen. In einer methodisch sehr ähnlichen Studie am ersten COVID-19-Testzentrum der Hauptstadt, an der Charité Universitätsmedizin Berlin wurde beobachtet, dass zwischen dem 3. März und dem 13. April 2020 insgesamt 5,179 Personen die Einrichtung aufsuchten (Median: 34 Jahre; IQR: 21). Im Erhebungszeitraum zeigten 333 Tests (7.7 %) ein positives Ergebnis, während 38 Testergebnisse als nicht eindeutig interpretierbar klassifiziert wurden. Die Testpriorisierung orientierte sich ebenfalls an den zum Zeitpunkt gültigen Kriterien des RKI ²⁵. Am LMU Klinikum München wurden im Zeitraum vom 27. Januar 2020 bis zum 26. März 2021 in der COVID-19-Testeinheit insgesamt 9,861 Tests durchgeführt. Die getestete Population war ebenfalls überwiegend jung (Medianalter: 34 Jahre, IQR: 22). Bei der Betrachtung des Alters der Patientinnen und Patienten, aufgeteilt in 19-Jahres-Altersgruppen, zeigten die Altersgruppen 20–39 Jahre und 40–59 Jahre im Vergleich die höchsten Testanteile über den gesamten Beobachtungszeitraum hinweg ³².

Im Kreis Heinsberg, Nord-Rhein-Westfalen (NRW), erfolgte im Rahmen eines großen Clusters um eine Karnevalsveranstaltung über einen Zeitraum von sieben Tagen gegen Ende Februar bis Anfang März 2020 eine Studie, bei der Informationen und Biomaterialien (PCR- sowie Antikörper-Test) von einer zufällig ausgewählten, haushaltsbasierten Studienpopulation erhoben wurden. Die Analyse ergab bei insgesamt 919 Testungen bei 15.5 % ein positives Testergebnis. Die Infektionshäufigkeit war nicht signifikant mit dem Alter assoziiert ⁷⁸. Die höhere Positivrate und die fehlende Assoziation mit einer Altersgruppe Studie lässt sich am ehesten durch Superspreading erklären.

Bei einer groß angelegten Studie basierend auf Daten aus allgemeinmedizinischen Praxen in Deutschland wurden insgesamt 301,290 symptomatische Personen in die Analyse eingeschlossen (mittleres Alter: 44.6 ± 18.5 Jahre). Die Prävalenz einer bestätigten SARS-CoV-2-Infektion lag in dieser Stichprobe bei 13.8 %. Ein höheres Lebensalter zeigte eine signifikante positive Assoziation mit dem Auftreten einer COVID-19-Infektion ⁷⁹. Die Vergleichbarkeit dieser Studie ist zu relativieren, da der Beobachtungszeitraum deutlich länger, konkret von März 2020 bis März 2021, war.

5.1.2. Symptome

Zwischen positiv und negativ getesteten Personen lassen sich sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede in der Symptomatik feststellen. Ein zentraler Befund ist, dass Husten in beiden Gruppen das häufigste Symptom war. Auch Kopfschmerzen und Halsschmerzen wurden in beiden Gruppen oft genannt, was auf überlappende klinische Bilder zu Beginn der Pandemie hinweist und die diagnostische Unsicherheit unterstreicht. Trotz dieser Überschneidungen zeigen sich in der SARS-CoV-2-positiven Gruppe signifikante Unterschiede bei einer Vielzahl von Symptomen, darunter Fieber, Dyspnoe, Geruchs- und Geschmacksverlust, Myalgien und Abgeschlagenheit. Besonders der Verlust von Geruchs- und Geschmackssinn stellt ein differenzierendes Merkmal dar. Während diese Symptome bei negativ getesteten Personen kaum genannt wurden, berichtete nahezu die Hälfte der positiv Getesteten davon. Obwohl der Symptomstatus (symptomatisch vs. asymptomatisch) keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen zeigte, lassen sich klare gemeinsame Hauptsymptome sowie charakteristische Unterschiede in der Ausprägung einzelner Symptome feststellen. Dies weist darauf hin, dass bestimmte Beschwerden zwar häufig allgemein mit Atemwegserkrankungen assoziiert sind, bestimmte Symptomkombinationen jedoch stärker auf eine SARS-CoV-2-Infektion mit dem Wildtyp hindeuten.

Bei der Studie am ersten Testzentrum Berlins zeigten die meisten vorstelligen Personen nur milde Symptome einer Atemwegsinfektion, wobei die Symptomatik bei den positiv Getesteten schwerer ausgeprägt war und mit einem höheren Anteil an Symptomen wie Gliederschmerzen, Schüttelfrost, Müdigkeit, Fieber, Kopfschmerzen und nasaler Kongestion einherging. In Übereinstimmung mit unseren Studienergebnissen berichtete ein Großteil der Getesteten von Husten. Dennoch waren respiratorische Symptome kein Prädiktor für ein positives Testergebnis. Ein eingeschränkter Geruchs- oder Geschmackssinn wurde ebenfalls deutlich häufiger von SARS-CoV-2-Infizierten berichtet. Asymptomatische Fälle wurden nur selten beobachtet ²⁵. Die Ergebnisse dieser Studie unterstützen die Theorie, dass bestimmte Symptomkombinationen stärker auf eine SARS-CoV-2-Infektion mit dem Wildtyp hindeuten.

Am ersten Testzentrum in München betrafen die am häufigsten berichteten Symptome ebenfalls die oberen Atemwege, darunter Halsschmerzen, nasale Kongestion und Husten. Diese Symptome wiesen eine hohe Assoziation mit einer SARS-CoV-2-Infektion auf. Dyspnoe wurde von 4.6 % der positiv getesteten Personen angegeben, zeigte jedoch keinen signifikanten Zusammenhang mit einer Infektion. In Übereinstimmung mit den vorliegenden Studienergebnissen wurde ein Verlust des Geruchs- und

Geschmackssinns vermehrt von COVID-19-Fällen berichtet. Gastrointestinale Symptome wie Diarrhö, Übelkeit und Erbrechen korrelierten nur in geringem Maße mit einem positiven Testergebnis. Abweichend von den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung wurden 32,28 % der positiv Getesteten als asymptomatisch erfasst, da sie keine der abgefragten Symptome angaben ³². Die Abweichung könnte darauf zurückzuführen sein, dass ein Teil der positiv getesteten Personen sich zum Zeitpunkt der Testung in einer präsymptomatischen Phase befand. Zudem basierte die Symptomerfassung auf Selbstangaben, sodass milde oder unspezifische Symptome möglicherweise nicht berichtet wurden. Unterschiede im Testzeitraum könnten ebenfalls zur abweichenden Erfassung asymptomatischer Fälle beigetragen haben.

Im Rahmen der Massentestungen im Kreis Heinsberg waren Geruchsverlust, Geschmacksverlust, Fieber, Schüttelfrost, Fatigue, Husten, Myalgien und Arthralgien, Engegefühl in der Brust, Kopfschmerzen, Halsschmerzen und Schnupfen mit einer SARS-CoV-2-Infektion assoziiert. Auffällig war, dass 22,2 % der infizierten Teilnehmer asymptomatisch waren ⁷⁸. Der erhöhte Anteil asymptomatischer positiver Fälle könnte durch den Testkontext erklärt werden, da im Rahmen von Screening-Untersuchungen häufiger auch symptomlose Personen erfasst werden als bei symptomorientierten Teststrategien.

In einer Fieberklinik in Stuttgart erfolgte eine retrospektive, monozentrische Kohortenstudie. Eingeschlossen wurden insgesamt 930 Patientinnen und Patienten, die im Zeitraum vom 4. April 2020 bis zum 15. Mai 2020 die Fieberambulanz aufsuchten. Ein positives Testergebnis auf SARS-CoV-2 lag bei 74 (8 %) Personen vor. Im Rahmen der Studie wurden klinische Symptome, Komorbiditäten sowie soziodemografische Merkmale standardisiert dokumentiert. Die Forscherinnen und Forscher fanden in Übereinstimmung mit den vorliegenden Studienergebnissen heraus, dass sich der Verlust von Geruchs- und Geschmackssinn als charakteristisches Merkmal von COVID-19 darstellte ⁸⁰. Die Vergleichbarkeit dieser Studie ist eingeschränkt durch den abweichenden Beobachtungszeitraum.

5.1.3. Vorerkrankungen

Arterielle Hypertonie war sowohl bei positiv als auch negativ getesteten Personen eine der am häufigsten vorkommenden Vorerkrankungen. Asthma bronchiale und gastrointestinale Erkrankungen traten signifikant häufiger in der negativ getesteten

Gruppe auf. Dies könnte daraufhin deuten, dass einige Grunderkrankungen zwar verbreitet, aber nicht spezifisch mit einem positiven Testergebnis assoziiert sind.

Am Universitätsklinikum Freiburg erfolgte eine retrospektive, narrative Prozessbeschreibung und – Analyse. Hierbei wurden unter anderem epidemiologische und klinische Daten der ersten 115 hospitalisierten Patienten mit einer nachgewiesenen SARS-CoV-2-Infektion im Zeitraum vom 25.02.2020 bis 31.03.2020 erhoben. Die häufigsten Vorerkrankungen waren mit 37 % kardialer Genese (KHK/ischämische Kardiomyopathie und Herzinsuffizienz NYHA II-IV), 18 % der Patientinnen und Patienten hatten pulmonale Vorerkrankungen (COPD, andere chronische Lungenerkrankungen), 14 % hatten ein Malignom und 13 % wiesen entweder eine primäre oder sekundäre Immundefizienz vor. Bei 41 % der Betroffenen konnten keine Vorerkrankungen identifiziert werden. Eine der Kernaussagen der Forscher war, dass ein höheres Alter und kardiopulmonale Komorbiditäten zu schwerwiegenden Verläufen prädisponieren ⁸¹. Der Vergleich zu dieser Studie ist zu relativieren, da bei hospitalisierten Patientinnen und Patienten von einem schwereren Krankheitsverlauf auszugehen ist und auch nosokomiale Infektionen vorlagen. Eine klare Assoziation zwischen COVID-19 und spezifischen Vorerkrankungen lässt sich auch bei dieser Studie nicht feststellen.

Im Rahmen der genannten Studie von Patientinnen und Patienten in Hausarztpraxen waren die drei häufigsten Erkrankungen unter allen Getesteten Hypertonie (16.4 %), Schilddrüsenerkrankungen (12.3 %) und Depressionen (12.0 %). Die stärksten positiven Assoziationen im Hinblick auf Komorbiditäten mit einer COVID-19-Diagnose lag bei Patientinnen und Patienten mit kardialen Arrhythmien, Depressionen und Adipositas vor. Demgegenüber waren chronische Sinusitis, Asthma bronchiale sowie Angststörungen signifikant negativ mit dem Auftreten einer COVID-19-Infektion assoziiert. Wie bereits in früheren Untersuchungen beschrieben, sind die Ergebnisse möglicherweise auf symptomatische Überlappungen zwischen COVID-19, Asthma bronchiale und chronischer Sinusitis zurückzuführen ⁷⁹. So wurde beispielsweise berichtet, dass die Prävalenz von COVID-19 bei Patientinnen und Patienten mit Asthma, die wegen eines COVID-19-Verdachts vorgestellt wurden, signifikant niedriger war als bei Personen ohne Asthma ⁸². Darüber hinaus ist bekannt, dass insbesondere Menschen mit Asthma oder anderen chronischen Atemwegserkrankungen eine erhöhte Angst vor einer COVID-19-Infektion aufweisen ⁸³. Diese Angst könnte zu einer konsequenteren Umsetzung von Infektionsschutzmaßnahmen in dieser Gruppe geführt haben, was wiederum die niedrigere Prävalenz der positiven Testergebnisse erklären könnte ⁷⁹.

5.1.4. Mutmaßliche Infektionsquelle

Bei den angegebenen mutmaßlichen Infektionsquellen zeigten sich über alle Altersgruppen hinweg weitgehend vergleichbare Verteilungsmuster. Eine Ausnahme bildeten Minderjährige, bei denen neben einem hohen Anteil fehlender Angaben am häufigsten Übertragungen im familiären Umfeld, im Freundeskreis oder im schulischen Kontext berichtet wurden. In allen übrigen Altersgruppen wurde hingegen, ebenfalls neben fehlenden Angaben, überwiegend eine Infektion im Zusammenhang mit einem Aufenthalt in einem definierten Risikogebiet angegeben (Tab. 2). Bei differenzierter Betrachtung der mutmaßlichen Infektionsquellen von Patientinnen und Patienten mit SARS-CoV-2-Infektion nach Altersdekaden lassen sich die Unterschiede noch klarer abgrenzen. In den ersten beiden Altersdekaden (≤ 20 Jahre) standen Infektionen im Zusammenhang mit Familienangehörigen, dem Freundeskreis sowie dem schulischen Umfeld im Vordergrund. Demgegenüber wurde in den folgenden vier Altersdekaden (21–70 Jahre) die Infektion überwiegend einem Aufenthalt in einem Risikogebiet zugeschrieben. In den beiden darauffolgenden Altersdekaden wurden lediglich zwei positive Fälle erfasst, sodass die Aussagekraft dieser Beobachtung stark eingeschränkt ist (Tab. 3). Die beobachteten Unterschiede lassen sich möglicherweise dadurch erklären, dass Minderjährige in der Regel nicht eigenständig reisen und potenzielle Expositionen daher überwiegend über enge Kontaktpersonen erfolgen. Im Erwachsenen- und insbesondere im erwerbstätigen Alter ist hingegen eine höhere Reisetätigkeit anzunehmen, wodurch Infektionen im Rahmen von Auslandsreisen oder im Zusammenhang mit Superspreading-Ereignissen, wie beispielsweise am Skiort Ischgl in Österreich, wahrscheinlicher erscheinen.

In Übereinstimmung mit den vorliegenden Studienergebnissen fanden die Forscherinnen und Forscher am ersten Testzentrum Berlins als wichtige Risikofaktoren für den Nachweis einer SARS-CoV-2-Infektion den kürzlich stattgefundenen Kontakt mit einem bestätigten Krankheitsfall sowie Reisen in ausgewiesene Risikogebiete, insbesondere in den Wochen nach den Winterferien im Februar 2020. Unter den vom RKI definierten Risikogebieten hatten Rückkehrerinnen und Rückkehrer aus Österreich ein vierfach erhöhtes Risiko für ein positives Testergebnis. Gleichwohl fiel ein beträchtlicher Anteil der exponierten Personen, einschließlich Haushaltsangehöriger, bei der Testung negativ aus²⁵.

In der Studie rund um den Kreis Heinsberg zeigte sich ein hochsignifikanter Anstieg sowohl der Infektionsrate als auch der Anzahl berichteter Symptome bei Personen, die an Karnevalsveranstaltungen teilgenommen hatten, im Vergleich zu Personen ohne

entsprechende Teilnahme ⁷⁸. Die Ergebnisse lassen sich durch Superspreading erklären.

Bei der genannten Untersuchung am ersten COVID-19-Testzentrum in München machten 1,069 der getesteten Personen Angaben zu ihrer Reisetätigkeit. Der Großteil der reiseassoziierten Expositionen wurde in den Monaten Februar 2020 (9.07 %), März 2020 (53.13 %), August 2020 (5.71 %) sowie Januar 2021 (6.64 %) erfasst. Obwohl zahlreiche Maßnahmen des öffentlichen Gesundheitswesens, wie etwa Reisebeschränkungen und Quarantänevorgaben, darauf abzielten, das Risiko der Einschleppung von SARS-CoV-2-Fällen aus dem Ausland zu minimieren, konnten die Forscherinnen und Forscher kein erhöhtes Infektionsrisiko im Zusammenhang mit Auslandsreisen feststellen. Des Weiteren stellten sie fest, dass die Positivrate bei Personen, die am Arbeitsplatz Kontakt zu COVID-19-Fällen hatten, mit 31.49 % deutlich erhöht war ³². Die Vergleichbarkeit dieser Ergebnisse, mit denen der vorliegenden Studie ist durch unterschiedliche Beobachtungszeiträume eingeschränkt, da sich Expositionsmöglichkeiten und epidemiologische Rahmenbedingungen im Zeitverlauf ändern können.

5.2. Forschungsfrage 2

Diese Forschungsfrage zielt darauf ab, einen möglichen Zusammenhang zwischen öffentlicher Kommunikation, erhöhter Infektionsdynamik in anderen Regionen und der individuellen Testbereitschaft im Kontext von COVID-19 deskriptiv zu untersuchen. Zur Beantwortung der Forschungsfrage erfolgt zunächst eine Analyse der frühen Phase der Pandemie auf globaler Ebene. Dabei werden zentrale virologische und epidemiologische Entwicklungen, Muster der weltweiten Ausbreitung sowie politisch-administrative Maßnahmen zur Eindämmung des Virus betrachtet. Im Fokus steht zudem die Situation in Deutschland. Beginnend mit dem ersten laboranalytisch bestätigten SARS-CoV-2-Fall bis zum Ende der Frühphase der Pandemie wird die innerdeutsche Infektionsdynamik analysiert und Superspreading-Ereignisse werden näher betrachtet. Politische und administrative Reaktionen auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene, etwa Isolationsstrategien, Quarantänevorgaben und Koordinationsmechanismen, werden beschrieben.

5.2.1. Frühe Phase der Pandemie

Die folgenden Kapitel befassen sich mit der frühen Phase der COVID-19-Pandemie und analysieren zentrale Aspekte im Zusammenhang mit der globalen Verbreitung des SARS-CoV-2-Virus sowie den international ergriffenen Maßnahmen zu dessen Eindämmung. Zunächst wird die frühe Phase der Pandemie betrachtet, in der erste virologische Erkenntnisse, klinische Fallbeschreibungen und epidemiologische Entwicklungen dokumentiert wurden. Darauf aufbauend folgt eine Analyse der globalen Ausbreitungsdynamik des Virus, einschließlich zeitlicher und geografischer Muster. Im abschließenden Teil werden politische und gesundheitspolitische Entscheidungen weltweit untersucht, die im Rahmen der Pandemiebekämpfung getroffen wurden. Dabei stehen Maßnahmen wie Grenzsicherungen, Lockdowns, definiert als die Schließung sämtlicher nicht lebensnotwendiger bzw. nicht systemrelevanter Betriebe sowie die Beschränkung des Verlassens der Wohnung auf zwingend notwendige Tätigkeiten der Grundversorgung, Quarantänenvorgaben und Teststrategien im Mittelpunkt, ebenso wie deren zeitliche Umsetzung und Wirkung auf die weitere Entwicklung der Pandemie ⁸⁴.

5.2.1.1. Pandemischer Ursprung

Erstmalig wurde die WHO am 31. Dezember 2019 über das vermehrte Auftreten idiopathischer Lungenentzündungen in der chinesischen Stadt Wuhan in der Provinz Hubei informiert ⁴. Am 07. Januar 2020 konnte bei Labortestungen der infizierten Personen in China ein neuartiges Coronavirus isoliert werden, während andere respiratorische Pathogene als Ursache für die Symptome ausgeschlossen werden konnten. Die WHO sprach daraufhin von 2019 novel coronavirus (2019-nCoV), das neuartige Coronavirus aus dem Jahr 2019 ⁶.

5.2.1.2. Globale Virusausbreitung

Am 13. Januar 2020 berichtete das thailändische Gesundheitsministerium der WHO vom ersten exportierten laborgesicherten Krankheitsfall außerhalb Chinas ⁴⁵. Über weitere Krankheitsfälle außerhalb Chinas wurde die WHO am 16. und am 17. Januar 2020 informiert. Es handelte sich um eine Person in Thailand und eine weitere Person in Japan, die nach Wuhan gereist war. Aufgrund globaler Reismuster rechnete man bereits mit weiteren Fällen außerhalb Chinas ⁴⁶. Am 20. Januar 2020 informierte Südkorea die WHO über ihren ersten importierten Fall. Weltweit waren zu diesem Zeitpunkt 278 laborbestätigte Krankheitsfälle bekannt, darunter sechs Todesfälle. Von

den 274 Erkrankten aus China waren 51 schwer und 12 lebensbedrohlich erkrankt ⁸⁵. Trotz der Absperrung von Wuhan City am 23. Januar 2020 breitete sich das Virus rapide auf umliegende Städte und Länder aus ¹⁷. Einen Tag später wurde über den ersten laborbestätigten Fall in den USA berichtet und am darauffolgenden Tag wurden 2019-nCoV-Fälle in Europa gemeldet. Frankreich war als erstes europäisches Land betroffen ^{86,87}. Am 28.01.2020 erreichte das Virus erstmals Deutschland. Zwei Tage später wurde der Ausbruch von 2019-nCoV als internationaler Gesundheitsnotstand deklariert ^{88,89}. Weltweit gab es bereits 7,818 bestätigte Krankheitsfälle, davon 82 Fälle außerhalb Chinas in insgesamt 18 Ländern ⁹⁰. Über den ersten COVID-19-Fall auf dem afrikanischen Kontinent wurde die WHO am 15. Februar 2020 vom Ägyptischen Gesundheitsministerium informiert. Zu diesem Zeitpunkt gab es weltweit nunmehr 50,580 laborbestätigte Fälle, hiervon 526 Fälle außerhalb Chinas, in insgesamt 25 Ländern. In China gab es 1,524 mit in COVID-10 in Verbindung stehende Todesfälle, außerhalb Chinas gab es zwei Todesfälle ⁹¹. Belgien berichtete der WHO am 16. Februar 2020 von ihrem ersten laborgesicherten Krankheitsfall ⁹². Wenige Tage später wurden Infektionsfälle im Iran, Iran, Libanon, Israel und Kuwait berichtet ^{9,92-94}. Bis zum 21. Februar 2020 berichteten neun Europäische Länder über insgesamt 47 Krankheitsfälle. Von 38 in Studien eingeschlossenen Fällen waren 21 in Verbindung mit sogenannten Clustern in Deutschland und Frankreich ⁹⁵. Italien berichtete über eine rapide Zunahme an COVID-19-Infektionen seit dem 21. Februar 2020 ⁴⁹. Anhand von Datenmaterial des Nationalen Instituts für Statistik in Italien war eine erhöhte Mortalität für die folgenden 30 Tage zu verzeichnen, die vom Norden nach Süden Italiens ab- und bei fortgeschrittenem Alter zunahm ⁹⁶. Afghanistan, Bahrain, Irak und Oman berichteten erstmals von COVID-19-Infektionen ⁹⁷. Am 26. Februar 2020 wurden erstmalig mehr Neuinfektionen außerhalb als innerhalb Chinas berichtet ⁹⁸. Weitere 25 Länder aus verschiedenen Kontinenten gaben bis zum 01. März 2020 das Auftreten von Covid-19-Infektionen bekannt ⁹⁹⁻¹⁰². Innerhalb der folgenden 9 Tage wurde aus 48 weiteren Ländern über Infektionsfälle berichtet, sodass weltweit mehr als 100 Länder betroffen waren und die berichtete Patientenzahl 100,000 überschritt ^{40,103-106}.

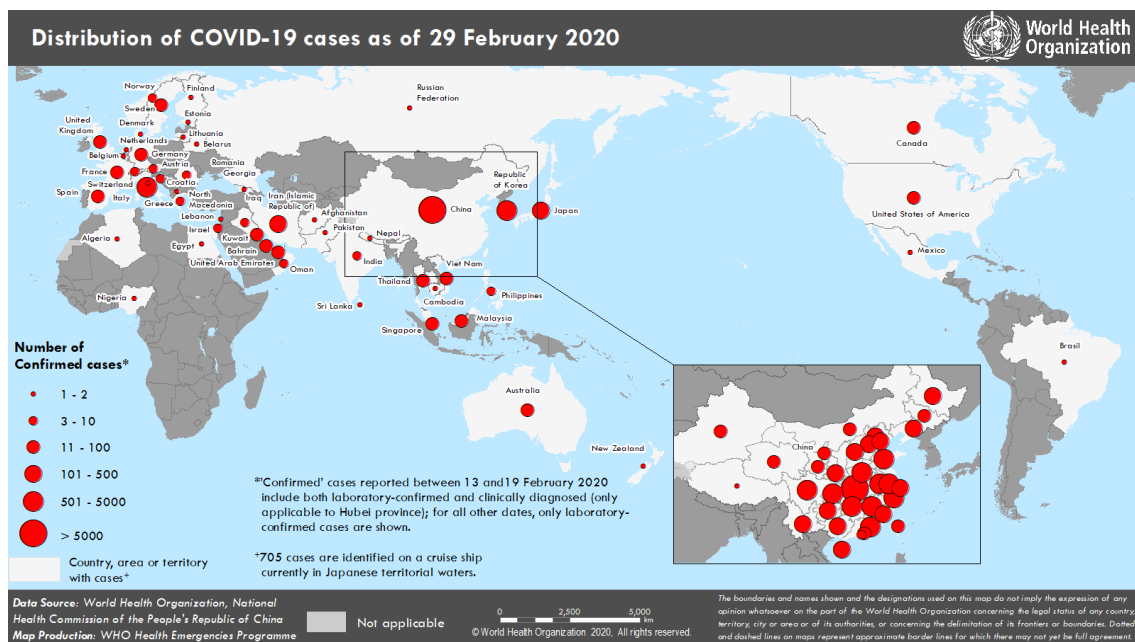


Abbildung 8 - Länder und Regionen mit berichteten nachgewiesenen COVID-19-Fällen, Stand vom 29.02.2020¹⁰¹

Innerhalb eines Wochenendes verdoppelten sich die Infektionszahlen in den USA¹⁰⁷. Am 11. März 2020 sprach der Generaldirektor der WHO in einer öffentlichen Rede erstmals von einer Pandemie⁸⁹. Zwei Tage später teilte er mit, dass Europa mittlerweile das Epizentrum der Pandemie darstellte, da dort mehr Infektions- und Todesfälle verzeichnet wurden als in der Summe aller anderen Länder weltweit, mit Ausnahme von China¹⁰⁸. Die Infektionsausbreitung schritt weltweit weiter fort. Während am 27. März 2020 von mehr als 500,000 COVID-19-Fälle berichtet wurde, waren es innerhalb einer Woche bereits mehr als eine Millionen Krankheits- sowie 50,000 Todesfälle^{109,110}. Das Ende der Pandemie war zu diesem Zeitpunkt nicht abzusehen.

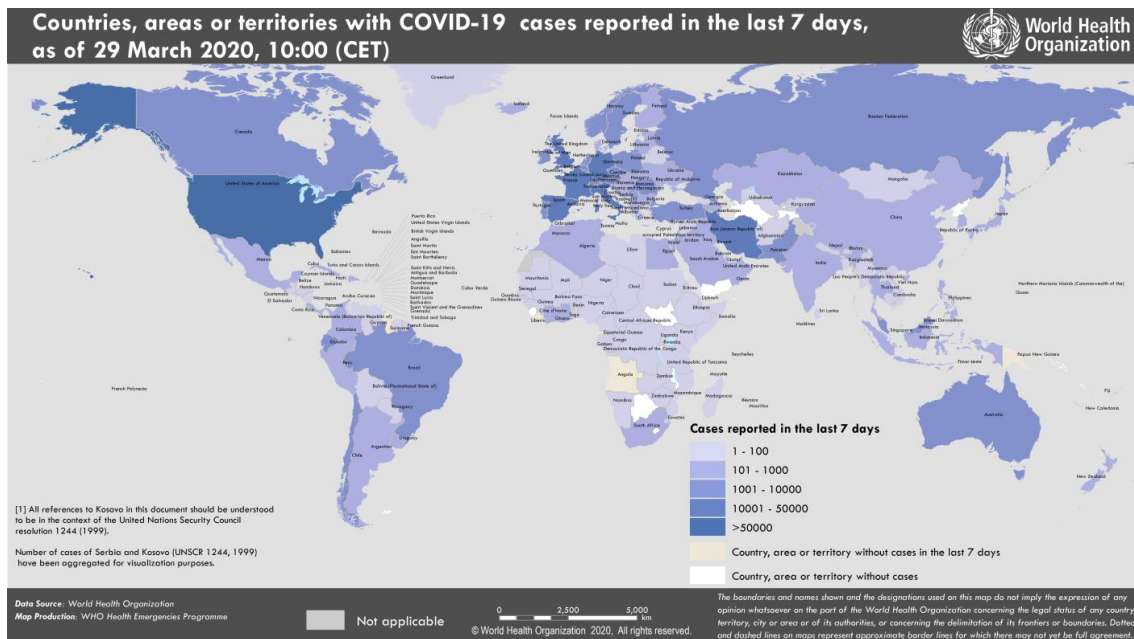


Abbildung 9 - Länder und Regionen mit berichteten nachgewiesenen COVID-19-Fällen, Stand vom 29.03.2020 ¹¹¹

5.2.1.3. Maßnahmen zur Eindämmung des Virus weltweit

Nach Bekanntwerden des Krankheitsausbruchs auf dem Fisch- und Wildtiermarkt in Wuhan City leiteten die chinesischen Behörden umgehend Maßnahmen im Bereich der öffentlichen Gesundheit ein. Der Markt wurde am 01. Januar 2020 geschlossen, infizierte Personen wurden isoliert und medizinisch behandelt. Epidemiologische Investigationen starteten, Pathogene sollten identifiziert und eine enge Kommunikation mit der WHO aufrechterhalten werden ⁴. Nachdem am 20. Januar 2020 die Mensch-zu-Mensch-Übertragung des neuartigen Coronavirus (2019-nCoV) offiziell bestätigt worden war, wurden zur Eindämmung weiterer Infektionsübertragungen ab den Morgenstunden des 23. Januar 2020 umfassende Abriegelungsmaßnahmen für das gesamte Stadtgebiet von Wuhan verhängt ¹⁷. Da es sich um eine Atemwegsinfektion handelt, erfolgte ein Ansturm auf Atemwegsmasken zur Verhinderung einer Infektion. In der Folge kam es zu einem Engpass an Masken kam, unter anderem für medizinisches Personal. Forscher und Forscherinnen rieten daher zunächst von der Einführung einer gesetzlich verpflichtenden Maskenpflicht ab ¹¹². Das ECDC begann am 27. Januar 2020 mit der einheitlichen Überwachung von Dokumentationen von COVID-19-Fällen ⁹⁵. Am 30. Januar 2020 deklarierte der Generaldirektor der WHO Dr. Tedros Adharom Ghebreyesus den Ausbruch von 2019-nCoV als gesundheitlichen Notstand

internationaler Tragweite. Diese Deklaration sollte eine Stärkung der weltweiten Koordination, Kooperation und Solidarität aller Länder bewirken. Sie beinhaltet unter anderem Empfehlungen zu einem vollständigen Datenaustausch aller Länder mit der WHO, zur Eindämmung der Einschleppung und Verbreitung des Virus, aktiver Surveillance, sowie zu Quarantänemaßnahmen und Fallmanagement zur Rückverfolgung von Kontakten ⁸⁹. Die WHO und seine Partner entwickelten einen globalen strategischen Bereitschafts- und Reaktionsplan gegen 2019-nCoV. Der Plan beinhaltete Maßnahmen der öffentlichen Gesundheit der internationalen Gemeinschaft, um die weitere Verbreitung des Virus zu stoppen und die Auswirkungen des Ausbruchs zu mildern. Er sollte über den Zeitraum von drei Monaten, vom 01. Februar 2020 bis zum 30. April 2020 durchgeführt werden. Die geschätzten Gesamtkosten der von der internationalen Gemeinschaft benötigten Ressourcen für diesen Plan beliefen sich auf 675,5 Millionen US-Dollar, während die WHO als Teil des Planes 61,5 Millionen US-Dollar übernehmen sollte ¹¹³. Laut offiziellen Aussagen und Medienberichten haben am 07. Februar 2020 72 Staaten und Länder Reisebeschränkungen eingeführt. Spezifische Gesundheitsregeln für Reisende gab es seitens der WHO zu diesem Zeitpunkt nicht. Allerdings wurden anhand früherer Pandemien Verhaltensregeln entwickelt und diese wurden aufgrund der potentiell ähnlichen Übertragungsform des Virus zu dessen Eindämmung empfohlen. Hierzu zählen das Vermeiden des engen Kontaktes mit Menschen, die an einer akuten Atemwegsinfektion leiden und regelmäßiges Händewaschen, insbesondere nach dem Kontakt mit kranken Menschen oder deren Umwelt. Außerdem wurde empfohlen ungeschützten Kontakt mit Farm- oder Wildtieren zu vermeiden. Menschen mit Symptomen einer akuten Atemwegsinfektion sollten sich von anderen distanzieren und beim Husten und Niesen ihren Mund und ihre Nase bedecken. Innerhalb von Gesundheitseinrichtungen sollten die Standards zur Infektionsprävention verschärft werden ¹¹⁴. Die WHO publizierte am 18. Februar 2020 Handelsrichtlinien für Menschen im Gesundheitswesen im Umgang mit COVID-19. Hierin wurde unter anderem die noch unklare Datenlage zur Rolle von Oberflächen als möglicher Infektionsträger behandelt ⁹. Bis zum 20. Februar 2020 hatten alle WHO-Regionen das globale Überwachungssystem zur Sammlung wichtiger Informationen zu COVID-19 eingeführt ⁹³. Zur Vermeidung weiterer Mensch-zu-Mensch-Ansteckungen beschloss die italienische Regierung unter anderem Schulen zu schließen und Massenveranstaltungen zu untersagen. Die WHO sowie das ECDC sagten Italien ihre Unterstützung zu ⁴⁹. Aufgrund weiterer Berichte von COVID-19-Infektion von 20 Ländern aus verschiedenen Kontinenten bis zum 29. Februar 2020 schätzte die WHO das Risiko des Virus bezüglich seiner Verbreitung und Auswirkung global auf sehr hoch ein. Es

wurden weitere Gesundheitsmaßnahmen seitens vieler Länder ergriffen ^{99–101}. Außerdem veröffentlichte die WHO neben klinischen Richtlinien eine globale Plattform zur Datensammlung und zur Verbesserung der Behandlung von COVID-19-Patientinnen und Patienten sowie neue Empfehlungen zu internationalem Verkehr ¹⁰². In Zusammenarbeit mit dem United Nations World Food Program (WFP), United Nations Children's Fund (UNICEF) und der Weltbank arbeitete ein Team der WHO an der Etablierung von koordinierten Lieferketten, unter anderem zur Versorgung der Länder mit Schutzkleidung sowie Materialien für Labortestungen ¹⁰³. Trotz großer Bemühungen kam es im Verlauf bei weiter ansteigenden Infektionszahlen zu Lieferengpässen, sodass Arbeitende im Gesundheitswesen unzureichend geschützt Patientinnen und Patienten versorgten ^{104,115}. Bis zum 09. März 2020 informierten insgesamt 45 Staaten die WHO darüber zusätzliche Maßnahmen zur Pandemiebekämpfung ergriffen zu haben. Der WHO-Generaldirektor gab bekannt, dass die Bedrohung durch die Pandemie sehr real sei, jedoch sei dies die erste Pandemie, die kontrolliert werden könne. Restriktive Maßnahmen müssten in Relation zum Risiko für die öffentliche Gesundheit stehen, so kurz wie möglich gelten und unter regelmäßiger Reevaluation entsprechend neuer Erkenntnisse stehen ⁴⁰. Italien war im Februar und März 2020 besonders betroffen von der Virusausbreitung und es kam zu ausgeprägten Mortalitätsanstiegen in gewissen Regionen, sodass nachdem am 07. März 2020 Norditalien abgeriegelt wurde, drei Tage später, am 10. März 2020 ganz Italien als „rote Zone“ oder Sperrzone erklärt ^{96,107}. Laut Angaben des ägyptischen Gesundheitsministeriums wurde am 8. März 2020 der erste Todesfall eines deutschen Staatsangehörigen mit bestätigter SARS-CoV-2-Infektion in Ägypten gemeldet ¹¹⁶. Am 19. März 2020 empfahl die WHO zur Minimierung des Risikos der Weiterverbreitung des Virus eine Quarantäne von 14 Tagen nach dem letzten Kontakt mit einem bestätigten oder wahrscheinlichen COVID-19-Fall ²⁸. Bereits 60 Tage nach der Veröffentlichung der genetischen Sequenz des Virus durch China erfolgte die erste klinische Impfstoffstudie. Um belastbare Erkenntnisse darüber zu gewinnen, welche Behandlungsansätze am wirksamsten sind, organisierten die WHO und ihre Partner eine groß angelegte, internationale Studie mit dem Namen „Solidarity Trial“, die verschiedene Therapieoptionen miteinander verglich. Außerdem erfolgten diverse Maßnahmen zur Aufklärung und Unterstützung von gesundheitsförderndem Verhalten, z.B. durch Online-Kurse, kontaktlose Musikkonzerte und Mitteilungen über die sozialen Medien sowie Materialspenden, insbesondere Schutzausrüstung und Hilfsaktionen durch Einsatzteams in besonders betroffenen Gebieten ^{109,117–121}. Die Vereinten Nationen initiierten einen globalen humanitären Reaktionsplan im Umfang von 2 Milliarden US-Dollar, um besonders vulnerable Staaten im Umgang mit der Pandemie

zu unterstützen ¹²². Auch Privatleute und Organisationen spendeten über einen COVID-19 Solidaritätsfonds große Geldsummen zur Bekämpfung der Pandemie ¹¹¹. Angesichts der steigenden Zahl an COVID-19-Fällen forderten zahlreiche Länder die Bevölkerung dazu auf, sich in die häusliche Quarantäne zu begeben ¹²³. Viele weitere globale Entscheidungen zur Eindämmung des Virus erfolgten im Verlauf.

5.2.2. Frühe Phase der Pandemie in Deutschland

Der Fokus der folgenden Kapitel liegt auf der Entwicklung und Dynamik der frühen Phase der COVID-19-Pandemie in Deutschland. Beginnend mit dem ersten nachgewiesenen SARS-CoV-2-Fall wird die Infektionskette bis zum Ende der frühen Phase der Pandemie analysiert. Daran anschließend wird die innerdeutsche Ausbreitung des Virus untersucht, mit besonderem Fokus auf regional unterschiedliche Infektionsverläufe und Superspreading-Ereignisse. Im dritten Teil liegt der Schwerpunkt auf politischen und administrativen Maßnahmen zur Eindämmung der Pandemie. Hierzu zählen frühzeitige Isolationsstrategien, die schrittweise Verschärfung der Quarantäne- und Schutzmaßnahmen sowie die Koordination zwischen Bundes- und Landesbehörden. Neben bundesweiten Entscheidungen werden auch regionale Reaktionen auf kommunaler Ebene am Beispiel der Stadt Solingen dargestellt. Im Folgenden werden die Vielschichtigkeit und Geschwindigkeit des Pandemieverlaufs nachgezeichnet und Maßnahmen zur Eindämmung der Virusausbreitung aufgezeigt.

5.2.2.1. Erste Fälle in Deutschland

Am 27. Januar 2020 erreichte das Virus erstmals Deutschland ¹²⁴. Der erste bekannte SARS-CoV-2-Fall in Deutschland betraf eine chinesische Mitarbeiterin eines deutschen Unternehmens, die geschäftlich von Shanghai nach München gereist war. Zuvor hatte sie in Shanghai Kontakt zu ihren in Wuhan lebenden Eltern gehabt, welche eine Erkältungssymptomatik zeigten. Nach Auftreten von Fieber und Husten suchte die Patientin in China einen Arzt auf und es wurde mittels Abstrichuntersuchung ein positiver SARS-CoV-2-Nachweis erbracht. Die Patientin wurde daraufhin hospitalisiert und die zuständigen Gesundheitsbehörden wurden informiert ^{50,125}. Kontaktpersonen wurden ausfindig gemacht. Ein zuvor gesunder 33-jähriger Geschäftsmann mit direktem Kontakt zur Patientin gilt als Indexfall in Deutschland. Weitere drei Personen innerhalb des Unternehmens wurden ebenfalls positiv getestet, wovon nur eine Person ebenfalls Kontakt zur Indexpatientin hatte. Die anderen zwei Personen hatten lediglich Kontakt

zum Indexfall. Alle vier Infizierten zeigten milde Krankheitsverläufe und wurden vornehmlich zwecks Isolation stationär im Krankenhaus aufgenommen ¹²⁵. Weitere Krankheitsfälle um das in Starnberg ansässige Unternehmen folgten. Die zunächst 14 bekannten Fälle innerhalb Deutschlands waren ausnahmslos direkt oder indirekt mit dem Ausbruch in Wuhan bzw. Hubei in China assoziiert. Zwei weitere Reiserückkehrer aus Wuhan wurden am 1. Februar 2020 positiv auf das Virus getestet und in einem Frankfurter Klinikum isoliert. Mithilfe von Isolations- und Quarantänemaßnahmen konnten diese ersten Fälle eingegrenzt werden ⁷. Es folgten deutschlandweit weitere Krankheitsausbrüche.

5.2.2.2. Virusausbreitung innerhalb Deutschlands

In den Faschingsferien im Februar 2020 wurden weitere Infektionen in Bayern verzeichnet. Im Anschluss kam es zu einem exponentiellen Anstieg der Fallzahlen. Durch die bayerischen Starkbierfeste und die Kommunalwahl wurde im Vergleich zu Landkreisen mit der gleichen Prävalenz, jedoch ohne Exposition, ein signifikanter Anstieg verzeichnet. Dieser ließ sich trotz restriktiver Maßnahmen in den darauffolgenden Wochen nicht mehr rückgängig machen und Bayern wurde somit eines der am stärksten betroffenen Bundesländer ¹²⁶. Ebenfalls im Februar 2020 kam es bei einer Massenveranstaltung im Rahmen des Karnevals in Heinsberg zu einer deutlichen Zunahme der Fallzahlen. Die Kommune wurde engmaschig vom zuständigen Gesundheitsamt beobachtet und es erfolgten viele Testungen. Im Zeitraum vom 31. März und 6. April 2020 wurden in der Gemeinde Gangelt (12,597 Einwohner, Stand 01.01.2020) 600 Menschen zufällig aus dem Melderegister ausgewählt und kontaktiert hinsichtlich einer Studienteilnahme. Neben der Erhebung demographischer Daten erfolgten Testungen auf SARS-CoV-2 mittels IgG-Analysen aus Blutuntersuchungen und PCR-Testungen durch Mund-Rachen-Abstriche. Bei 919 Studienteilnehmern aus 405 Haushalten lagen die vollständigen Testungen vor. Hiervon waren 15.5 % infiziert, 22.2 % darunter asymptomatisch. Im Vergleich zur Gemeinde war die Infektionsrate fünffach (3.1 %) erhöht. Die offizielle Zahl der infizierten Personen mittels RT-PCR-Testung lag am Ende des Beobachtungszeitraums bei 388, wobei die 33 im Rahmen der Studie positiv getesteten Teilnehmer nicht mitgezählt wurden. Todesfälle im Zusammenhang mit SARS-CoV-2 wurden ebenfalls beobachtet ⁷⁸. In den folgenden Wochen und Monaten kam es zu mehreren lokalen COVID-19-Ausbrüchen bei denen Feldteams des RKI die zuständigen Gesundheitsämter beratend und praktisch unterstützten. Anfang März 2020 erfolgte ein großer COVID-19-Ausbruch in einer

Arztpraxis in Bayern. Eine präsymptomatische Ärztin und ein präsymptomatischer Arzt behandelten mehrere Patientinnen und Patienten und trugen dadurch zur Weiterübertragung der Infektion bei ¹²⁷. In einem Berliner Nachtclub wurden rückwirkend 74 Infektionen auf zwei Veranstaltungen zurückgeführt. Mehr als die Hälfte der Mitarbeitenden des Nachtclubs infizierte sich, sodass die Vermutung besteht, dass die Transmission auf der zweiten Veranstaltung durch die Mitarbeitenden erfolgte ¹²⁸. Unter den Mitgliedern zweier Chöre kam es ebenfalls im März 2020 zu einem Infektionsgeschehen. In einem Altenpflegeheim in Sachsen-Anhalt kam es zu einem Ausbruch, der sich auf eine präsymptomatische Pflegekraft, dessen Partner zuvor mit einem Atemwegsinfekt aus dem Skiurlaub zurückkehrte, zurückführen ließ. Eine Kohortierung und Isolierung erfolgte, dennoch wurde das Virus durch die Übertragung auf Besucherinnen und Besucher in privaten Umfeldern verbreitet. Im März und April 2020 fand ein nosokomialer Krankheitsausbruch in einem großen Brandenburger Krankenhaus statt. Mehr als 100 Infektionen bei Patientinnen und Patienten und medizinischem Personal wurden nachgewiesen ¹²⁷. In NRW standen Anfang März 2020 fast alle Krankheitsfälle in Verbindung mit dem Ausbruchsgeschehen im Kreis Heinsberg ¹²⁹. Der Landkreis Heinsberg wurde als „besonders betroffenes Gebiet“ ausgewiesen ¹⁰⁷. Vermehrt fielen positive Testungen bei Menschen mit einer Reiseanamnese nach Südtirol (Provinz Bozen in der Region Trentino-Südtirol) auf ¹²⁹. Bis zum 30.03.2020 gab es über 57,298 SARS-CoV-2-Infektionen und 455 Todesfälle in Zusammenhang mit der Infektion in Deutschland. Das Virus hatte sich über alle 16 Bundesländer verbreitet, wobei die höchsten Fallraten in Hamburg, Bayern und Baden-Württemberg verzeichnet wurden ¹³. In den folgenden Wochen nahm die Zahl der Infektionen und Todesfälle in Zusammenhang mit COVID-19 weiter zu ⁸.

5.2.2.3. Maßnahmen zur Eindämmung des Virus innerhalb Deutschlands

Als das neuartige Coronavirus am 28.01.2020 erstmalig in Deutschland nachgewiesen wurde, fanden umgehend Isolationsmaßnahmen in bayerischen Krankenhäusern statt. Kontakte der Betroffenen wurden ausfindig gemacht ^{50,125}. Reiserückkehrerinnen und Reiserückkehrer aus China wurden unter behördlich angeordnete Quarantäne gestellt und labordiagnostisch getestet. Im Rahmen des Infektionsschutzgesetzes wurde die namentliche Meldepflicht um das neuartige Coronavirus erweitert und die WHO wurde über Krankheitsausbrüche informiert ⁷. Vor vielen anderen Institutionen oder Ländern in Europa wies das RKI daraufhin, dass das Tragen einer Maske im öffentlichen Raum sinnvoll sein kann, um Mitmenschen vor einer Ansteckung zu schützen. Bis Anfang April

2020 erfolgte jedoch keine generelle Empfehlung zum Tragen von Masken ¹³⁰. Das RKI schätzte die Gefahr für die Gesundheit der deutschen Bevölkerung Ende Januar 2020 noch als gering ein, verfolgte jedoch das globale Geschehen in diesem Zusammenhang und blieb in Kontakt mit den Bundesländern, der WHO, dem ECDC sowie den Nachbarländern ¹⁴. Im Verlauf kam es zu raschen Veränderungen der Risikogebiete, woraufhin das RKI das Risiko für die Gesundheit der deutschen Bevölkerung auf gering bis mäßig einstuft. Zur frühzeitigen Erkennung einer Infektion wurde empfohlen Verdachtsfälle wie Rückkehrer aus Risikogebieten und Personen mit Symptomen einer Viruspneumonie differentialdiagnostisch auf SARS-CoV-2 abzuklären. Eine Orientierungshilfe für Ärzte in Form eines Flussschemas wurde erstellt und Betroffenen erhielten Merkblätter mit Informationen zu Quarantänemaßnahmen, Rechten, Regeln, Versorgung und Verhalten ¹³¹. Aufgrund der weiteren Entwicklung mit Infektionsmeldungen aus allen 16 Bundesländern ging das RKI von einer weiteren starken Zunahme der Infektionsfälle aus ¹³². Das primäre Ziel bestand laut dem RKI in der Verlangsamung der Ausbreitung der Erkrankung. Zu diesem Zweck wurde eine Strategie mit drei Komponenten empfohlen: Eindämmung, Schutz und Folgeminderung. Dies umfasste insbesondere die Identifikation von Fällen sowie die Absonderung Erkrankter und enger Kontaktpersonen mit erhöhtem Erkrankungsrisiko, etwa durch Quarantänemaßnahmen. Als prophylaktische Schutzmaßnahme appellierte man an die Arbeitgeber, öffentlichen Institutionen sowie die gesamte Bevölkerung zu einem gesellschaftlichen und solidarischen Verhalten, bestehend z.B. aus Kontaktreduktionen, Absagen von Großveranstaltungen sowie Veranstaltungen in geschlossenen Räumlichkeiten, Gewährleistung der Abstandseinhaltung von eins bis zwei Metern und der Schließung öffentlicher Einrichtungen. Besonders vulnerable Gruppen wie ältere Menschen, Menschen mit chronischen Grundkrankheiten und medizinisches Personal galt es gezielt zu schützen ¹³³. Zur Erstellung eines Pandemieplanes wurde Ende Februar 2020 ein gemeinsamer Krisenstab bestehend aus dem Bundesinnenministerium und dem Bundesgesundheitsministerium aufgebaut, welcher im Verlauf weitere Sitzungen hielt. Bei der dritten Sitzung des gemeinsamen Krisenstabs wurde aufgrund des gestiegenen Eigenbedarfs und zunehmenden Lieferengpässen beschlossen den Export von medizinischer Schutzausrüstung zu verbieten ¹³⁴. Am 09. März 2020 richteten sich der damalige Bundesgesundheitsminister Jens Spahn und die damalige Bundesforschungsministerin Anja Karliczek an die Öffentlichkeit, indem sie zur Kontaktverminderung aufriefen und über den aktuellen Stand der Forschung sowie die Suche nach einem Impfstoff aufklärten ¹³⁵. Aufgrund der zunehmenden Infektionsausbreitung riet das Auswärtige Amt dringend von Reisen in die Risikogebiete

wie z.B. Südtirol in Italien ab ¹⁰⁷. Der gemeinsame Krisenstab riet nach seiner fünften Sitzung zur Absage von Großveranstaltungen mit mehr als 1,000 Teilnehmenden ¹³⁴. In Bayern wurden Großveranstaltungen gestrichen und es wurden vermehrte Grenzkontrollen durchgeführt ¹³⁶. Die Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel, RKI-Präsident Prof. Dr. Lothar Wieler und der Bundesgesundheitsminister Jens Spahn informierten erneut in einem gemeinsamen Treffen über die Pandemie, die Auswirkungen für Deutschland und über die Findung einer Balance zwischen Einschnitten und Alltag. Am 12. März 2020 schätzte das ECDC das Risiko für eine verbreitete und anhaltende COVID-19-Übertragung als mäßig bis hoch ein. Jens Spahn forderte Reisende auf sich unmittelbar nach der Rückkehr aus der Schweiz, Österreich und Italien freiwillig für zwei Wochen in Quarantäne zu begeben. Außerdem kündigte er einen erhöhten Bedarf an Beatmungs- und Intensivstationskapazitäten an. Elektive chirurgische Eingriffe sollten verschoben werden und wirtschaftliche Mehrkosten, die für die Krankenhäuser gegenüber den Krankenkassen entstehen, sollten zur Aufrechterhaltung der medizinischen Versorgung staatlich ausgeglichen werden. Wenige Tage nach den USA sowie einigen Nachbarländern galten nun auch für Deutschland Einreiseeinschränkungen. Deutsche Staatsbürger, die sich Mitte März 2020 im Ausland befanden, wurden mit Unterstützung des Auswärtigen Amtes in die Bundesrepublik zurückgeführt. Des Weiteren wurde ein Gesetz zur befristeten krisenbedingten Verbesserung der Regelung für das Kurzarbeitergeld erlassen. Außerdem wurde eine Allgemeinverfügung zur Einschränkung der Besuchsrechte für Krankenhäuser, Pflege- und Behinderteneinrichtungen veröffentlicht. Großveranstaltungen mit mehr als 1,000 Teilnehmenden wurden in allen Bundesländern offiziell untersagt. Regional wurden weitere Einschränkungen erlassen, z.B. hinsichtlich kultureller Einrichtungen und Gastronomiebetrieben. In NRW erfolgten erstmalig Erlässe zu weiteren kontaktreduzierenden Maßnahmen. Hierzu zählen unter anderem ein 14-tägiges Betretungsverbot von bestimmten öffentlichen Einrichtungen für Reiserückkehrer aus Risikogebieten und Verpflichtungen für Krankenhäuser, Altenheime und ähnliche Einrichtungen zur Beachtung und Durchführung von Schutzmaßnahmen wie z.B. Besuchsverbote, im Sinne der Reduktion der Virusausbreitung. Außerdem erfolgten Schließungen bzw. Einstellungen von Einrichtungen, Begegnungsstätten und anderen öffentlichen Angeboten, unter anderem von Schulen und Kindertagesstätten. Ausnahmeregelungen gab es z.B. für Bibliotheken. Hier konnte der Betrieb unter bestimmten Voraussetzungen wie Besucherregistrierung mit Kontaktdaten, Reglementierung der Besucherzahl, Vorgaben für Mindestabstände zwischen Tischen, Aushängen mit Hinweisen zur richtigen Hygienemaßnahmen etc. weitergehen ¹³⁷. Als

Reaktion auf die COVID-19-Pandemie setzte die Fußball Bundesliga am 13. März 2020 den Spielbetrieb vorübergehend aus ¹³⁸.

Drei Tage später beschloss die Bundesregierung weitere Maßnahmen wie Schließungen des Einzelhandels mit wenigen Ausnahmen, Schließungen von Freizeit- und Sporteinrichtungen sowie gastronomischer Betriebe. Nur unterbestimmten Auflagen bzw. in eingeschränkter Form durften Gastronomiebetriebe weiterarbeiten. Außerdem wurden die Grenzen zu den Nachbarländern, mit Ausnahmen für den Warenverkehr und Berufspendler, vorübergehend geschlossen und Urlaubsreisen ins In- und Ausland wurden untersagt ¹³⁹.

Das RKI stufte am 17. März 2020 das COVID-19-Risiko für die deutsche Bevölkerung als hoch ein ¹⁰⁴. Im Sinne der Drei-Komponenten-Strategie der WHO riefen der damalige Bundesgesundheitsminister Jens Spahn und der bayerische Ministerpräsident Dr. Markus Söder in einer gemeinsamen Pressekonferenz zur Solidarität der Bürgerinnen und Bürger auf und erläuterten die Notwendigkeit der Einschnitte in den Alltag der Menschen. Außerdem wurde eine SARS-CoV-2-Eindämmungsmaßnahmenverordnung erlassen sowie eine Allgemeinverfügung für Ausnahmegenehmigungen im Arbeitszeitrecht. Am 18. März 2020 hielt die damalige Bundeskanzlerin Frau Dr. Angela Merkel im Rahmen der Tagesschau im ersten deutschen Fernsehen eine öffentliche Ansprache. Hierin appellierte sie ebenfalls an die Solidarität der Bürgerinnen und Bürger, sprach sich für Demokratie und Transparenz aus, klärte über den Stand und die Ziele der Epidemiebekämpfung auf und dankte den Berufsklassen, welche hierbei unabdingbar waren ¹⁴⁰. In einer weiteren Pressekonferenz beschlossen Bundesgesundheitsminister Jens Spahn und Pflegebevollmächtigter Andreas Westerfellhaus nicht notwendige bürokratische Hürden abzubauen, um die Arbeitsbelastung der Pflegekräfte zu reduzieren und die Versorgung der Patientinnen und Patienten aufrecht zu erhalten ¹³⁴. Laut einer Umfrage des ARD-DeutschlandTrend gaben knapp 50 % der Wahlberechtigten an, Angst vor einer SARS-CoV-2-Infektion zu haben ¹⁴¹. Nach mehreren gemeinsamen Sitzungen einigten sich die Bundesregierung und die Regierungen der Bundesländer am 22. März 2020 auf die Einführung eines bundesweiten Kontaktverbots sowie auf weitere umfassende Maßnahmen zur Eindämmung der Pandemie ^{142,143}. Diese Maßnahmen entsprachen in ihrer Gesamtheit einem Lockdown und zielten darauf ab, die zwischenmenschlichen Kontakte drastisch zu reduzieren, um die Verbreitung des Virus zu verlangsamen. Im Rahmen des Kontaktverbots wurden Ansammlungen von mehr als zwei Personen im öffentlichen Raum untersagt. Ausgenommen von dieser Regelung waren Personen, die im selben

Haushalt lebten, sowie enge Familienangehörige. Mit Ausnahme der genannten Personen galt es in der Öffentlichkeit einen Mindestabstand von 1.5 Metern einzuhalten. Darüber hinaus wurden gastronomische Betriebe zur Schließung verpflichtet. Lediglich der Außerhausverkauf durch Abholung oder Lieferung blieb weiterhin gestattet. Auch zahlreiche Einzelhandelsgeschäfte, die nicht der Grundversorgung dienten, mussten ihren Betrieb vorübergehend einstellen. Davon ausgenommen waren unter anderem Supermärkte, Apotheken, Drogerien und Banken. Insgesamt führten diese Regelungen zu einer weitreichenden Einschränkung des öffentlichen Lebens, was sich in der Stilllegung von Freizeit-, Kultur- und Bildungsangeboten manifestierte. Die Maßnahmen traten unmittelbar nach dem Beschluss in Kraft und waren zunächst auf eine Dauer von zwei Wochen begrenzt ^{84,142}. In Anbetracht der weiterhin angespannten epidemiologischen Lage wurden sie jedoch mehrfach verlängert. Erste schrittweise Lockerungen der Beschränkungen erfolgten ab Mitte April 2020 ^{143,144}. Ebenfalls am 22. März 2020 veröffentlichte das Bundesland NRW eine Verordnung zum Schutz von Neuinfizierungen mit SARS-CoV-2. Diese beinhaltete u.a. Handlungsrichtlinien und Strafenkataloge für Reiserückkehrerinnen und Reiserückkehrer, stationäre Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen, öffentliche und private Veranstaltungen, sowie berufliche Angelegenheiten ²⁹. Das vornehmliche Ziel bestand zu diesem Zeitpunkt darin, die Ausbreitung des Virus zu verlangsamen und gleichzeitig die Intensivkapazitäten im Hinblick auf steigende Infektionszahlen auszubauen ¹³⁴. Des Weiteren wurde ein Expertenpapier des Bundesinnenministeriums bekannt, indem sich nach dem Vorbild Südkoreas auf die Strategie der Massentestungen und frühzeitigen Isolationsmaßnahmen infizierter Personen zur Bewältigung der Krise berufen wurde ²⁰. Das Kabinett verabschiedete zwei Gesetzesentwürfe des Bundesgesundheitsministers. Zum einen handelte es sich um das COVID-19-Krankenhausentlastungsgesetz mit dem Ziel die wirtschaftlichen Folgen der Pandemie für Krankenhäuser und Vertragsärzte aufzufangen ¹⁴⁵. Zum anderen sollte die Reaktionsfähigkeit des Landes auf Epidemien mit dem Gesetz zum Schutz Bevölkerung in einer epidemischen Lage von nationaler Tragweite verbessert werden. Durch dieses Gesetz erhielt der Bund zusätzliche Kompetenzen bei der Epidemiebekämpfung ¹⁴⁶. Weitere Gesetze wie u.a. das NRW-Rettungsschirmgesetz, das Nachtragshaushaltsgesetz, und das Wirtschaftsstabilisierungsfondsgesetz sowie Gesetze zur Abmilderung der Folgen der Pandemie im Zivil-, Insolvenz- und Strafverfahrensrecht wurden in den folgenden Tagen erlassen ¹³⁹. Aufgrund der COVID-19-Pandemie erfolgte die Verschiebung der Olympischen Sommerspiele 2020 in Tokio um ein Jahr ¹⁴⁷. Am 28. März 2020 dämpfte Kanzleramtsminister Braun die Hoffnungen auf eine rasche Aufhebung der

Ausgangsbeschränkungen und stellte klar, dass die geltenden Maßnahmen voraussichtlich bis mindestens zum 20. April 2020 beibehalten werden müssen ¹³⁹.

5.2.2.4. Maßnahmen zur Eindämmung des Virus innerhalb Solingens, NRW

Vor dem Bekanntwerden des ersten Infektionsfalles in Solingen wurden bereits Vorkehrungen getroffen. Das Lungenfachkrankenhaus Bethanien übernahm die Aufgabe als offizielle zentrale Anlaufstelle. Die anderen zwei lokalen Krankenhäuser sowie die Altenpflegeheime trafen Vorkehrungen. Ein Krisenstab wurde gegründet ¹⁴⁸. Nachdem am 13. März 2020 fünf Infektionsfälle in Solingen bekannt wurden, wovon sich drei in stationärer Behandlung im Krankenhaus Bethanien befanden, richtete sich der damalige Oberbürgermeister Tim Kurzbach an die Öffentlichkeit und appellierte an die Eigenverantwortung der Solinger Bürger. Am Folgetag beschloss der Krisenstab einige Einschränkungen zur Virusausbreitung. Hierzu zählten u.a. die Absagen von mehreren Gottesdiensten, die Etablierung einer Notbetreuung in Kindertagesstätten, das Schließen von öffentlichen Gebäuden, von Fitnessstudios, Kinos sowie dem Kundencenter der Stadtwerke. Außerdem wurden Spielplätze geschlossen, Restaurants schlossen um 15 Uhr, Busse fuhren seltener und öffentliche Veranstaltungen wie z.B. die Kulturnacht, das Dürpelfest, das Gräfrather Marktfest und die Aktion Stadtradeln fielen aus ¹⁴⁹. Bei weiter steigenden Infektionszahlen wandte sich der Oberbürgermeister erneut an die Öffentlichkeit und bat die Bürger dringend sich an die Vorgaben zu halten ¹⁴⁸. In einem Interview mit der lokalen Zeitung benannte der Chefarzt der Solinger Lungenfachklinik Bethanien Prof. Dr. Winfried Randerath das Abstandhalten als den sichersten Infektionsschutz. Zusätzlich klärte er über Coronatests und deren Aussagekraft auf. In den folgenden Tagen stieg die Zahl der Erkrankten in Solingen weiter an, sodass viele Geschäfte sowie alle Gaststätten und Friseurbetriebe komplett schließen mussten. Parks wurden ebenfalls geschlossen. Weitere Einschränkungen gab es für Vereine und Hotels. Gemeinsam mit den Oberbürgermeistern aus Wuppertal und Remscheid beschloss Tim Kurzbach Zusammenkünfte von mehr als vier Personen im Städtedreieck zu untersagen. In einer Videoansprache wandte er sich an die Bürger mit der Bitte zuhause zu bleiben. Es wurden deutlich menschenleere öffentliche Plätze in Solingen registriert. Auf Parkgebührenkontrollen wurde verzichtet. Der Bürgermeister Ernst Lauterjung bot eine Telefonsprechstunde an. Gottesdienste wurden online angeboten. Das Rathaus startete einen Aufruf zur Mithilfe von Ärztinnen und Ärzten, Pflegepersonal sowie in der Ausbildung befindlichem medizinischen Personal. In den Kliniken herrschte ein teilweises bis komplettes Besuchsverbot. Elternbeiträge für

Kindertagesstätten, Tagespflege und offene Ganztagschulen wurden ausgesetzt und Senioren erhielten diverse Unterstützungsmaßnahmen durch ehrenamtliche Helferinnen und Helfer. Am 25. März 2020 wurden öffentliche Parks wieder geöffnet. Trotz der genannten Maßnahmen zur Infektionsausbreitung stieg die Zahl der bestätigten Fälle in Solingen weiter an ¹⁴⁹.

5.3. Interpretation der Testergebnisse unter besonderer

Berücksichtigung der Forschungsfrage 2

In den Ergebnissen dieser Studie zeigt sich im Studienzeitraum sowohl bei der Anzahl der durchgeführten Testungen als auch bei der Zahl der positiven Testergebnisse ein Anstieg (Abb. 3). An Wochenenden wurden im Mittel etwa halb so viele Testungen durchgeführt wie an Wochentagen (28,7 vs. 57,9). Die höchste Anzahl an Testungen wurde am 23. März 2020 mit insgesamt 107 durchgeführt. An den Tagen 19., 20. und 27. März 2020 wurden jeweils mehr als 80 Testungen durchgeführt (86, 85 bzw. 87). Die geringste Anzahl an Testungen wurde in den ersten Tagen nach Eröffnung der COVID-19-Ambulanz verzeichnet. Die höchste Zahl an SARS-CoV-2-Nachweisen trat am 17. März 2020 mit zwölf positiven Testergebnissen auf, gefolgt vom 13. und 19. März 2020 mit jeweils neun positiven Testergebnissen. In den kumulativen Fallzahlen zeigt sich ab dem 19. März bis zum 29. März 2020 sowohl in dieser Studie als auch im deutschlandweiten Vergleich ein deutlicher Anstieg der positiv getesteten Fälle (Abb. 6 A u. B). Signifikante Unterschiede in den relativen Anteilen zwischen den Studienergebnissen und den deutschlandweiten Daten bestanden nicht.

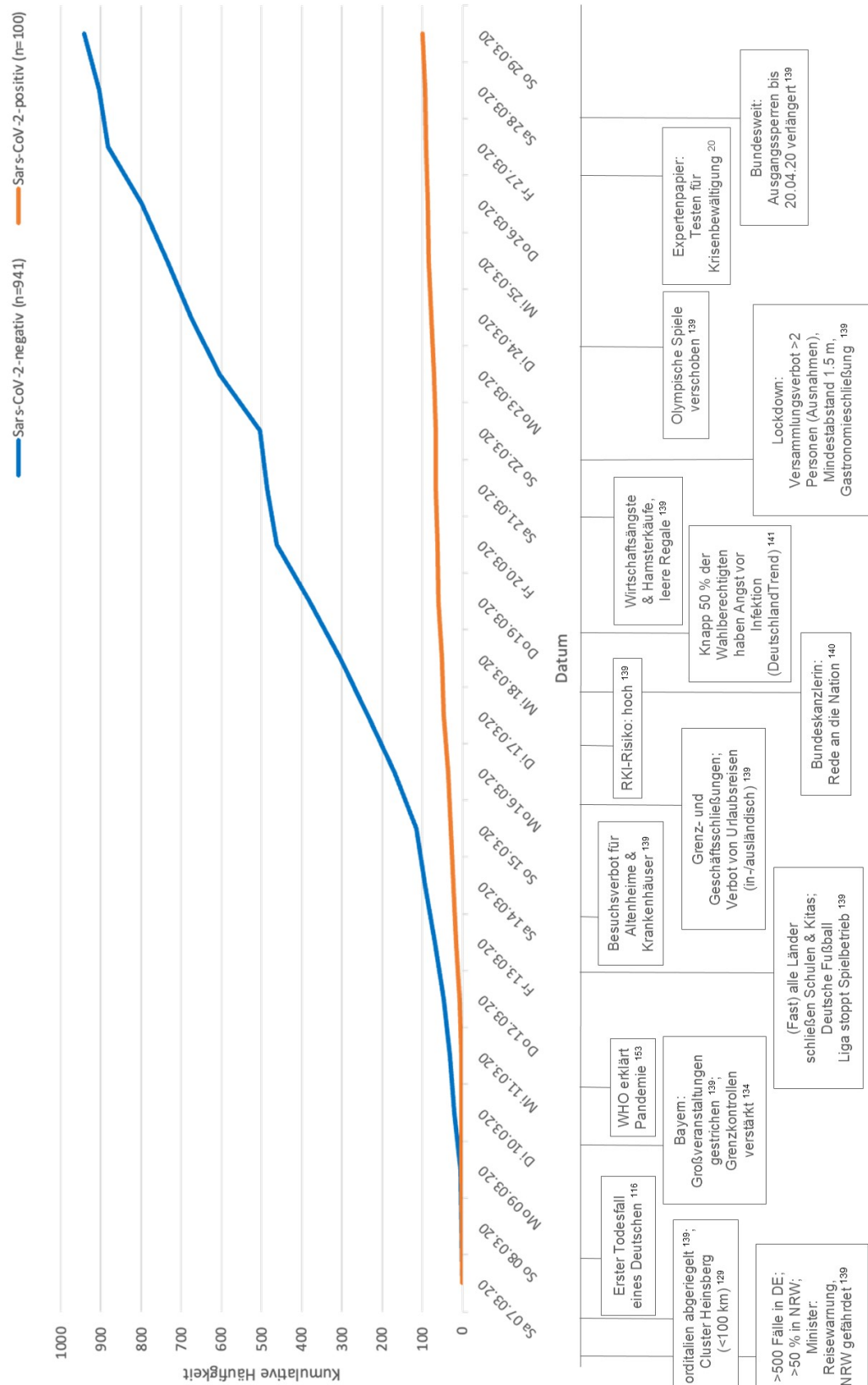


Abbildung 10 – Kumulative Häufigkeit der Testergebnisse pro Tag mit Angabe mutmaßlich relevanter öffentlicher Kommunikation, Clusterbildung und Maßnahmen

Mehrere Einflussfaktoren auf das Testverhalten sind zu diskutieren. Zu Beginn ist anzunehmen, dass mit zunehmender Bekanntheit des Testzentrums in der Bevölkerung sowohl durch lokale mediale Berichterstattung als auch durch Mundpropaganda die Anzahl der durchgeführten Testungen anstieg.

Ein weiterer möglicher Einflussfaktor auf das Testverhalten am Standort Solingen ist das vermehrte Auftreten von Infektionen im Sinne eines Clusters im weniger als 100 Kilometer entfernten Landkreis Heinsberg ab dem 7. März 2020. Die Berichterstattung über den ersten SARS-CoV-2-assoziierten Todesfall in Deutschland sowie über weitere Todesfälle im Zusammenhang mit dem Heinsberg-Cluster könnte die Wahrnehmung der Relevanz der Erkrankung in der Bevölkerung erhöht und dadurch die Bereitschaft zur Testung beeinflusst haben ^{78,150}.

An Wochenenden war ein Rückgang der Anzahl der durchgeführten Testungen zu beobachten, was darauf hindeutet, dass der Inanspruchnahme von Testangeboten an arbeitsfreien Tagen eine geringere Priorität eingeräumt wurde.

Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes lebten am 31. Dezember 2019 insgesamt 646,460 italienische Staatsangehörige in Deutschland ¹⁵¹. Italien gilt als ein beliebtes Urlaubsziel unter den Deutschen ¹⁵². Die Abriegelung Norditaliens und kurz darauf des gesamten Landes könnte zum einen eine persönliche Betroffenheit, zum anderen Zukunftsängste hinsichtlich der weiteren Entwicklung im eigenen Land hervorgerufen haben ^{96,153}. Ein beeinflusstes Testverhalten ist zu postulieren.

Es folgten in den nächsten Tagen und Wochen öffentliche Ansprachen durch verschiedene politische Führungskräfte wie unter anderem die Bundeskanzlerin, den Bundesgesundheitsminister, die Bundesforschungsministerin und den RKI-Präsidenten. Zentrale Inhalte dieser Ansprachen waren die Empfehlung zur Kontaktverminderung, die Aufklärung über den aktuellen Stand der Forschung sowie das Finden einer Balance zwischen Einschnitten und Alltag wichtige Themen ¹³⁴. Auch hierdurch sind ein gesteigertes individuelles Bewusstsein sowie eine veränderte Bereitschaft zur Inanspruchnahme von Testungen zu diskutieren.

Absagen von Großveranstaltungen im zu diesem Zeitpunkt schwer betroffenen Bundesland Bayern sowie die Verstärkung von Grenzkontrollen könnten regional zu einer veränderten Testbereitschaft geführt haben ¹³⁴. Ob diese Maßnahmen einen die Testbereitschaft der Menschen in anderen Bundesländern beeinflussten, lässt sich nicht sicher beurteilen.

Ein weiterer möglicher Einflussfaktor ist die am 11. März 2020 erfolgte Bekanntmachung der WHO über das weltweite Ausmaß des Krankheitsausbruches, im Sinne der offiziellen Pandemieerklärung ^{6,134}. Zu relativieren ist dieser, als dass nicht sichergestellt ist, dass alle Menschen mit der Begrifflichkeit vertraut waren.

In den folgenden Tagen erfolgten in den meisten Bundesländern, unter anderem in NRW, Schließungen von Schulen und Kindertagesstätten. Des Weiteren erfolgten weitgehende Schließungen von Landesgrenzen sowohl seitens Deutschlands als auch seitens einiger Nachbarländer. Geschäfte, mit einigen wenigen Ausnahmen wie z.B. Apotheken, mussten ebenfalls schließen ¹³⁹. Großveranstaltungen mit 1,000 Teilnehmern, zum Teil auch weniger, wurden in allen Bundesländern verboten ^{134,137}. Aufgrund der weitreichenden Einschränkungen des Alltags ist von einer breiten persönlichen Betroffenheit der Bevölkerung auszugehen, die zu einer veränderten Wahrnehmung des durch das Virus ausgehenden Risikos geführt haben könnte. In der Folge könnte auch das Testverhalten beeinflusst worden sein.

Aufgrund der steigenden Infektionszahlen stoppte die Deutsche Fußball Liga am 13. März 2020 vorübergehend den Spielbetrieb ¹³⁹. Fußball ist in Deutschland weit mehr als nur eine Sportart. Tief in der Alltagskultur verankert, prägt Fußball das öffentliche Leben in Deutschland maßgeblich und fungiert durch seine Präsenz in allen sozialen Milieus und Altersgruppen als zentrales Medium gesellschaftlicher Integration und kollektiver Identifikation ¹⁵⁴. Durch diesen Wegfall ist für viele Menschen in Deutschland eine Betroffenheit anzunehmen. Ein möglicher Einfluss auf das Testverhalten lässt sich diskutieren.

Zum Schutze der besonders vulnerablen Bevölkerung wurden am 14. März 2020 Besuchsverbote in Altenheimen und Krankenhäusern eingeführt ¹³⁹. Es ist zu diskutieren, ob Menschen sich vermehrt testen ließen, um mit Hilfe des Nachweises eines negativen Testergebnisses Familienangehörige oder Freunde in entsprechenden Einrichtungen besuchen zu können. Bei den zum Zeitpunkt bestehenden strengen Testkriterien lässt sich nicht ausschließen, dass möglicherweise Falschangaben hinsichtlich Symptome, Kontakten zu Infizierten oder Aufhalten in Risikogebieten erfolgten, um eine Testung in einem offiziellen Testzentrum zu erhalten.

Die am 16. März 2020 durch die Bundesregierung beschlossenen Maßnahmen hinsichtlich Grenz- und Geschäftsschließungen sowie das Verbot von sowohl in- als auch ausländischen Urlaubsreisen, kann das Testverhalten der Menschen beeinflusst haben ¹³⁹. Einen Tag später bewertete das RKI das Risiko durch das Virus für die deutsche Bevölkerung erstmals als hoch. Dies könnte zu einer erhöhten

Risikowahrnehmung und einer daraus resultierenden Veränderung des Testverhaltens geführt haben ¹³⁹. Am selben Tag appellierte der WHO-Regionaldirektor für Europa an die Solidarität der Menschen und forderte die Länder auf mutigste Maßnahmen zu ergreifen um die Pandemie zu stoppen ¹⁵⁵. Es lässt sich diskutieren, wie die Bevölkerung auf eine derartige Aussage reagierte. Möglicherweise wurde zu diesem Zeitpunkt solidarisches und verantwortungsbewusstes Handeln dahingehend interpretiert, dass Kontakte zu reduzieren und sich regelmäßig beziehungsweise spätestens bei Auftreten von Krankheitssymptomen testen zu lassen, angemessen sei.

Von großer medialer Reichweite war die 13-minütige Fernsehrede der Bundeskanzlerin am 18. März 2020 ¹⁴⁰. Dies war die erste offizielle Rede der Bundeskanzlerin zum Thema COVID-19. Sie wurde auf mehreren Fernsehsendern öffentlich ausgestrahlt und von mehr als 25 Millionen Menschen an diesem Tag gesehen ¹⁵⁶. Zentrale Inhalte der Rede waren die Ernsthaftigkeit der Pandemie, die Aufklärung über einen Mangel an Therapie und das Ziel die Ausbreitung des Virus zu verlangsamen ¹⁴⁰. Einen Tag nach dem Fernsehauftritt der Bundeskanzlerin ließ sich sowohl am Standort Solingen als auch auf nationaler Ebene ein deutlicher Anstieg der SARS-CoV-2-Testungen beobachten. Es kann postuliert werden, dass die Rede das Testverhalten der Bevölkerung beeinflusst hat, insbesondere angesichts der deutschlandweiten Zunahme der Testzahlen in den unmittelbar folgenden Tagen.

Auch Entwicklungen in Nachbarländern sowie in beliebten Reisezielen der deutschen Bevölkerung könnten das Testverhalten beeinflusst haben. Am 19. März 2020 wurde ganz Tirol in Österreich unter Quarantäne gestellt und am 20.03.2020 verhängte die Schweiz den Notstand und schloss die Grenze zu Deutschland ^{118,119}.

Die Angst vor einer Infektion mit dem Coronavirus nahm in der deutschen Bevölkerung zu. Laut einer Erhebung des ARD-DeutschlandTrends befürchteten Mitte März 2020 rund 50 % der Wahlberechtigten, dass sie selbst oder Angehörige erkranken könnten. Dies entsprach einer Verdopplung gegenüber dem Wert von zwei Wochen zuvor ¹³⁹. Das Ergebnis der Umfrage an sich, belegt die zunehmende Sorge der Menschen, die Information über das Empfinden der Mitmenschen könnte zusätzlich Ängste geschürt haben und zu einem veränderten Testverhalten geführt haben.

Weitere potenzielle Einflussfaktoren auf das Testverhalten könnten Sorgen über das internationale Ausmaß des Ausbruchs gewesen sein, etwa ausgelöst durch die Verkündung von Reisewarnungen am 20. März 2020 oder die Verschiebung der Olympischen Sommerspiele in Tokio am 24. März 2020 ¹³⁹.

Im Kontext eines möglichen sekundären Krankheitsgewinns sollte auch der Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses zur Änderung der Richtlinie über die Beurteilung der Arbeitsunfähigkeit vom 20. März 2020 als potenzieller Einflussfaktor auf das Testverhalten berücksichtigt werden. Demnach konnte die Feststellung der Arbeitsunfähigkeit für bis zu sieben Kalendertage rückwirkend ab dem 9. März 2020 nach telefonischer Anamnese durch den behandelnden Arzt erfolgen, auch ohne persönlichen Kontakt, bei Erkrankungen der oberen Atemwege ohne schwere Symptomatik und ohne Erfüllung der RKI-Kriterien für einen begründeten Verdacht auf SARS-CoV-2-Infektion ¹⁵⁷.

Sorgen um die Wirtschaftslage als Arbeitgeber oder Arbeitnehmer sowie leere Supermarktregele aufgrund von Hamsterkäufen könnten die Testbereitschaft der Bevölkerung beeinflusst haben ¹³⁹.

Ein besonderer Einfluss auf das Testverhalten ist im Zusammenhang mit dem ersten Lockdown zu postulieren. Insbesondere das bundesweite Kontaktverbot, das am 22. März 2020 in Kraft trat, könnte aufgrund der direkten persönlichen Betroffenheit ein entscheidender Faktor gewesen sein. Zu den Maßnahmen des Lockdowns gehörten das Verbot von Versammlungen mit mehr als zwei Personen außerhalb des eigenen Haushalts sowie die Einhaltung eines Mindestabstands von 1,5 Metern in der Öffentlichkeit ¹⁴². Die Ergebnisse dieser Studie stehen im Kontrast zu Daten einer Untersuchung des ersten Testzentrums in München, in der eine Korrelation zwischen Lockdown-Maßnahmen und einem Rückgang der Testzahlen beschrieben wurde, welcher mit niedrigeren gemeldeten Fallzahlen assoziiert war ¹³⁷.

Ein weiterer politischer Appell an die Bevölkerung, der das Testverhalten beeinflussen könnte, erfolgte am 26. März 2020 durch den Bundespräsidenten, der bei weiter steigenden Infektionszahlen zur Solidarität der Bürger aufrief ¹³⁹.

Neben den von der Bundesregierung ergriffenen Maßnahmen und den öffentlichen Äußerungen führender Politikerinnen und Politiker könnten auch Expertenmeinungen das Testverhalten der Bevölkerung beeinflusst haben. Im Verlauf der Pandemie wurden Virologinnen und Virologen von politischen Parteien zur Beratung hinzugezogen. Besonders hervorzuheben ist Professor Dr. Christian Drosten, der als enger Berater der Bundeskanzlerin fungierte. Für seine faktenbasierte öffentliche Kommunikation und seine beratende Tätigkeit gegenüber politischen Entscheidungsträgern wurde er mit dem „Sonderpreis für herausragende Wissenschaftskommunikation“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Stifterverbands ausgezeichnet. Durch diese Aktivitäten trug er maßgeblich dazu bei, wissenschaftliche Erkenntnisse als Grundlage

politischer Entscheidungen zu verankern¹⁵⁸. Die Expertenmeinungen waren jedoch nicht einheitlich. So warnte der Virologe und CDU-Politiker Professor Dr. Hendrick Streeck vor vorschnellen Maßnahmen und plädierte für eine stärkere evidenzbasierte Forschung. Im Gegensatz dazu bezeichnete der Internist und SPD-Politiker Dr. Wolfgang Wodarg die Quarantänemaßnahmen und Verbotsregelungen als überzogen und argumentierte, dass ein positives Testergebnis allein keine klinische Relevanz habe^{159,160}. Wenige Tage später distanzierte sich Transparency International Deutschland, ein gemeinnützig tätiger Verein mit dem Zweck der Bekämpfung und Eindämmung von Korruption von Dr. Wodarg¹⁶¹. Diese Uneinigkeiten seitens der Expertinnen und Experten könnte zu einer zunehmenden Verunsicherung der Bevölkerung geführt haben und sowohl einen Einfluss hinsichtlich gesteigertem als auch herabgesetztem Testverhalten gehabt haben.

Am 27. März 2020 erfolgte durch die öffentlichen Medien eine Bekanntmachung über ein Expertenpapier des Bundesinnenministeriums. Neben Isolationsmaßnahmen war hierin die Rede von Massentestungen zur Krisenbewältigung²⁰. Diese Bekanntmachung und Erkenntnis könnte Menschen dazu bewegt haben, ein Testzentrum aufzusuchen.

Ein weiterer potenzieller Einflussfaktor war die bundesweite Verlängerung der Ausgangssperren bis zunächst zum 20. April 2020. Die Fortsetzung alltagsbeschränkender Maßnahmen könnte dazu geführt haben, dass Einzelpersonen ihre persönliche Situation neu bewerteten, was möglicherweise auch ihr Testverhalten beeinflusste¹³⁹.

In der Zusammenschau deutet die Zunahme der durchgeführten Tests im Verlauf des Studienzeitraums auf multifaktorielle Ursachen hin. Zu den potenziellen Einflussfaktoren zählen die wachsende Bekanntheit der Testzentren in der Bevölkerung, die mediale Berichterstattung über das Pandemiegeschehen sowie politische und gesellschaftliche Maßnahmen, die ein Gefühl persönlicher Betroffenheit hervorriefen. Darüber hinaus könnten auch Aussagen von Expertinnen und Experten die Testbereitschaft beeinflusst haben. Weitere Einflussfaktoren wie zum Beispiel mediale Stellungnahmen prominenter Persönlichkeiten können nicht ausgeschlossen werden.

5.3.1. Schließung der Literaturlücke

Trotz zahlreicher Studien zur COVID-19-Pandemie bestehen bislang nur wenige quantitative Analysen, die sich systematisch mit der frühen Phase des Ausbruchs in Deutschland befassen. Insbesondere fehlen empirische Untersuchungen zu den Charakteristika der ersten Infizierten im Vergleich zu negativ getesteten Personen, etwa

hinsichtlich Alter, Vorerkrankungen, Symptomatik oder dem mutmaßlichen Übertragungsweg.

Diese Studie schließt diese Forschungslücke, da sie auf einer qualitativ hochwertigen Datengrundlage basiert. Der Standort Solingen wurde gezielt ausgewählt, weil am Krankenhaus Bethanien eine zuverlässige Erfassung aller Patientinnen und Patienten mit entsprechender Testindikation möglich war. Während des gesamten Untersuchungszeitraums kam es zu keinen kapazitätsbedingten Einschränkungen. Sowohl Fachpersonal als auch Räumlichkeiten sowie Schutz- und Testmaterialien standen jederzeit in ausreichendem Umfang zur Verfügung, wodurch eine verzerrungsarme Datenerhebung gewährleistet werden konnte. Zudem liegt Solingen in unmittelbarer Nähe zum Kreis Heinsberg (<100 km), einem der frühesten und größten Infektionscluster Deutschlands, was der Untersuchung besondere Relevanz im Hinblick auf die regionale Ausbreitungsdynamik verleiht. Darüber hinaus existieren bislang kaum vergleichbare quantitative Studien aus dem Bundesland NRW, die sich mit der frühen Phase der Pandemie beschäftigen. Die vorliegende Arbeit leistet daher einen wichtigen Beitrag zur Schließung einer empirischen Lücke in der COVID-19-Forschung in Deutschland. Die frühe Phase der COVID-19-Pandemie in Deutschland stellt aus epidemiologischer Perspektive eine besonders geeignete Ausgangsbasis für Analysen dar, da die damals geltenden strikten Testkriterien zu einer selektiven Erfassung eines klar abgegrenzten und gut beschreibbaren Fallkollektivs führten. Diese gezielte Auswahl ermöglicht differenzierte Einblicke in relevante Übertragungsmuster und populationsspezifische Merkmale.

5.3.2. Implikationen für zukünftiges Pandemiemanagement

Ein zentrales Ziel dieser Arbeit bestand darin, aus der frühen Phase der COVID-19-Pandemie verwertbare Erkenntnisse zu gewinnen, um daraus Handlungsempfehlungen für den Umgang mit zukünftigen pandemischen Lagen abzuleiten. Obwohl sich virale Erreger in ihrer Übertragbarkeit, Pathogenität und Bevölkerungsdurchdringung unterscheiden, lassen sich aus dem Verlauf der COVID-19-Pandemie allgemeine Prinzipien für ein effektives Pandemiemanagement identifizieren.

Die Beantwortung der ersten Forschungsfrage liefert mehrere relevante Implikationen für das zukünftige Management von Pandemien. Zunächst zeigt sich, dass eine frühzeitige, systematische und umfassende Erfassung klinischer und demografischer Daten entscheidend ist, um fundierte Aussagen über Risikogruppen,

Symptomverteilungen und potenzielle Übertragungswege treffen zu können. Die vorliegende Studie verdeutlicht, dass eine qualitativ hochwertige Datenlage auch in der Anfangsphase einer Pandemie erreichbar ist, sofern ausreichende personelle und materielle Ressourcen vorhanden sind. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, bereits zu einem frühen Zeitpunkt flexible und belastbare Strukturen zur Datenerhebung und -auswertung bereitzustellen.

Besonders relevant ist die Beobachtung, dass ein überdurchschnittlich hoher Anteil positiver Testergebnisse bei den 61- bis 70-Jährigen verzeichnet wurde. Gleichzeitig zeigen die Daten, dass sich die Mehrheit der positiv getesteten Personen im Alter zwischen 21 und 60 Jahren befand, also in jenen Altersgruppen, die beruflich und sozial besonders aktiv sind. Daraus ergibt sich die Bedeutung einer frühzeitigen, altersdifferenzierten Risikoabschätzung, um präventive Maßnahmen gezielt an vulnerable Gruppen anpassen zu können. Außerdem weist dies darauf hin, dass sich das Infektionsgeschehen in der Frühphase stark in der mobilen, arbeitenden Bevölkerung konzentrierte. Für das zukünftige Pandemiemanagement ergibt sich daraus die Notwendigkeit einer schnellen Identifikation und gezielten Isolation infizierter Personen in diesen Altersgruppen, um Übertragungsketten frühzeitig zu unterbrechen und Clusterbildungen zu vermeiden.

Ein weiterer zentraler Befund betrifft die mutmaßlichen Infektionsquellen. Nach der Kategorie „keine Angabe“ wurde „Ansteckung im Risikogebiet“ am zweithäufigsten berichtet. Dies weist darauf hin, dass Reisen in stark betroffene Regionen in der frühen Phase der Pandemie eine relevante Rolle für die Virusverbreitung spielten. Entsprechend wurden Rückkehrende aus Risikogebieten als potenziell relevante Zielgruppe für Quarantäne- und Isolationsmaßnahmen identifiziert.

Zudem zeigt der Vergleich von positiv und negativ getesteten Personen, dass zentrale Symptome wie Husten oder Halsschmerzen in beiden Gruppen häufig vorkamen. Diese Überschneidung macht deutlich, dass rein symptombasierte Einschätzungen in der Frühphase einer Pandemie nur eingeschränkt geeignet sind, um Infizierte zuverlässig zu identifizieren. Eine differenzierte Teststrategie, gestützt durch laborbasierte Diagnostik, ist daher unerlässlich.

Die Situation am Studienstandort belegt, dass eine konsequente Testung ohne Kapazitätsengpässe wertvolle epidemiologische Erkenntnisse ermöglicht. Für zukünftige Pandemien bedeutet dies, dass Testinfrastrukturen frühzeitig geplant und skalierbar gestaltet werden müssen, um eine verzerrungsfreie Erfassung des Infektionsgeschehens sicherzustellen. Schließlich zeigt die regionale Fokussierung

dieser Studie, dass lokale Daten eine wichtige Ergänzung zum nationalen Gesundheitsmonitoring darstellen. Sie ermöglichen ein besseres Verständnis ortsspezifischer Verläufe und sollten künftig systematisch in übergeordnete Entscheidungsprozesse integriert werden.

Die Ergebnisse im Zusammenhang mit Forschungsfrage 2 lassen relevante Handlungsempfehlungen und strategische Überlegungen für ein effektiveres zukünftiges Pandemiemanagement erkennen. Zur Steigerung der Testbereitschaft der Patientinnen und Patienten lassen sich drei Schlüsselfaktoren ableiten: Kommunikation, Wahrnehmung und Infrastruktur.

Eine transparente und gezielte Kommunikation seitens der politischen Führung sowie durch medizinische Expertinnen und Experten ist zu empfehlen. So können klare Botschaften, wie etwa durch öffentliche Ansprachen oder gezielte Medienkampagnen, sowohl die Testbereitschaft als auch das Risikobewusstsein in der Bevölkerung erhöhen.

Das Testverhalten selbst ist dabei als dynamisch und beeinflussbar zu verstehen. Es wird nicht nur durch die persönliche Symptomerfahrung, sondern auch durch die Wahrnehmung der allgemeinen Bedrohungslage, politische Maßnahmen (z. B. Schul- oder Grenzsicherungen) sowie durch Ereignisse in anderen Ländern geprägt.

Gesundheitsverhalten ist multifaktoriell gesteuert, d.h. neben konkreten Symptomen reagieren Menschen auch auf gesellschaftliche, mediale und politische Reize. Darüber hinaus können psychologische und soziale Faktoren wie sekundäre Krankheitsgewinne das Verhalten beeinflussen, was im Krisenmanagement berücksichtigt werden sollte ¹⁶².

Ein frühzeitiger, sichtbarer und niedrigschwelliger Zugang zu Testmöglichkeiten fördert die Inanspruchnahme der Angebote. Wichtig ist dabei eine breite Bekanntmachung durch lokale Medien, Behörden oder soziale Netzwerke.

Um Unsicherheit in der Bevölkerung zu vermeiden, sollte Expertenkommunikation koordiniert und faktenbasiert erfolgen. Uneinigkeit unter Fachleuten kann das Vertrauen in wissenschaftliche Aussagen untergraben. Daher ist eine einheitliche, transparente Kommunikation durch glaubwürdige Stimmen essenziell.

Zudem haben internationale Ereignisse – wie Notstandserklärungen oder Grenzsicherungen – Auswirkungen auf das lokale Verhalten. Nationale Kommunikationsstrategien sollten daher globale Entwicklungen mitbedenken.

Schließlich sind ein kontinuierliches Monitoring und die Analyse des Testverhaltens im Kontext politischer und gesellschaftlicher Ereignisse entscheidend. Eine systematische Auswertung dieser Zusammenhänge sollte integraler Bestandteil zukünftiger Pandemiepläne sein, um Maßnahmen evidenzbasiert gestalten zu können.

8. Limitationen und weitere Forschung

Trotz der überwiegend qualitativen und vollständigen Datenlage weist diese Studie mehrere Limitationen auf. Zu erwähnen ist, dass die Studie einen retrospektiven Charakter und ein monozentrisches Design aufweist. Eine methodische Limitation besteht in der uneinheitlichen Dokumentation der Symptome. Bis zum 15. März 2020 beruhte die Symptomerhebung auf Freitextangaben in ärztlichen Anamnesebögen, die teilweise unvollständig ausgefüllt wurden. Die Datenvalidität ist maßgeblich von einer sorgfältigen und konsistenten Dokumentation abhängig, die insbesondere in der frühen Phase der Pandemie unter hoher Arbeitsbelastung und erheblichem Zeitdruck erfolgte. Erst ab dem 16. März kam ein weiterer standardisierter Patientenfragebogen zur Anwendung, der neben spezifischen Symptomen auch Angaben zum vermuteten Übertragungsweg erfasste. Zusätzlich erfolgte eine telefonische Nachbefragung einzelner Patientinnen und Patienten, bei der zum Teil auch Langzeitfolgen bis zu acht Monate nach der Infektion erfasst wurden. Aufgrund des retrospektiven Charakters dieser Angaben ist ein Erinnerungsbias nicht auszuschließen. Es ist daher möglich, dass die tatsächlichen Symptome während der Akutphase im Nachhinein ungenau wiedergegeben wurden. Die fehlende Einheitlichkeit in der Datenerhebung kann zu Inkonsistenzen und damit zu einer eingeschränkten Validität der Symptomdaten geführt haben.

Ein mögliches Selektionsbias ist nicht auszuschließen, da insbesondere immobile Patientinnen und Patienten in der frühen Phase der Pandemie unzureichend erfasst wurden. Mobile Teststrukturen, etwa in Pflegeeinrichtungen oder Altenheimen, wurden erst im späteren Pandemieverlauf flächendeckend etabliert, wodurch ein systematischer Ausschluss bestimmter Bevölkerungsgruppen in der frühen Datenerhebung anzunehmen ist.

Zudem ist zu berücksichtigen, dass sich während des Studienzeitraums die vom RKI veröffentlichten Flussschemata zur Testindikation mehrfach änderten¹⁴⁰. Diese beruhten auf einer Kombination aus klinischen und epidemiologischen Kriterien. Auch wenn sich die jeweiligen Anpassungen nur geringfügig unterschieden, kann ein Einfluss auf die

ärztliche Entscheidung zur Testveranlassung nicht vollständig ausgeschlossen werden. Generell sind die Indikationskriterien für eine Testung aus epidemiologischer Sicht als ein Nachteil zu werten, aus der klinischen und gesundheitspolitischen Sicht stellen sie jedoch einen Vorteil dar.

Darüber hinaus traten während des Beobachtungszeitraums erste SARS-CoV-2-Mutationen auf ⁴⁰. Nach Einschätzung der WHO wurden die damals zirkulierenden Varianten jedoch nicht als besorgniserregend (VOC) eingestuft, sodass ein signifikanter Einfluss auf die Studienergebnisse als unwahrscheinlich gilt ^{34,42,43}.

Externe Einflussfaktoren könnten die Zusammensetzung der untersuchten Kohorte zusätzlich verzerrt haben. Dazu zählen unter anderem lange Wartezeiten an Teststellen, mediale Berichterstattung oder geltende Kontaktbeschränkungen, die möglicherweise dazu führten, dass potenziell Infizierte auf eine Testung verzichteten ²⁵. Ebenso ist denkbar, dass einzelne Personen Symptome überzeichnet schilderten, um eine Testung zu erhalten, insbesondere angesichts der damals streng regulierten Indikationsstellung ¹⁴⁹.

Vor dem Hintergrund der genannten Limitationen ist eine weiterführende Forschung in mehreren Bereichen erforderlich. Eine wichtige Perspektive liegt in der Ausweitung ähnlicher Studien auf unterschiedliche geografische Regionen, um regionale Besonderheiten im Infektionsgeschehen systematisch erfassen zu können. Darüber hinaus sollten die Qualität sowie die Vergleichbarkeit der Daten künftig durch den Einsatz einheitlicher Erhebungsinstrumente und eine stärkere Integration klinischer und epidemiologischer Datenerfassung optimiert werden.

7. Literaturverzeichnis

- 1 Zoumpourlis V, Goulielmaki M, Rizos E, Baliou S, Spandidos D. The COVID-19 pandemic as a scientific and social challenge in the 21st century. *Mol Med Rep* 2020; published online July 30. DOI:10.3892/mmr.2020.11393.
- 2 Christensen JG, Mortensen PB. Coping with the unforeseen: bounded rationality and bureaucratic responses to the COVID-19 crisis. *J Pub Pol* 2024; **44**: 24–43.
- 3 Leach M, MacGregor H, Ripoll S, Scoones I, Wilkinson A. Rethinking disease preparedness: incertitude and the politics of knowledge. *Critical Public Health* 2022; **32**: 82–96.
- 4 World Health Organization. Pneumonia of unknown cause – China. World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2020-DON229> (accessed Nov 18, 2025).
- 5 World Health Organization. Virtual press conference on COVID-19 – 11 March 2020. World Health Organization, 2020.
- 6 World Health Organization. COVID-19 - China. World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2020-DON233> (accessed Nov 18, 2025).
- 7 Robert-Koch-Institut, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit. Beschreibung des bisherigen Ausbruchsgeschehens mit dem neuartigen Coronavirus SARS-CoV-2 in Deutschland (Stand: 12. Februar 2020). 2020; 3–5.
- 8 Robert Koch-Institut. Täglicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19) - 29.03.2020. Robert Koch-Institut, 2020 https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/C/COVID-19-Pandemie/Situationsberichte/Maerz-Aug_2020/2020-03-29-de.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (accessed Nov 25, 2025).
- 9 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 33. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200222-sitrep-33-covid-19.pdf?sfvrsn=c9585c8f_4 (accessed Nov 25, 2025).
- 10 Vöpel H. Szenarien einer globalen Rezession. *Wirtschaftsdienst* 2020; **100**: 303–4.
- 11 Wieler LH, Antao E-M, Hanefeld J. Reflections from the COVID-19 pandemic in Germany: lessons for global health. *BMJ Glob Health* 2023; **8**: e013913.
- 12 Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen, editor. Resilienz im Gesundheitswesen: Wege zur Bewältigung künftiger Krisen: Gutachten 2023. Berlin: MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 2023.
- 13 Robert Koch-Institut. Täglicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19) - 30.03.2020. Robert Koch-Institut, 2020 https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/C/COVID-19-Pandemie/Situationsberichte/Maerz-Aug_2020/2020-03-30-de.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (accessed Nov 30, 2025).
- 14 Robert Koch-Institut. Technisches Feedback System verbessert Händehygiene und reduziert durch MRE verursachte nosokomiale Infektionen. 2020; published online

Jan 30. https://www.rki.de/DE/Aktuelles/Publikationen/Epidemiologisches-Bulletin/2020/05_20.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (accessed Nov 29, 2025).

15 Wang CC, Prather KA, Sznitman J, *et al.* Airborne transmission of respiratory viruses. *Science* 2021; **373**: eabd9149.

16 Pierri B, Mancusi A, Proroga YTR, *et al.* SARS-CoV-2 detection in nasopharyngeal swabs: Performance characteristics of a real-time RT-qPCR and a droplet digital RT-PCR assay based on the exonuclease region (ORF1b, nsp 14). *Journal of Virological Methods* 2022; **300**: 114420.

17 Tu H, Tu S, Gao S, Shao A, Sheng J. Current epidemiological and clinical features of COVID-19; a global perspective from China. *Journal of Infection* 2020; **81**: 1–9.

18 Huang C, Wang Y, Li X, *et al.* Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet* 2020; **395**: 497–506.

19 Bai Y, Yao L, Wei T, *et al.* Presumed Asymptomatic Carrier Transmission of COVID-19. *JAMA* 2020; **323**: 1406–7.

20 Grill, Markus, Mascolo, Georg. Corona-Strategiepapier: Mit effizientem Testen zum 'Best Case'. [tagesschau.de](https://www.tagesschau.de/investigativ/ndr-wdr/corona-strategiepapier-szenarien-101.html). 2020; published online March 27. <https://www.tagesschau.de/investigativ/ndr-wdr/corona-strategiepapier-szenarien-101.html>? (accessed Nov 18, 2025).

21 Trimborn A, Gerigk M, Heininger A, Santhanam N, Walter T, Lange B. Evaluation einer SARS-CoV-2-Teststrategie zu Beginn der COVID-19-Pandemie in einem südwestdeutschen Universitätsklinikum. *Bundesgesundheitsbl* 2021; **64**: 353–9.

22 World Health Organization. Laboratory testing for coronavirus disease (COVID-19) in suspected human cases. World Health Organization, 2020 <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/dc1b43a8-ed1-4078-9d11-309094332be8/content> (accessed Nov 29, 2025).

23 Lloyd-Smith JO, Schreiber SJ, Kopp PE, Getz WM. Superspreading and the effect of individual variation on disease emergence. *Nature* 2005; **438**: 355–9.

24 Wennmann DO, Dlugos CP, Hofschroer A, *et al.* Umgang mit COVID-19 in der Notaufnahme: Erfahrungsbericht der interdisziplinären Notaufnahme des Universitätsklinikums Münster. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2020; **115**: 380–7.

25 Maechler F, Gertler M, Hermes J, *et al.* Epidemiological and clinical characteristics of SARS-CoV-2 infections at a testing site in Berlin, Germany, March and April 2020—a cross-sectional study. *Clinical Microbiology and Infection* 2020; **26**: 1685.e7-1685.e12.

26 Landesregierung Nordrhein-Westfalen. Landesregierung richtet Corona-Testzentren an nordrhein-westfälischen Flughäfen ein. Landesregierung Nordrhein-Westfalen, 2020 <https://www.land.nrw/pressemitteilung/landesregierung-richtet-corona-testzentren-nordrhein-westfaelischen-flughaeften-ein> (accessed Nov 29, 2025).

27 Bundesministerium für Gesundheit. Coronavirus-Schutzverordnung - CoronaSchV. 2021 <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/gesetze-und-verordnungen/guv-19-lp/coronaschv.html> (accessed Nov 29, 2025).

28 World Health Organization. Considerations for quarantine of individuals in the context of containment for coronavirus disease (COVID-19). World Health Organization,

- 2020 <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/d7b1a60d-04c3-4f72-9ec2-3e097c41ae14/content> (accessed Nov 29, 2025).
- 29 Landesregierung Nordrhein-Westfalen. Verordnung zum Schutz vor Neuinfizierungen mit dem Coronavirus SARS-CoV-2 (Coronaschutzverordnung – CoronaSchVO) vom 22. März 2020. 2020 https://www.land.nrw/sites/default/files/asset/document/2020-03-30_coronaschvo_idf_der_aendvo.pdf (accessed Nov 29, 2025).
- 30 World Health Organization/ WHO Director-General. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing. World Health Organization, 2023 <https://www.who.int/news-room/speeches/item/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing---5-may-2023> (accessed Nov 29, 2025).
- 31 World Health Organization. WHO COVID-19 dashboard. <https://data.who.int/dashboards/covid19/deaths?n=o> (accessed Jan 22, 2026).
- 32 Srinivasan H, Hohl HT, Heumann C, Froeschl G. Patient characteristics and testing over COVID-19 waves 1 and 2 from the first German COVID-19 testing unit in Munich, Germany. *BMC Infect Dis* 2023; **23**: 111.
- 33 World Health Organization. Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it. World Health Organization [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it) (accessed Nov 29, 2025).
- 34 Robert Koch-Institut. SARS-CoV-2: Virologische Basisdaten sowie Virusvarianten im Zeitraum von 2020 - 2022. Robert Koch-Institut, 2023 https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/C/COVID-19-Pandemie/Virologische_Basisdaten.html (accessed Nov 29, 2025).
- 35 Corman VM, Lienau J, Witzensath M. Coronaviren als Ursache respiratorischer Infektionen. *Internist* 2019; **60**: 1136–45.
- 36 Xu J, Zhao S, Teng T, *et al.* Systematic Comparison of Two Animal-to-Human Transmitted Human Coronaviruses: SARS-CoV-2 and SARS-CoV. *Viruses* 2020; **12**: 244.
- 37 Chan JF-W, Kok K-H, Zhu Z, *et al.* Genomic characterization of the 2019 novel human-pathogenic coronavirus isolated from a patient with atypical pneumonia after visiting Wuhan. *Emerging Microbes & Infections* 2020; **9**: 221–36.
- 38 Hui DS, I Azhar E, Madani TA, *et al.* The continuing 2019-nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health — The latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China. *International Journal of Infectious Diseases* 2020; **91**: 264–6.
- 39 Peck KM, Luring AS. Complexities of Viral Mutation Rates. *J Virol* 2018; **92**: e01031-17.
- 40 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 50. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200310-sitrep-50-covid-19.pdf?sfvrsn=55e904fb_2 (accessed Nov 29, 2025).
- 41 Vöhringer HS, Sanderson T, Sinnott M, *et al.* Genomic reconstruction of the SARS-CoV-2 epidemic in England. *Nature* 2021; **600**: 506–11.

- 42 Mitze T, Rode J. Early-stage spatial disease surveillance of novel SARS-CoV-2 variants of concern in Germany with crowdsourced data. *Sci Rep* 2022; **12**: 899.
- 43 Korber B, Fischer WM, Gnanakaran S, *et al.* Tracking Changes in SARS-CoV-2 Spike: Evidence that D614G Increases Infectivity of the COVID-19 Virus. *Cell* 2020; **182**: 812-827.e19.
- 44 Lu H, Stratton CW, Tang Y. Outbreak of pneumonia of unknown etiology in Wuhan, China: The mystery and the miracle. *Journal of Medical Virology* 2020; **92**: 401–2.
- 45 World Health Organization. Novel Coronavirus – Thailand (ex-China). World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2020-DON234> (accessed Nov 29, 2025).
- 46 World Health Organization. COVID-19 - Japan - (ex-China). World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2020-DON236> (accessed Nov 29, 2025).
- 47 World Health Organization. COVID-19 - Republic of Korea - (ex-China). World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2020-DON238> (accessed Nov 25, 2025).
- 48 European Centre for Disease Prevention and Control. Factsheet for health professionals on COVID-19. European Centre for Disease Prevention and Control, 2023 <https://www.ecdc.europa.eu/en/infectious-disease-topics/z-disease-list/covid-19/factsheet-covid-19> (accessed Nov 29, 2025).
- 49 World Health Organization. Joint WHO and ECDC mission in Italy to support COVID-19 control and prevention efforts. World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/europe/news/item/24-02-2020-joint-who-and-ecdc-mission-in-italy-to-support-covid-19-control-and-prevention-efforts> (accessed Nov 29, 2025).
- 50 Böhmer MM, Buchholz U, Corman VM, *et al.* Investigation of a COVID-19 outbreak in Germany resulting from a single travel-associated primary case: a case series. *The Lancet Infectious Diseases* 2020; **20**: 920–8.
- 51 Vivanti AJ, Vauloup-Fellous C, Prevot S, *et al.* Transplacental transmission of SARS-CoV-2 infection. *Nat Commun* 2020; **11**: 3572.
- 52 Lauer SA, Grantz KH, Bi Q, *et al.* The Incubation Period of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) From Publicly Reported Confirmed Cases: Estimation and Application. *Annals of Internal Medicine* 2020; **172**: 577–82.
- 53 Linton N, Kobayashi T, Yang Y, *et al.* Incubation Period and Other Epidemiological Characteristics of 2019 Novel Coronavirus Infections with Right Truncation: A Statistical Analysis of Publicly Available Case Data. *JCM* 2020; **9**: 538.
- 54 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 30. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200219-sitrep-30-covid-19.pdf?sfvrsn=3346b04f_2 (accessed Nov 29, 2025).
- 55 Gussow AB, Auslander N, Wolf YI, Koonin EV. Prediction of the incubation period for COVID-19 and future virus disease outbreaks. *BMC Biol* 2020; **18**: 186.
- 56 World Health Organization. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). World Health Organization, 2020

[https://www.who.int/publications/i/item/report-of-the-who-china-joint-mission-on-coronavirus-disease-2019-\(covid-19\)](https://www.who.int/publications/i/item/report-of-the-who-china-joint-mission-on-coronavirus-disease-2019-(covid-19)) (accessed Nov 29, 2025).

- 57 Baj J, Karakuła-Juchnowicz H, Teresiński G, *et al.* COVID-19: Specific and Non-Specific Clinical Manifestations and Symptoms: The Current State of Knowledge. *JCM* 2020; **9**: 1753.
- 58 Wiesner O, Busch M, David S. Therapie schwerer COVID-19-Verläufe in der Intensivmedizin. *Internist* 2020; **61**: 804–12.
- 59 Davis HE, McCorkell L, Vogel JM, Topol EJ. Long COVID: major findings, mechanisms and recommendations. *Nat Rev Microbiol* 2023; **21**: 133–46.
- 60 Ely EW, Brown LM, Fineberg HV. Long Covid Defined. *N Engl J Med* 2024; **391**: 1746–53.
- 61 Gheorghita R, Soldanescu I, Lobiuc A, *et al.* The knowns and unknowns of long COVID-19: from mechanisms to therapeutical approaches. *Front Immunol* 2024; **15**: 1344086.
- 62 Li J, Zhou Y, Ma J, *et al.* The long-term health outcomes, pathophysiological mechanisms and multidisciplinary management of long COVID. *Sig Transduct Target Ther* 2023; **8**: 416.
- 63 Byrne AW, McEvoy D, Collins AB, *et al.* Inferred duration of infectious period of SARS-CoV-2: rapid scoping review and analysis of available evidence for asymptomatic and symptomatic COVID-19 cases. *BMJ Open* 2020; **10**: e039856.
- 64 Walsh KA, Spillane S, Comber L, *et al.* The duration of infectiousness of individuals infected with SARS-CoV-2. *Journal of Infection* 2020; **81**: 847–56.
- 65 Christensen BB, Azar MM, Turbett SE. Laboratory Diagnosis for SARS-CoV-2 Infection. *Infectious Disease Clinics of North America* 2022; **36**: 327–47.
- 66 Robert Koch-Institut. Hinweise zur Testung von Patientinnen und Patienten auf SARS-CoV-2. Robert Koch-Institut, 2023 <https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/C/COVID-19/Diagnostik-Hinweise.html> (accessed Nov 29, 2025).
- 67 Ammon A, Gastmeier P, Weist K, Kramer MH, Petersen LR. Empfehlungen zur Untersuchung von Ausbrüchen nosokomialer Infektionen. 2001. DOI:<http://dx.doi.org/10.25646/171>.
- 68 Zhang W, Du R-H, Li B, *et al.* Molecular and serological investigation of 2019-nCoV infected patients: implication of multiple shedding routes. *Emerging Microbes & Infections* 2020; **9**: 386–9.
- 69 Zhou F, Yu T, Du R, *et al.* Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *The Lancet* 2020; **395**: 1054–62.
- 70 Rommel A, Treskova-Schwarzbach M, Scholz S, Von Der Lippe E. Bevölkerung mit einem erhöhten Risiko für schwere COVID-19-Verläufe in Deutschland. Auswertungen der Studie GEDA 2019/2020-EHIS. 2021; published online Feb 24. DOI:10.25646/7858.3.
- 71 Kim H-J, Hwang H, Hong H, Yim J-J, Lee J. A systematic review and meta-analysis of regional risk factors for critical outcomes of COVID-19 during early phase of the pandemic. *Sci Rep* 2021; **11**: 9784.

- 72 Peckham H, De Gruijter NM, Raine C, *et al.* Male sex identified by global COVID-19 meta-analysis as a risk factor for death and ICU admission. *Nat Commun* 2020; **11**: 6317.
- 73 Williamson EJ, Walker AJ, Bhaskaran K, *et al.* Factors associated with COVID-19-related death using OpenSAFELY. *Nature* 2020; **584**: 430–6.
- 74 Robert Koch-Institut. COVID-19: Verbreitung verlangsamen. 2020; published online March 19. https://www.rki.de/DE/Aktuelles/Publikationen/Epidemiologisches-Bulletin/2020/12_20.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (accessed Nov 29, 2025).
- 75 Robert Koch-Institut. 2019-nCoV: Verdachtsabklärung und Maßnahmen Orientierungshilfe für Ärztinnen und Ärzte. Robert Koch-Institut, 2020 https://edoc.rki.de/bitstream/handle/176904/6459.2/RKI_Flussschema-nCoV_20200123_fin.pdf?sequence=4&isAllowed=y (accessed Nov 29, 2025).
- 76 Robert Koch-Institut. COVID-19: Verdachtsabklärung und Maßnahmen Orientierungshilfe für Ärztinnen und Ärzte. Robert Koch-Institut, 2020 https://edoc.rki.de/bitstream/handle/176904/6484.6/Flussschema-Aerzte-Verdacht_20-03-12.pdf?sequence=9&isAllowed=y (accessed Nov 29, 2020).
- 77 Robert Koch-Institut. COVID-19: Verdachtsabklärung und Maßnahmen Orientierungshilfe für Ärztinnen und Ärzte. Robert Koch-Institut, 2020 https://edoc.rki.de/bitstream/handle/176904/6484.4/Flussschema-Aerzte_20-03-05.pdf?sequence=8&isAllowed=y (accessed Nov 29, 2025).
- 78 Streeck H, Schulte B, Kümmerer BM, *et al.* Infection fatality rate of SARS-CoV2 in a super-spreading event in Germany. *Nat Commun* 2020; **11**: 5829.
- 79 Jacob L, Koyanagi A, Smith L, Haro JM, Rohe AM, Kostev K. Prevalence of and factors associated with COVID-19 diagnosis in symptomatic patients followed in general practices in Germany between March 2020 and March 2021. *International Journal of Infectious Diseases* 2021; **111**: 37–42.
- 80 Trübner F, Steigert L, Echterdiek F, *et al.* Predictors of COVID-19 in an outpatient fever clinic. *PLoS ONE* 2021; **16**: e0254990.
- 81 Rieg S, Busch H-J, Hans F, *et al.* COVID-19-Versorgung – Strategien der Taskforce Coronavirus und Erfahrungen von den ersten 115 Fällen am Universitätsklinikum Freiburg. *Dtsch Med Wochenschr* 2020; **145**: 657–64.
- 82 Terry PD, Heidel RE, Dhand R. Asthma in Adult Patients with COVID-19. Prevalence and Risk of Severe Disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2021; **203**: 893–905.
- 83 Burrows AG, Ellis AK. Psychological impacts of coronavirus disease 2019 on people with asthma, allergic rhinitis, and food allergy. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology* 2022; **129**: 52–61.
- 84 Summan A, Nandi A. Timing of non-pharmaceutical interventions to mitigate COVID-19 transmission and their effects on mobility: a cross-country analysis. *Eur J Health Econ* 2022; **23**: 105–17.
- 85 World Health Organization. Novel Coronavirus (2019-nCoV) - Situation Report 1. World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200121-sitrep-1-2019-ncov.pdf> (accessed Nov 29, 2025).

- 86 World Health Organization. Novel Coronavirus (2019-nCoV) - Situation Report 4. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200124-sitrep-4-2019-ncov.pdf?sfvrsn=9272d086_8 (accessed Nov 29, 2025).
- 87 World Health Organization. Novel Coronavirus (2019-nCoV) - Situation Report 5. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200125-sitrep-5-2019-ncov.pdf?sfvrsn=429b143d_8 (accessed Nov 25, 2025).
- 88 World Health Organization. Novel Coronavirus(2019-nCoV) - Situation Report - 8. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200128-sitrep-8-ncov-cleared.pdf?sfvrsn=8b671ce5_2 (accessed Nov 29, 2025).
- 89 World Health Organization. Statement on the second meeting of the International Health Regulations (2005) Emergency Committee regarding the outbreak of novel coronavirus (2019-nCoV). Genf, Schweiz: World Health Organization, 2020 [https://www.who.int/news/item/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-\(2005\)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)](https://www.who.int/news/item/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-(2005)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-(2019-ncov)) (accessed Nov 29, 2025).
- 90 World Health Organization. Novel Coronavirus(2019-nCoV) - Situation Report - 10. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200130-sitrep-10-ncov.pdf?sfvrsn=d0b2e480_2 (accessed Nov 29, 2025).
- 91 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 26. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200215-sitrep-26-covid-19.pdf?sfvrsn=a4cc6787_2 (accessed Nov 29, 2025).
- 92 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 27. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200216-sitrep-27-covid-19.pdf?sfvrsn=78c0eb78_4 (accessed Nov 29, 2025).
- 93 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 31. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200220-sitrep-31-covid-19.pdf?sfvrsn=dfd11d24_2 (accessed Nov 29, 2025).
- 94 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 35. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200224-sitrep-35-covid-19.pdf?sfvrsn=1ac4218d_2 (accessed Nov 29, 2025).
- 95 Spiteri G, Fielding J, Diercke M, *et al.* First cases of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in the WHO European Region, 24 January to 21 February 2020. .
- 96 Morfeld P, Erren TC. Todesfälle in neun Regionen Italiens im Februar/März 2020: „Mortalitäts-Exzess-Lupe“ für SARS-CoV-2/COVID-19-Epidemiologie in Deutschland. *Gesundheitswesen* 2020; **82**: 400–6.
- 97 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 36. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200225-sitrep-36-covid-19.pdf?sfvrsn=2791b4e0_2 (accessed Nov 29, 2025).

- 98 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 37. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200226-sitrep-37-covid-19.pdf?sfvrsn=2146841e_2 (accessed Nov 29, 2025).
- 99 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 38. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200227-sitrep-38-covid-19.pdf?sfvrsn=2db7a09b_4 (accessed Nov 29, 2025).
- 100 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 39. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200228-sitrep-39-covid-19.pdf?sfvrsn=5bbf3e7d_4 (accessed Nov 29, 2025).
- 101 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 40. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200229-sitrep-40-covid-19.pdf?sfvrsn=849d0665_2 (accessed Nov 29, 2025).
- 102 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 41. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200301-sitrep-41-covid-19.pdf?sfvrsn=6768306d_2 (accessed Nov 29, 2025).
- 103 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 42. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200302-sitrep-42-covid-19.pdf?sfvrsn=224c1add_2 (accessed Nov 29, 2025).
- 104 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 44. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200304-sitrep-44-covid-19.pdf?sfvrsn=93937f92_6 (accessed Nov 29, 2025).
- 105 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 46. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200306-sitrep-46-covid-19.pdf?sfvrsn=96b04adf_4 (accessed Nov 29, 2025).
- 106 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 48. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200308-sitrep-48-covid-19.pdf?sfvrsn=16f7ccef_4 (accessed Nov 29, 2025).
- 107 Robert Koch-Institut. Täglicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19) - 10.03.2020. Robert Koch-Institut, 2020 https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/C/COVID-19-Pandemie/Situationsberichte/Maerz-Aug_2020/2020-03-10-de.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (accessed Nov 29, 2025).
- 108 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 54. World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/publications/m/item/situation-report---54> (accessed Nov 29, 2025).
- 109 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 67. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200327-sitrep-67-covid-19.pdf?sfvrsn=2146841e_2 (accessed Nov 29, 2025).

source/coronaviruse/situation-reports/20200327-sitrep-67-covid-19.pdf (accessed Nov 29, 2025).

110 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 75. World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200404-sitrep-75-covid-19.pdf> (accessed Nov 29, 2025).

111 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 69. World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200329-sitrep-69-covid-19.pdf> (accessed Nov 29, 2025).

112 Wu H, Huang J, Zhang CJP, He Z, Ming W-K. Facemask shortage and the novel coronavirus disease (COVID-19) outbreak: Reflections on public health measures. *EClinicalMedicine* 2020; **21**: 100329.

113 World Health Organization. Novel Coronavirus(2019-nCoV) - Situation Report – 16. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200205-sitrep-16-ncov.pdf?sfvrsn=23af287f_4 (accessed Nov 29, 2025).

114 World Health Organization. Novel Coronavirus(2019-nCoV) - Situation Report – 18. World Health Organization, 2020 https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200207-sitrep-18-ncov.pdf?sfvrsn=fa644293_2 (accessed Nov 29, 2025).

115 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 49. World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200309-sitrep-49-covid-19.pdf> (accessed Nov 29, 2025).

116 Robert Koch-Institut. Täglicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19) - 08.03.2020. Robert Koch-Institut, 2020 https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/C/COVID-19-Pandemie/Situationsberichte/Maerz-Aug_2020/2020-03-08-de.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (accessed Nov 30, 2025).

117 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 55. World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/publications/m/item/situation-report---55> (accessed Nov 30, 2025).

118 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 60. World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200320-sitrep-60-covid-19.pdf> (accessed Nov 29, 2025).

119 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 61. World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/publications/m/item/situation-report---61> (accessed Nov 30, 2025).

120 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 64. World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/publications/m/item/situation-report---64> (accessed Nov 30, 2025).

121 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 68. World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/publications/m/item/situation-report---68> (accessed Nov 30, 2025).

- 122 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 66. World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200326-sitrep-66-covid-19.pdf> (accessed Nov 30, 2025).
- 123 World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 62. World Health Organization, 2025 <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200322-sitrep-62-covid-19.pdf> (accessed Nov 30, 2025).
- 124 Schilling J, Lehfeld A-S, Schumacher D, *et al.* Krankheitsschwere der ersten COVID-19-Welle in Deutschland basierend auf den Meldungen gemäß Infektionsschutzgesetz. 2020; published online Nov 18. DOI:10.25646/7169.
- 125 Rothe C, Schunk M, Sothmann P, *et al.* Transmission of 2019-nCoV Infection from an Asymptomatic Contact in Germany. *N Engl J Med* 2020; **382**: 970–1.
- 126 Wjst M. Die frühe Phase der COVID-19-Pandemie in Bayern. *Dtsch Med Wochenschr* 2021; **146**: e1–9.
- 127 RKI Feldteam, Alpers K, Haller S, Buchholz U. Untersuchung von SARS-CoV-2-Ausbrüchen in Deutschland durch Feldteams des Robert Koch-Instituts, Februar–Oktober 2020. *Bundesgesundheitsbl* 2021; **64**: 446–53.
- 128 Muller N, Kunze M, Steitz F, *et al.* Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Outbreak Related to a Nightclub, Germany, 2020. *Emerg Infect Dis* 2020; **27**: 645–8.
- 129 Robert Koch-Institut. Täglicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19) - 07.03.2020. Robert Koch-Institut, 2020 https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/C/COVID-19-Pandemie/Situationsberichte/Maerz-Aug_2020/2020-03-07-de.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (accessed Nov 30, 2025).
- 130 Robert Koch-Institut. Antworten auf häufig gestellte Fragen zur COVID-19-Pandemie. Robert Koch-Institut, 2025 https://www.rki.de/SharedDocs/FAQs/DE/COVID-19-Pandemie/FAQ-Liste-COVID-19-Pandemie.html?#entry_16802702 (accessed Dec 15, 2025).
- 131 Buda S, Dürrwald R, Buchholz U, *et al.* Influenza-Wochenbericht - Kalenderwoche 9/2020. Robert Koch-Institut, 2020 https://influenza.rki.de/Wochenberichte/2019_2020/2020-09.pdf (accessed Nov 30, 2025).
- 132 Robert Koch-Institut. Beschreibung des Ausbruchsgeschehens mit dem neuartigen Coronavirus SARS-CoV-2 in Deutschland. 2020; : 23–6.
- 133 Robert-Koch-Institut. SARS-CoV-2: Informationen des Robert Koch-Instituts zu empfohlenen Infektionsschutzmaßnahmen und Zielen. 2020; : 5–6.
- 134 Bundesministerium für Gesundheit. Coronavirus-Pandemie: Was geschah wann? Bundesministerium für Gesundheit <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/coronavirus/chronik-coronavirus.html> (accessed Nov 30, 2025).
- 135 Spiegel Politik. Anja Karliczek über Coronavirus 'Achtsamkeit ja, Alarmismus nein'. online. 2020; published online March 9. <https://www.spiegel.de/politik/deutschland/coronavirus-achtsamkeit-ja-alarmismus->

nein-sagt-anja-karliczek-a-41410cd3-2e44-494a-86f2-015a79a6e39a (accessed Nov 30, 2025).

136 Robert Koch-Institut. Täglicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19) - 04.03.2020. Robert Koch-Institut, 2020 https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/C/COVID-19-Pandemie/Situationsberichte/Maerz-Aug_2020/2020-03-04-de.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (accessed Nov 30, 2025).

137 Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen. Erlass zu weiteren kontaktreduzierenden Maßnahmen ab dem 16.03.2020 und 17.03.2020. 2020 <https://www.land.nrw/media/dokument/erlass-zur-weiteren-kontaktreduzierten-massnahmen-ab-dem-16032020-und-17032020> (accessed Nov 30, 2025).

138 DFL Deutsche Fußball Liga. Nach aktuellen Entwicklungen in Zusammenhang mit dem Corona-Virus: DFL beschließt Verlegung des 26. Spieltags der Bundesliga und 2. Bundesliga. DFL Deutsche Fußball Liga, 2025 <https://www.dfl.de/de/aktuelles/nach-aktuellen-entwicklungen-in-zusammenhang-mit-dem-corona-virus-dfl-beschliesst-verlegung-des-26-spieltags-der-bundesliga-und-2-bundesliga/> (accessed Nov 30, 2025).

139 Tagesschau. Chronik zur Coronakrise - Ein Virus verändert die Welt. 2020; published online April 17. <https://www.tagesschau.de/faktenfinder/corona-chronik-pandemie-103.html>. (accessed Nov 30, 2025).

140 Merkel A. Fernsehansprache von Bundeskanzlerin Angela Merkel. 2020; published online March 18. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/fernsehansprache-von-bundeskanzlerin-angela-merkel-1732134> (accessed Nov 30, 2025).

141 Tagesschau. DeutschlandTrend - Jeder Zweite in Corona-Sorge. 2020 <https://www.tagesschau.de/inland/deutschlandtrend/deutschlandtrend-2143.html> (accessed Nov 30, 2025).

142 Bundesministerium des Innern. Beschluss der Bundeskanzlerin und der Regierungschefinnen und Regierungschefs der Länder vom 22. März 2020. Bundesministerium des Innern, 2020 https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/2020/corona/hinweis-einschraenkung-soziale-kontakte.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (accessed Nov 30, 2025).

143 Bundesministerium des Innern. Beschluss - Beschränkungen des öffentlichen Lebens zur Eindämmung der COVID19-Epidemie. Bundesministerium des Innern, 2020 https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/2020/corona/beschluss-bund-laender-kontaktbeschraenkungen-15-april.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (accessed Nov 30, 2025).

144 Bundesministerium des Innern. Beschluss - Maßnahmen zur Eindämmung der COVID19-Epidemie. Bundesministerium des Innern, 2020 https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/2020/corona/beschluss-bund-laender-kontaktbeschraenkungen-30-april.pdf?__blob=publicationFile&v=5 (accessed Nov 30, 2025).

145 Bundesministerium. Gesetz zum Ausgleich COVID-19 bedingter finanzieller Belastungen der Krankenhäuser und weiterer Gesundheitseinrichtungen (COVID-19-Krankenhausentlastungsgesetz) Vom 27. März 2020. 2020

https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=/%5B@attr_id=%27bgbl120s0587.pdf%27%5D#/switch/tocPane?_ts=1764527971047 (accessed Nov 30, 2025).

146 Bundesministerium. Gesetz zum Schutz der Bevölkerung bei einer epidemischen Lage von nationaler Tragweite Vom 27. März 2020. 2020 https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=/%5B@attr_id=%27bgbl120s0587.pdf%27%5D#/switch/tocPane?_ts=1764527971047 (accessed Nov 30, 2025).

147 McCloskey B, Saito T, Shimada S, *et al.* The Tokyo 2020 and Beijing 2022 Olympic Games held during the COVID-19 pandemic: planning, outcomes, and lessons learnt. *The Lancet* 2024; **403**: 493–502.

148 Boch B. Ein Jahr Corona in der Klingenstadt - Rückblick: März 2020 - Corona erreicht Solingen. Solinger Tageblatt. 2020; published online March 1. <https://www.solinger-tageblatt.de/lokales/solingen/solingen-maerz-2020-das-coronavirus-erreicht-die-klingenstadt-EADCF2D5F5F46CAC643AA5FDC.html> (accessed Nov 30, 2025).

149 Vetter U. Ein Jahr Corona in Solingen - „Es gab keine Blaupause“. Rheinische Post. 2021; published online March 8. https://rp-online.de/nrw/staedte/solingen/rueckblick-ein-jahr-corona-in-solingen_aid-56619297 (accessed Nov 30, 2025).

150 Der Spiegel. Ägypten - Erster Deutscher nachweislich an Covid-19 gestorben. Spiegel Wissenschaft. 2020; published online March 8. <https://www.spiegel.de/wissenschaft/medizin/coronavirus-erster-deutscher-nachweislich-an-covid-19-gestorben-a-de019141-2c58-496a-bed1-c7f5b8066e47> (accessed Nov 30, 2025).

151 Statistisches Bundesamt. Bevölkerung und Erwerbstätigkeit - Ausländische Bevölkerung - Ergebnisse des Ausländerzentralregisters. 2021; published online March 29. https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00060217/2010200207004_akt12042021.pdf (accessed Dec 2, 2025).

152 Statistisches Bundesamt. 78 % mehr Reisen ins Ausland im Jahr 2022 als im Vorjahr, aber 13 % weniger als vor Corona. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, 2023 https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2023/07/PD23_279_45.html (accessed Nov 30, 2025).

153 Robert Koch-Institut. Täglicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19) - 11.03.2020. Robert Koch-Institut, 2020 https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/C/COVID-19-Pandemie/Situationsberichte/Maerz-Aug_2020/2020-03-11-de.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (accessed Dec 1, 2025).

154 Mittag J, Nieland J-U. Der Volkssport als Spielball. Die Vereinnahmung des Fußballs durch Politik, Kultur und Wirtschaft. In: Das Spiel mit dem Fußball. : Interessen, Projektionen und Vereinnahmungen. Essen: Klartext Verlag, 2007: 9–30.

155 Kluge HHP. Erklärung – Jedes Land muss die mutigsten Maßnahmen ergreifen, um COVID-19 zu stoppen. Kopenhagen: World Health Organization, 2020 <https://www.who.int/europe/de/emergencies/overview/17-03-2020-statement-every-country-needs-to-take-boldest-actions-to-stop-covid-19> (accessed Dec 1, 2025).

156 Spitz N. 25 Millionen Deutsche verfolgen Merkels historische Rede im TV. Quotenmeter, 2020 <https://www.quotenmeter.de/n/116839/25-millionen-deutsche-verfolgen-merkels-historische-rede-im-tv> (accessed Dec 1, 2025).

- 157 Gemeinsamer Bundesausschuss. Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses über eine Änderung der Richtlinie über die Beurteilung der Arbeitsunfähigkeit und die Maßnahmen zur stufenweisen Wiedereingliederung nach § 92 Absatz 1 Satz 2 Nummer 7 SGB V (Arbeitsunfähigkeits Richtlinie): Ausnahmeregelung zur Feststellung von Arbeitsunfähigkeit aufgrund telefonischer Anamnese. Berlin: Gemeinsamer Bundesausschuss, 2020 https://www.g-ba.de/downloads/39-261-4203/2020-03-20_AU-RL_COVID19-telefonische-AU_BAnz.pdf (accessed Dec 1, 2025).
- 158 Deutsches Zentrum für Infektionsforschung. Christian Drosten für herausragende Wissenschaftskommunikation ausgezeichnet. Deutsches Zentrum für Infektionsforschung, 2020 <https://www.dzif.de/de/christian-drosten-fuer-herausragende-wissenschaftskommunikation-ausgezeichnet> (accessed Dec 2, 2025).
- 159 Waschinski G. Interview mit Hendrik Streeck - Virologe warnt vor Aktionismus: „Was im Moment unternommen wird, ist ziemlich drastisch“. Handelsblatt. 2020; published online March 27. <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/interview-mit-hendrik-streeck-virologe-warnt-vor-aktionismus-was-im-moment-unternommen-wird-ist-ziemlich-drastisch/25688704.html?ticket=ST-16528396-DUfN3pMVQYfHwnqvldmv-ap5> (accessed Dec 2, 2025).
- 160 Kampmann D, Schmitt P-P. Corona-Verharmlosung: „Das ist eine Räuberpistole und gehört gelöscht“. Frankfurter Allgemeine. 2020; published online March 22. <https://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/gesundheit/coronavirus/corona-wolfgang-wodarg-haelt-massnahmen-fuer-panikmache-16689013.html> (accessed Dec 2, 2025).
- 161 Transparency International Deutschland. In eigener Sache: Zu den aktuellen Äußerungen von Wolfgang Wodarg. Berlin: Transparency International Deutschland, 2020 <https://www.transparency.de/aktuelles/detail/article/in-eigener-sache-zu-den-aktuellen-aeusserungen-von-wolfgang-wodarg> (accessed Dec 2, 2025).
- 162 Dahlgren G, Whitehead M. The Dahlgren-Whitehead model of health determinants: 30 years on and still chasing rainbows. *Public Health* 2021; **199**: 20–4.

8. Anhang

8.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung	Titel	Seite
1	Ablauf der Testung	25
2	Absolute Häufigkeit der Testergebnisse pro Tag	26
3	Kumulative Häufigkeit der Testergebnisse pro Tag	27
4	Absolute Häufigkeit der Testergebnisse pro Alter in Jahren	27
5	Relative Häufigkeit von Begleiterkrankungen pro SARS-CoV-2-Status	29
6 A u. B	Gegenüberstellung der Studienergebnisse (A) mit den deutschlandweiten Daten (B)	30
7	Relative Häufigkeit der Symptome pro SARS-CoV-2-Status	31
8	Länder und Regionen mit berichteten nachgewiesenen COVID-19-Fällen, Stand vom 29.02.2020	43
9	Länder und Regionen mit berichteten nachgewiesenen COVID-19-Fällen, Stand vom 29.03.2020	44
10	Kumulative Häufigkeit der Testergebnisse pro Tag mit Angabe mutmaßlich relevanter öffentlicher Kommunikation, Clusterbildung und Maßnahmen	56

8.2. Tabellenverzeichnis

Tabelle	Titel	Seite
1	Metrische Variablen nach SARS-CoV-2-Status	28
2	Alter in den verschiedenen Kategorien mutmaßlicher Infektionsquellen und Anzahl sowie Anteil mutmaßlicher Infektionsquelle pro SARS-CoV-2-Status	32
3	Mutmaßliche Infektionsquelle der SARS-CoV-2-positiv Getesteten nach Altersgruppe, dargestellt als absolute Häufigkeit (relative Häufigkeit in %)	33