

[Hier eingeben]

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
Fakultät Life Sciences

Einfluss umweltbedingter Faktoren auf die Ausbreitung einer Pandemie,  
am Beispiel SARS-COV-2 / COVID-19 und die Auswirkungen auf  
die Gesundheit der Bevölkerungen in Deutschland und Italien

---

**Bachelorarbeit**

**Studiengang Gesundheitswissenschaften**

Vorgelegt von:

Sanna Ahmed

Matrikel-Nr.: 

1. Gutachter: Prof. Dr. Dr. Walter Leal
2. Gutachterin: Prof. <sup>in</sup> Dr. <sup>in</sup> Zita Schillmöller

Abgabedatum: 31.08.2020

---

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	IV
Tabellenverzeichnis.....	IV
Abkürzungsverzeichnis .....	V
1. Einleitung .....	1
1.1. Klimawandel und Verlust von Biodiversität .....	3
1.2. Gesundheitliche Auswirkungen des globalen Wandels .....	5
1.3. Pandemien – Entstehung und Ausbreitung .....	6
2. Hintergrundinformationen.....	7
2.1. Mobilität und Demographie im Wandel – Deutschland, Italien .....	8
2.1.1. Auswirkungen auf die Luftqualität.....	11
2.1.2. Auswirkungen auf die Gesundheit .....	13
2.2. Pandemie SARS-COV-2/ COVID-19 .....	14
2.2.1. Vergleich vergangener Epidemien, Pandemien (seit 2002) .....	17
2.2.2. Forderungen des Weltbiodiversitätsrats (IPBES).....	18
2.3. Betroffene Sektoren während COVID-19.....	19
2.3.1. Staatliche Regulierungen.....	22
2.3.2. Gesellschaftliche Veränderungen im Jahr 2020.....	22
3. Methoden.....	24
3.1. Forschungsdesign: Systematische Literaturrecherche.....	24
3.2. Aufbau und Durchführung der Literaturrecherche.....	26
3.3 Auswahl und Methodik der Publikationen.....	30
3.3.1. Methodik der Studien .....	30
3.3.2. Auswahl von Gesellschaftsmerkmalen .....	31
4. Ergebnisse .....	32
4.1. Zusammenhänge – Luftqualität und COVID-19.....	32
4.2. Ergebnisse der Heinsberg-Studie (Deutschland).....	36
4.3. Ergebnisse aus der Rechtsmedizin – UKE Hamburg.....	37
4.4. Veränderte Umweltbedingungen während COVID-19 Pandemie .....	38
4.4.1. Wandel sozialer Faktoren während COVID-19 - Deutschland, Italien.....	39
4.4.2. Veränderungen in der Luftqualität .....	42
5. Diskussion .....	44
5.1. Diskussion der Methodik.....	44
5.2. Diskussion der Ergebnisse.....	44
6. Fazit und Ausblick.....	49

Literaturverzeichnis.....	51
Eidesstattliche Erklärung.....	60

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Die größten Klimasünder Europas .....	S. 10
Abbildung 2: Emissionen ausgewählter Schadstoffe .....	S. 12
Abbildung 3: Erkrankungsfälle, Meldedaten .....	S. 15
Abbildung 4: Erkrankungsfälle nach Altersgruppen Italien .....	S. 16
Abbildung 5: Bruttoinlandsprodukt (BIP) in Deutschland gegenüber dem Vorquartal .....	S. 20
Abbildung 6: Verlauf des BIP seit 1980 Italien .....	S. 21
Abbildung 7: Rechercheprotokoll .....	S. 28
Abbildung 8: Troposphärische NO <sub>2</sub> -Verteilung .....	S. 35
Abbildung 9: Monatliche Umsatzentwicklung Einzelhandel EU Juni'19 – Juni'20 .....	S. 40
Abbildung 10: Produktionsindex Verarbeitendes Gewerbe .....	S. 40
Abbildung 11: Anteil Kurzarbeiter*innen nach Sektoren Juli 2020 .....	S. 41

## **Tabellenverzeichnis**

Tab. 1: Todesfälle nach Altersgruppen Deutschland .....	S. 15
Tab. 2: PICO-Schema .....	S. 25
Tab. 3: Ein- und Ausschlusskriterien .....	S. 27
Tab. 4. Suchprotokoll .....	S. 28

## Abkürzungsverzeichnis

ACE2:	Angiotensin-converting-enzyme 2 (Angiotensin-konvertierendes Enzym 2)
ADAC:	Allgemeine Deutsche Automobil-Club
BIP:	Bruttoinlandsprodukt
CH4:	Methan
CF:	Carbon Footprint (CO <sub>2</sub> -Fußabdruck)
CFR:	Case Fatality Rate (Fallsterblichkeit - Letalitätsrate)
CI:	Konfidenzintervall
CO:	Kohlenstoffmonoxid
CO <sub>2</sub> :	Kohlenstoffdioxid
CO <sub>2</sub> e:	Kohlenstoffdioxidäquivalenten
COPD:	Chronisch Obstruktive Lungenerkrankung
COVID-19:	Coronavirus-disease 2019
CT:	Computertomographie
DLR:	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
ELISA:	enzyme-linked immunosorbent assays
FAO:	Food and Agriculture Organization
IATA:	International Air Transport Association
ICAO:	International Civil Aviation Organization
IFR:	Infection Fatality Rate (Infektionssterblichkeit)
IgA:	Immunglobulin A
IgG:	Immunglobulin G
IPCC:	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPBES:	Intergovernmental Science-Policy Plattform on Biodiversity and Ecosystem Services – Der Weltbiodiversitätsrat
Mt CO <sub>2</sub> :	Megatonne CO <sub>2</sub> -Äquivalent
NCEP:	National Centers for Atmospheric Prediction
NCAR:	National Center for Atmospheric Research
NO:	Stickstoffmonoxid
NO <sub>2</sub> :	Stickstoffdioxid

O <sub>3</sub> :	Ozon
ÖPNV:	Öffentlicher Personen Nahverkehr
PCR:	Polymerase Chain Reaction
PM:	Particulate Matter (Feinstaub)
RT-PCR:	Reverse-Transcription Polymerase Chain Reaction
RKI:	Robert-Koch-Institut
THG:	Treibhausgase
QUADAS:	Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies
RNA:	Ribonucleic acid
SARS-CoV-2:	Schweres Akutes Respiratorisches Syndrom (Severe Acute Respiratory Syndrome) – Coronavirus 2
SO <sub>2</sub> :	Schwefeldioxid
UKE:	Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
UBA:	Umweltbundesamt
UNHCR:	United Nations High Commissioner for Refugees (UN-Flüchtlingskommissariat)
UNICEF:	United Nation International Children's Emergency Fund
UN DESA:	United Nations Department for Sustainable Development
WHO:	World Health Organization

## 1. Einleitung

Ein neuartiges Coronavirus, welches Ende 2019 in China entdeckt wird, macht das Jahr 2020 zu einem weltweit gemeinsamen Geschehen. Das Coronavirus hat sich nach Übertragung auf den Menschen in einer Schnelligkeit über den gesamten Globus ausgebreitet und fordert weltweit die Gesundheit der Menschen und Gesundheitssysteme heraus. Die Unterschiedlichkeit der Ausbreitung und der Schwere der Coronavirus-Erkrankung hat großes wissenschaftliches Interesse geweckt, um Einflussfaktoren und Auswirkungen dieser Krankheit nachzugehen (WHO, 2020). Die schnellen Veränderungen der Vergangenheit und der Gegenwart haben großen Einfluss bewiesen.

In den letzten Jahrhunderten hat die Menschheit gesellschaftliche Fortschritte erzielt und hierdurch einen globalen Wandel erzeugt. Insbesondere die Industrialisierung löste mit ihren technischen Errungenschaften einen Prozess aus, der zu weltweiten wirtschaftlichen und sozialen Veränderungen führte. Es resultierten gesellschaftliche Konsequenzen, die das gemeinsame Leben der Menschen mit ihrer Umwelt langfristig veränderten und zunehmenden Einfluss auf die Lebensqualität hatten. Die Auswirkungen der veränderten Landnutzung sowie die umgewandelten Prozesse schließen die Gesundheit der Menschen sowie die natürliche Umwelt mit ein (Essl & Rabitsch, 2013, S.9f).

Eine Folge der Industrialisierung ist die Urbanisierung. Laut Kruse (2012) definiert eine Ausbreitung der Stadt bzw. eine demographische Verstädterung und somit eine steigende Anzahl an Menschen, die in Städten leben, im Vergleich zur Gesamtbevölkerung. Anfang des letzten Jahrhunderts lagen die Gründe darin, dass weniger Arbeitskräfte für die Landwirtschaft benötigt wurden, da aufgrund der Technisierung viele Menschen in die Stadt zogen, um dort Arbeit zu finden. Mit der Zeit wuchsen die Städte heran und vermehrten sich. Es folgten ausgebaute Infrastrukturen und eine Vielfalt an potenziellen Arbeitsplätzen. Immer mehr Menschen zog es in die Stadt. Diese sogenannte Landflucht führte zu einer Wende hin zur Fremdversorgungsgesellschaft die auf Prinzipien der Marktwirtschaft aufbaut und schon damals die heutige Weltwirtschaft abbildet (Kruse, 2012). Dieser Prozess führte gemeinsam mit Innovationen in Bereichen der Kommunikation, Informations- und Transportwesen sowie neuen Entwicklungen in betrieblichen Produktionsprozessen zur Globalisierung. Über die Jahrzehnte hinweg entstanden weltweite Märkte für Waren, Kapital und Dienstleistungen und damit verbunden auch internationale Vernetzungen. Multinationale Unternehmen bestimmen seither aufgrund ihrer Angebote in Arbeit und Produktion den internationalen Handel. Durch die digitalen und technischen Fortschritte sind sie zudem in der Lage standortlos ihre Aktivitäten weltweit zu koordinieren und zu günstigen Bedingungen ihren Produktions- und Lieferstandort zu wählen. Diese vielen Möglichkeiten sind allerdings auch mit negativen Folgen verbunden, die einer unzureichend regulierten Weltwirtschaft zugrunde liegen und hierdurch weltweit für Regierungen globale Herausforderungen bei der Organisation eines einheitlich geregelten weltweiten Handel darstellen (bpb, o.J.).

Die Konsequenzen stellen seither für natürliche Lebensräume enorme Einschränkungen dar. Damit geht eine zunehmende Verschmutzung der Umwelt, der Klimawandel und der Verlust von Biodiversität einher (Essl & Rabitsch, 2013, S.14ff). Inwiefern sich das bemerkbar macht, wird in den nachfolgenden Unterkapiteln beschrieben.

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit sollen die menschlichen Entwicklungen der Vergangenheit als auch der Gegenwart aufgezeigt werden, um hierdurch eine Diversität an umweltbedingten Faktoren, die eine Ausbreitung der Pandemie begünstigen, hervorzuheben und anhand dieser Aspekte die Auswirkungen für die Gesundheit festzuhalten. Um Vergleiche setzen zu können, werden die Länder Deutschland und Italien im Verlauf in den Fokus gesetzt.

Die folgenden Unterkapitel der Einleitung sollen eine Grundlage zu den gesellschaftlichen Entwicklungen geben, um hierdurch die Folgen für die Umwelt bzw. den Klimawandel aufzuzeigen. Die Konsequenzen, die durch veränderte Bedingungen entstanden sind bzw. weiterhin bestehen, sollen helfen die jüngsten Ereignisse leichter nachvollziehen zu können. Hierfür werden einleitend die Folgen der Industrialisierung kurz angeschnitten und zugleich der Klimawandel und der Verlust von Biodiversität in Verbindung gesetzt. Gemeinsam mit den gesundheitlichen Auswirkungen, die sich hieraus für die Menschen ergeben, sollen diese die Basis für den theoretischen Hintergrund darstellen, welcher sich insbesondere mit der Mobilität und Demografie der Länder Deutschland und Italien befasst und hiermit den sozialen Wandel abbilden. Laut Schimank (2012) sind die Merkmale vorwiegend in einer dynamischen Wechselwirkung zu den Leitlinien beschrieben. Diese zeigen sich einerseits im Einfluss der Industrialisierung, der Wirtschaft, der Individualisierung und der Globalisierung und andererseits hier in den Übergängen des gesellschaftlichen Wandels. Angelehnt an die Basisprinzipien der Moderne, welche nach Beck zentrale Werte wie Rationalität, Fortschritt, Freiheit und Chancengleichheit bestimmen, jedoch in der Realität eine wachsende Ungerechtigkeit und Leid miteinschließen (Schimank, 2012), sollen begleitend sein die gegenwärtigen Strukturen und Bevölkerungsmerkmale, die eine Krankheitsentstehung und Ausbreitung begünstigen, hervorzuheben.

Außerdem werden grundlegende Informationen bezüglich Pandemien und ihrer direkten gesellschaftlichen Rolle aufgezeigt. Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche, wird folgende Fragestellung beantwortet:

*Welche umweltbedingten Faktoren begünstigen die Ausbreitung einer Pandemie – am Beispiel SARS-CoV-2/ Covid-19 und welche Auswirkungen haben diese Aspekte auf die Gesundheit der Bevölkerungen in Deutschland und Italien?*



Zur Untermauerung werden mehrere Hypothesen bearbeitet, um die Fragestellung der vorliegenden Bachelorarbeit zu beantworten. Diese lauten:

1. *Die Industrialisierung hat großen Einfluss auf die natürlichen Prozesse*
2. *Der Klimawandel und der Verlust der Biodiversität sind die Folge menschlichen Handelns und bringen erhebliche Beschwerden mit sich*
3. *Der globale Wandel hat Einfluss auf die menschliche Gesundheit*
4. *Es gibt einen Zusammenhang zwischen menschlichen Eingriffen in die Natur und dem Ausbruch von Epidemien bzw. Pandemien*
5. *Die Luftqualität sowie gesellschaftliche Merkmale der Länder haben Einfluss auf die Ausbreitung einer Krankheit*

## **1.1. Klimawandel und Verlust von Biodiversität**

Vor dem Hintergrund, dass in den letzten 150 Jahren die natürlichen Lebensräume und ihre Prozesse (Ökosysteme) einen bedeutenden Wandel durchlaufen haben, befindet sich die Erde nun in einem beschwerlichen Zustand. Die industriellen Vorgänge, die zum einen fossile Energie und erhöhte Schadstoffbelastungen durch Verbrennungen in der Luft verursachen (z.B. Kohle, Erdöl, Erdgas) (Hansjürgens, 2017, S.241) und zum anderen durch den Bestand von Kunststoffprodukten und Chemikalien in den Meeren und Böden zu erheblichen Verschmutzungen der Umwelt führen, haben weitreichende Schäden der Erde ausgelöst. Eine fortgeschrittene globale Erwärmung wurde erzeugt, die mit erhöhten Wetterschwankungen (Niederschläge, Trockenperioden, Hitze- und Kälteperioden etc.) einhergeht (Essl & Rabitsch, 2013, S. 14f.). Zudem macht sich der Klimawandel durch das Abtauen von Polareis, Gletschern und Dauerfrostböden deutlich bemerkbar (Essl & Rabitsch, 2013, S. 25). Die CO<sub>2</sub>-Konzentration hatte sich trotz der Entwicklungen der Landwirtschaft und menschlichen Hochkulturen mehr als 10.000 Jahre auf einem konstanten Niveau (ca. 280 ppm) gehalten und steigt jedoch seit dem letzten Jahrhundert bis heute stetig an (ca. 390 ppm, Stand: 2010) (Essl & Rabitsch, 2013, S. 8f.). Die Entstehung von Monokulturen und der Anbau von z.B. Mais in Deutschland bzw. die Ausdehnung von Landwirtschaft für Nahrung und Futter sowie die Abholzung von Wäldern haben dazu beigetragen Land zu vertreiben als auch die Mortalität diverser Arten verursacht (Hansjürgens, 2017, S.244f). Laut dem Weltbiodiversitätsrat (IPBES) sind ca. 1 Mio. Tier- und Pflanzenarten vor dem Aussterben bedroht. Allein in den letzten 100 Jahren entwickelte sich eine 10 – 100-fach höhere Letalität diverser Arten. Der Eingriff der Menschen in natürliche Lebensräume, hat eine Umwandlung der Land- und Meeresnutzung herbeigeführt und damit die Biosphäre und Atmosphäre drastisch verändert. Die genannten Gründe sind ursächlich dafür, dass 75% der Landflächen starken Änderungen durchzogen wurden sowie 66% der Meere mehrfach schädigenden Einwirkungen ausgesetzt sind und weshalb 85% der Moore nicht mehr vorhanden sind (Settele, 2020).

Schulze und Mooney haben schon seit 1994 mehrfach in ihren Übersichtsarbeiten die Zusammenhänge zwischen Artenreichtum (a-Diversität) und Ökosystemfunktionen verdeutlicht. Allgemein gilt, dass artenreiche Ökosysteme sich besser gegen Störungen schützen können als artenarme Lebensräume. Diese Diversitäts-Stabilitäts-Hypothese haben u.a. auch Balvanera et al. (2006) in einer Metaanalyse bestätigt und Cadotte et al. (2012) hat zudem die Wichtigkeit der stammesgeschichtlichen Entwicklung der Vielfalt beschrieben (Wittig & Niekisch, 2014, S.222ff). Durch Verluste von Ökosystemen und hiermit auch ihre regulierende Funktion kam es zu einigen Kippunkten, die im natürlichen Prozess Schwierigkeiten bei der Behebung zeigen. Durch das Abholzen der Bäume in großen Waldgebieten (z.B. Amazonas) kommt es weiterhin zu einer massiven Freisetzung von Treibhausgasen (z.B. CO<sub>2</sub>-Ausstoß statt Aufnahme). Das Auftauen aus tausenden Dauerfrostböden führt zur Freisetzung von am Meeresgrund gebundenen Methanverbindungen, wodurch die Kohlenstoffmoleküle durch das Meer in die Luft abgegeben werden. Durch das Schmelzen der Arktis werden weniger Sonneneinstrahlungen reflektiert, außerdem führt das Abtauen von Festlandeis zu einem Meeresspiegelanstieg (0.5m). Hierdurch werden regionale Veränderungen im Klimamuster hervorgerufen auch wenn das globale Energievolumen gleichbleibt. Begleitend sind weitere Gefahren durch die Wettervariabilität zu erkennen, welche die antarktischen Zustände negativ verstärken können (Essl & Rabitsch, 2013, S.25f).

Aus dem IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) Sonderbericht von 2018 geht hervor, dass die globale Durchschnittstemperatur bis max. 1,5-2°C erreicht werden muss, um nachhaltige Entwicklungen zu ermöglichen (IPCC, 2018). Bei Nichtregulierung werden erhebliche Ernterückgänge erwartet und bei einem Anstieg ab 2-3°C bis zum Jahre 2080 eine Steigerung des Hungers um 25 – 60% sowie ab Temperaturen von 4°C werden in Afrika bis zu 1/3 aller Regionen keine Ernte erwarten können (Crocini-Maspoli & Essl, 2013). Die Einhaltung der Temperaturempfehlungen können mit Maßnahmen der Lebensstilveränderungen einhergehen, die eine Energie-, Ressourcen und Treibhausgasintensive Nahrungsmittelnachfrage begrenzen und auf diese Weise eine Armutsbekämpfung sowie eine verbesserte Energiesicherheit bewirkt werden kann. Darüber hinaus können durch die positiven Veränderungen der Luftqualität vorzeitige Todesfälle verhindert werden (IPCC, 2018). Das Pariser Klima-Abkommen fordert ebenfalls, eine Begrenzung der Erderwärmung auf weniger als 2°C zu erreichen, dementsprechend dürfen in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts keine weiteren Schadstoffe in der Luft durch Treibhausgase verursacht werden. Es wird bewusst an die Verantwortlichen appelliert und auf Menschenrechte hingewiesen. Nicht abschließen fallen darunter das Recht auf Gesundheit, die Rechte von indigenen Völkern, regionale Gemeinschaften, Migrant\*innen, Kinder, Menschen mit Behinderungen und besonders schutzbedürftige Personen sowie das Recht auf persönliche Weiterentwicklung und die Rechte der Frauen, welche gestärkt, respektiert und berücksichtigt werden müssen (BMU, 2016).

## 1.2. Gesundheitliche Auswirkungen des globalen Wandels

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts ist die Menschheit von knapp 2 Mrd. auf 7.8 Mrd. in der Anzahl angestiegen (UN DESA, 2019). Objektiv und global betrachtet ist für die meisten Menschen eine Verbesserung im Wohlstand entstanden. Weltweit ist z.B. die Kindersterblichkeit bei den unter 5-jährigen auf ca. 4% gesunken (UNICEF, 2019) sowie die durchschnittliche Lebenserwartung auf 72 Jahren angestiegen (FAO, 2020b), zudem ist die Geburtenzahl pro Frau im Mittel auf 2-3 (UN DESA, 2016) gesunken und hierdurch das Bevölkerungswachstum reduziert worden. Allerdings sind weiterhin große Herausforderungen zu bewältigen. Insbesondere leiden etwa 670 Mio. Menschen an Hunger (FAO, 2020) und es sterben weltweit immer noch jährlich 5 Mio. Kinder in den ersten 5 Jahren ihres Lebens (UNICEF, 2019). Die globalen Umweltveränderungen zeigen sich vor allem in den Auswirkungen für die menschliche Gesundheit. Die direkten Folgen, die entstehen, entwickeln sich nach natürlichen Ereignissen wie z.B. Stürmen, Niederschlägen und Überschwemmungen, zudem die Zunahme an Dürre und Hitze, welche zu vermehrten thermischen Belastungen führen und Waldbrände verursachen. Außerdem kommt es zur erhöhten Aussetzung von UV-Strahlung sowie weniger Kälte- und Regenperioden im Jahresverlauf (Eis, Helm, Laußmann & Stark, 2010, S.85f).

Die indirekten Folgen für die Gesundheit zeigen sich z.B. in den Veränderungen der Allergen-Exposition und die hiermit verbundene Ausweitung der Pollenflugsaison und das veränderte Allergenspektrum. Die dauerhafte Exposition gegenüber Luftschadstoffen wie z.B. durch Ozon und Feinstaub sowie die hieraus resultierenden hygienischen Zustände der Lebensmittel und des Trinkwassers verursachen organische pathologische Veränderungen. Vor allem in Entwicklungsländern kommt es zu einem erhöhten Risiko für Infektionen durch Lebensmittel und Trinkwasser sowie in manchen nicht-industrialisierten Ländern zu einem Mangel der verfügbaren Lebensmittel und Trinkwasserbestände. Die zunehmend günstigeren Lebens- und Ausbreitungsbedingungen für Krankheitsübertragungen von Tieren zu Menschen führen zu erhöhten Infektionsrisiken. Zudem werden langfristig durch den Anstieg des Meeresspiegels tiefliegende Küstenregionen überflutet, welche große Herausforderungen für die dort lebenden Menschen und ihre Heimat darstellen (Eis, Helm, Laußmann & Stark, 2010, S.85f). Fluchtbewegungen (weltweit aktuell 79,5 Mio. Menschen), und Migration können die Folge sein und werden vor allem durch Kriege, internationale Konflikte und Hungersnöte verursacht. Durch die beschriebenen Zustände bleiben sie bestehen und werden weiterhin gefördert (UNHCR, 2020). Die Fluchtursachen führen zu einem Kreislauf und fordern weitere Faktoren heraus, die betrachtet werden müssen, es resultieren psychische bzw. gesundheitliche und politische Konsequenzen. Darüber hinaus ist weltweit ein Anstieg der chronischen Krankheiten zu verzeichnen, welche mit den Veränderungen des globalen Wandels einhergehen. Die Zunahme von Hitzewellen bzw. erhöhte Temperaturschwankungen verursachen u.a. neurologische sowie Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Neben psychischen Erkrankungen wächst durch Hitzeereignisse somit auch die Anzahl an Herzinfarkten und Schlaganfällen an (Knapp & Klotz, 2017, S.218).

Insgesamt sind im Jahr 2016 ca. 9,4 Mio. von 56,9 Mio. Menschen an einer ischämischen Herzkrankheit, ca. 5,75 Mio. Menschen an einem Schlaganfall und etwa 6 Mio. Menschen an Lungenerkrankungen (u.a. COPD, Pneumonie) verstorben. Aktuell gibt es etwa 2 Mrd. Menschen, die an Übergewicht und ca. 400 Mio., die an Diabetes mellitus leiden. Hiervon sind weltweit ca. 1,6 Mio. Menschen (2016) daran verstorben (Radtke, 2019b).

### **1.3. Pandemien – Entstehung und Ausbreitung**

In der Vergangenheit kam es immer wieder zu Ausbrüchen von Epidemien bzw. Pandemien, welche sich relativ schnell global ausbreiteten und für Bevölkerungen große Belastungen darstellten. Der enge Kontakt zwischen Menschen und Tieren bietet die Grundlage für eine Übertragung von Erregern, die Krankheiten auslösen können. Die Gründe, die eine Zusammenkunft ermöglichen, sind vielschichtig und zeigen sich in menschlichen Handlungen. Bedeutend ist die Ausdehnung von landwirtschaftlichen Nutzflächen durch Abholzung der Wälder, Bergbau- und Infrastrukturentwicklung bzw. Entwaldung und Umwandlung von Gras- und Ackerland sowie die Ausdehnung von Landwirtschaft für Nahrung und Viehfutter (Settele, 2020). Die völlige Vernichtung von Ökosystemen durch anthropogene Standortveränderungen ist überwiegend auf die Urbanisierung bzw. Industrialisierung zurückzuführen, welche auch in Entwicklungsländern seit dem 20. Jahrhundert zunehmend erfolgen (Wittig & Niekisch, 2014, S.294ff).

Darüber hinaus ist das Bejagen von Vögel- und Säugetieren ebenfalls eines der Hauptgründe weshalb viele Arten ausgestorben sind und zeigt wie Menschen seither sehr eng mit Tieren verkehren. Die bekannten Ursachen hierfür liegen zum einen in der Jagd zur Nahrungszufuhr von Fleisch und Fetten sowie in der Jagd von Fellen und Federn. Auch wenn die Menschen hierfür nicht allein verantwortlich sind, ist klar erkennbar, dass die übermäßige Nutzung einer Tierart zu dem Risiko führt, langfristig nicht mehr zum Bestand zu gehören und diese Art aussterben wird. Allerdings gibt es nicht nur lebensnotwendige Anlässe zu jagen, denn an dritter Stelle folgt die Jagd wegen Trophäen und Souvenirs, nachfolgend aus Vergnügen oder Schießlust. Der Heilaberglaube ist ebenfalls mitursächlich weshalb Tiere verschwinden und gejagt werden. Wittig und Niekisch betonen zudem, dass weitere Aspekte die Bekämpfung von vermeintlichen Schädlingen darstellen, vorwiegend im landwirtschaftlichen Betrieb und in der Herstellung. Außerdem geben Biotopveränderungen infolge von Waldzerstörung, der Entwässerung, der Zivilisation oder von Monokulturen zahlreiche Gründe an, die eine Übertragung möglich machen. Diverse Faunenfälschungen, die u.a. zu Vegetationszerstörung sowie Bodenzerstörung führen sowie die Hybridisierung und intensive Gewässernutzung haben dazu beigetragen weniger reichhaltig an Artengruppen zu sein und immer wieder in ihre Lebenswelten einzugreifen. Das Sammeln von Eiern und Jungen sowie der Lebendfang für den Tierhandel stellen ebenfalls erhebliche Probleme dar (Wittig & Niekisch, 2014, S.272ff).

Der Wildtierhandel hat einige Pandemien in den letzten Jahrzehnten verursacht und stellt enorme Schwierigkeiten in der Handhabung dar. Diese schwerwiegenden Eingriffe in natürliche Lebensräume sind die größten Übertragungsmöglichkeiten für Krankheiten und geben hierdurch eine gute Grundlage für die Ausbreitung von Pandemien. Hervorzuheben ist, dass die Menschen zum Großteil durch ihre Handlungen für Pandemien verantwortlich sind. Die Auswirkungen zeigen sich global vorwiegend in wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Inaktivität. Jährlich kommt es etwa zu 700.000 Todesfällen, die auf Zoonosen (Tier-zu-Mensch-Krankheiten) zurückgeführt werden. Das Risiko für zukünftige Übertragungen von Erregern durch Tiere auf den Menschen und somit für eine weltweite Ausbreitung ist weiterhin sehr hoch, die Tendenz ist weiter steigend. Bei Säugetieren und Wasservögeln gibt es noch immer ca. 1,7 Mio. nicht identifizierte Viren, die Menschen anstecken und zur nächsten lebensbedrohlichen Krankheit ausbrechen können. Insgesamt können etwa 70% der neuauftretenden Krankheiten auf Tier-zu-Mensch-Übertragungen zurückgeführt werden (Settele, Diaz, Brondizio & Daszak, 2020).

## **2. Hintergrundinformationen**

Das Jahr 2019 ging in China mit der Entdeckung eines neuartigen Coronavirus (SARS-CoV-2) zu Ende, welches zur Covid-19-Krankheit führte und sich seitdem weltweit ausbreitete. Auch hier war der Wildtierhandel mitursächlich für den engen Kontakt zwischen der Tierwelt und dem Menschen, vermutlich auch die Übertragungsquelle. Die einleitend beschriebenen Konsequenzen der menschlichen Aktivitäten bezogen auf die Natur und ihre Prozesse, haben deutlich gemacht, dass die Bedingungen günstig liegen weitere Krankheiten und Pandemien zu verursachen (Settele, Diaz, Brondizio & Daszak, 2020).

Die Industrialisierung und der Klimawandel haben verdeutlicht, wie die globalen Veränderungen Einfluss auf die menschliche Gesundheit haben und Ökosysteme einschränken, dementsprechend eine Selbstregulierung der Natur erschweren und folglich ein gesundheitsschädlicher Kreislauf für Menschen, Tierwelt und Natur verursacht wird. Die Menschen in der industrialisierten Welt leben heute in einer Risikogesellschaft, welche von vielen gesundheitsschädlichen Komponenten umgeben sind. So sind z.B. in der sozialmedizinischen Prävention die Aspekte der Risiken der Umwelt nicht miteinbezogen, sondern nur riskantes und schädliches Verhalten der Menschen. Maßnahmen werden daran orientiert aufgebaut, jedoch sind Umwelt, Verhalten und die Person in einem wechselseitig bedingten Prozess zu betrachten. Daher stellen sich die Fragen, was macht die Menschen krank und welche Faktoren begünstigen die Entstehung und den Verlauf einer Krankheit? Bzw. aus der salutogenetischen Betrachtung, was hält die Menschen gesund? Welche Einflüsse wirken positiv auf den Erhalt und die Förderung der Gesundheit ein? Und welche wissenschaftlichen Erkenntnisse können zur Identifikation von gesundheitsförderlichen Potenzialen für Menschen und Umwelt herangezogen

werden? Badura und Feuerstein (2007) beschreiben zudem, dass neben sozialen (vertrauensvolle und unterstützende) Beziehungen gemeinsame Überzeugungen, Werte und Regeln gesundheitsförderliche Elemente sind. Variieren diese Punkte in einer Gesellschaft bzw. sind sie gering oder nicht vordergründig, so besteht meist ein höherer Bedarf an organisatorischer Abstimmung und gleichzeitig auch das Potenzial für Konflikte hinsichtlich der Kooperation bestimmter Personen, Bevölkerungsgruppen oder Organisationen, welche negative Auswirkungen auf das psychische und physische Wohlbefinden und die Gesundheit der Allgemeinheit haben (Badura und Feuerstein, 2007, S.400ff.).

An den Leitfragen und -gedanken orientiert werden, um die Fragestellung der vorliegenden Arbeit zu beantworten bzw. den Einfluss umweltbedingter Faktoren auf die Ausbreitung einer Pandemie – am Beispiel SARS-CoV-2 sowie die Auswirkungen dieser Aspekte auf die Gesundheit der Bevölkerungen in Deutschland und Italien zu beurteilen, noch weitere grundlegende Informationen benötigt, die den sozialen Wandel in Deutschland und Italien festhalten. Welche Folgen insbesondere aus den Veränderungen für die Luftqualität sowie für die Gesundheit resultieren, sollen weitere Erkenntnisse liefern, die eine unterschiedliche Ausbreitungsdominanz erklären. Des Weiteren werden vergangene als auch jüngste Ausbrüche bzw. Pandemien betrachtet und in Vergleich gesetzt. Hierfür werden vergangene Studien bzw. ein Review eingeschlossen. Die durch Covid-19 betroffenen Sektoren die Unternehmen, Selbstständige und vor allem Angestellte einschließen, zudem welche Maßnahmen staatlicherseits betrachtet wurden sowie die gesellschaftlichen Veränderungen die hierdurch für das Jahr 2020 entstanden sind, sollen die gesundheitliche Relevanz der Krise betonen und werden durch das Kompetenznetz Public Health in diesem Kapitel abschließend beschrieben.

## **2.1. Mobilität und Demographie im Wandel – Deutschland, Italien**

Der soziale Wandel hat sich auch in Europa deutlich bemerkbar gemacht. Die Menge an technischen und digitalen Fortschritten, der mit der Urbanisierung einhergehende Ausbau von Straßen, Infrastrukturen, Gebäudeentwicklungen etc. (Kruse, 2012) sowie die Folgen der Globalisierung zeigen besonders in Deutschland und Italien ihre Wirkung. Daher werden in diesem Kapitel gesellschaftliche Merkmale der Länder hervorgehoben, die eine Ausbreitung von übertragbaren Krankheiten beeinflussen können. Der Fokus wird bewusst auf den Einflussfaktoren gelegt und soll zukünftige Veränderungsmöglichkeiten verdeutlichen. Hierfür werden zum einen strukturelle sowie bevölkerungsbezogene Eigenschaften und zum anderen energiebedingte Sektoren und Verbraucher\*innen aufgezeigt.

Im Jahr 2018 sind z.B. fünf der zehn größten Städte bzw. Agglomerationen (Ballungsräume) der Europäischen Union (EU) in Deutschland (Berlin 4. Platz- 5,26 Mio. Einwohner\*innen, Ruhrgebiet 6. Platz- 5,11 Mio. E.) und Italien (Mailand 5. Platz- 5,15 Mio. E., Rom 8. Platz- 4,43 Mio. E., Neapel 9. Platz- 3,41 Mio. E.) zu finden (Eurostat, 2020).

Außerdem ist die Einwohnerzahl seit 1960 (Deutschland ca. 73 Mio. E.; Italien ca. 50 Mio. E.) bis 2018 (Deutschland ca. 83 Mio. E.; Italien ca. 60 Mio. E.) deutlich angestiegen (Rudnicka, 2020). Das Bevölkerungswachstum ist jedoch in den letzten Jahrzehnten in Deutschland (1960: 0,8%, 2018: 0,3%) und Italien (1960: 0,7%, 2018: -0,2%) im dynamischen Prozess zurückgegangen (World Bank, 2020). Die Bevölkerungsdichte liegt in Europa im Mittel bei 118 Einwohner\*innen pro Quadratkilometer (E./km<sup>2</sup>), Deutschland (234,7 E./km<sup>2</sup>) und Italien (202,9 E./km<sup>2</sup>) liegen weit über dem Mittelwert (Eurostat, 2020b). Die Zunahme an größeren Städten sowie die Einwohnerzahl als auch die Bevölkerungsdichte haben die Länder stark beeinflusst. Darüber hinaus werden die Menschen immer älter. Die durchschnittliche Lebenserwartung ist in beiden Ländern stark angestiegen. Im Jahr 1960 lag sie noch bei beiden Bevölkerungen bei 69 Jahren und ist im Jahr 2018 auf ca. 81 J. in Deutschland und 83 J. in Italien angestiegen (Eurostat, 2020c). Zudem ist eine Variation im durchschnittlichen Alter beim Verlassen des Elternhauses zu erkennen. In Deutschland verlassen die Kinder ihr Elternhaus normalerweise mit etwa 23,7 Jahren (Frauen 22,9 J., Männer 24,4 J.) und in Italien liegt der Altersdurchschnitt weitaus höher bei etwa 30,1 J. (Frauen 29,1 J., Männer 31,2 J.) (Eurostat, 2020d). Werden die Haushaltsgrößen in den Mitgliedsstaaten der EU betrachtet, so fällt auf, dass Deutschland mit einer durchschnittlichen Größe von 2,0 Personen weit hinten liegt (29. Stelle/ von 30 Ländern). Dagegen hält sich Italien im Mittelfeld (14. Platz) bei etwa 2,3 Personen im Haushalt (Eurostat, 2020e). So sind die Unterschiede hier in einem größeren und altersbedingt gemischten Haushalt festzuhalten.

Trotz der jahrelangen Arbeitslosenquoten, zuletzt im Jahr 2019 in Deutschland bei 5,3% und Italien bei 9,95% (IMF, 2020), können beide Länder, bezogen auf die letzten 50 Jahre, eine bis zu 20-fache Steigerung des Bruttoinlandsprodukts (BIP) verzeichnen. In Deutschland ist das BIP im Jahr 1970 von 360,6 Mrd. USD bis zum Jahr 2019 auf 3.435,76 Mrd. USD gewachsen (Statistisches Bundesamt, 2020); in Italien liegt das BIP im Jahr 1970 bei 113,3 Mrd. USD (Statista Research Department, 2012) und steigt bis zum Jahr 2018 auf 2.075 Mrd. USD an (IMF, 2019).

Ein weiterer Wandel zeigt die Reisebereitschaft der Europäer, diese hat in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen. 2018 sind ca. 64% der EU-Einwohner\*innen mindestens einmal privat verreist. Mit 70,8 Mio. Reisen aus Deutschland und einer durchschnittlichen Reisedauer von etwa 12,3 Tagen sind die Deutschen weltweit bekannt. Urlaube in Deutschland sind ebenfalls beliebt und belaufen sich auf etwa 55,2 Mio. Reisen. Der Beitrag der Tourismusbranche am BIP liegt hier bei 8,6% (2018). Die Anzahl der Ankünfte an Touristen in Italien lag 2017 bei insgesamt 111,9 Mio. davon sind 12,2 Mio. Deutsche. Der Beitrag der Tourismusbranche am BIP liegt (2018) in Italien bei 13,2% (WTTC, 2019).

Eine Verteilung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren im Jahr 2017 (weltweit) hat gezeigt, dass 41 % durch Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung, 24 % durch den Transport, 24 % durch die Industrie, 8 % über Gebäude und 3 % durch andere Bereiche, entstehen (IEA, 2019). Der Anteil der Verkehrsträger an den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe liegen im Jahr 2016 für den Straßenverkehr bei 18,1 %, für den Luftverkehr bei 2,8 %, für die Schifffahrt bei 2,6 % und anderer Verkehr bei 0,8 % (Statista, 2016). Bei den zehn größten Klimasündern Europas (Abb.1) ist Deutschland unter den Top 10 siebenmal mit Braunkohle-Kraftwerken vertreten sowie Italien einmal mit der Fluggesellschaft Ryan Air (Statista, 2018).

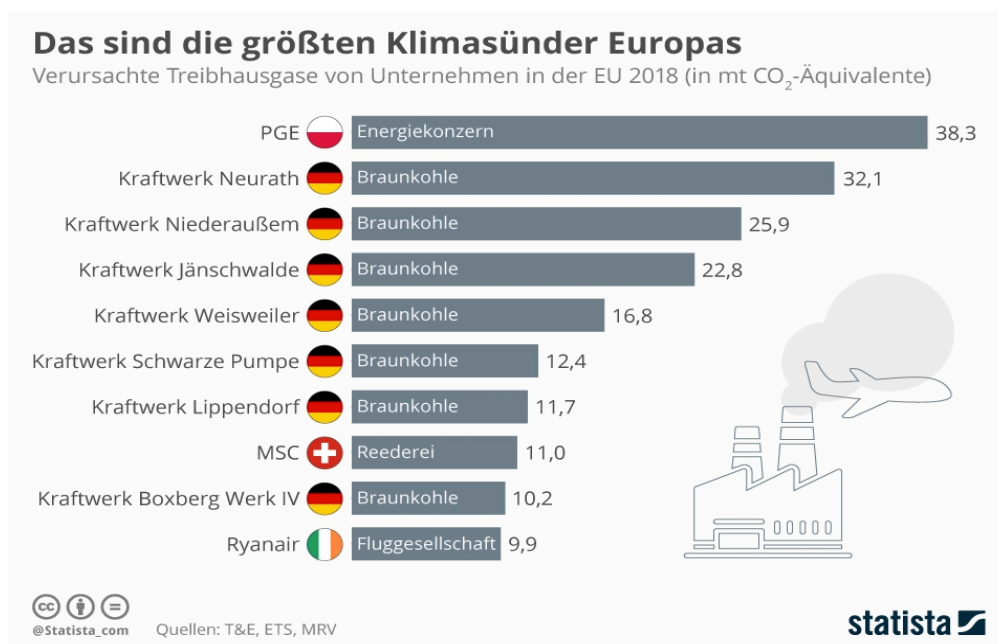


Abb.1: Die größten Klimasünder Europas

Quelle: Statista, 2018

Ein weiterer bedeutender Aspekt bezogen auf den Energieverbrauch zeigt das Ernährungsverhalten der Bürger\*innen. Allein in Deutschland ist der Pro-Kopf-Verbrauch von Fleisch doppelt so hoch wie die Deutsche Gesellschaft für Ernährung empfiehlt. Die Empfehlungen belaufen sich auf 300-600g Fleisch und Wurstwaren pro Woche pro Person. Es sind zudem alle Formen tierischer Produkte beliebt, so dass dieser Wandel sich deutlich negativ auf den jährlichen THG-Emissionen widerspiegelt. Aktuell entfallen jährlich pro Kopf ca. 224 kg/ CO<sub>2</sub>-Äquivalent (CO<sub>2</sub>e) auf den Konsum von Schweinefleisch, 170 kg/ CO<sub>2</sub>e für den Konsum von Käse, 164 kg/ CO<sub>2</sub>e für Butter und 90 kg/ CO<sub>2</sub>e auf den Verzehr von Rindfleisch an. Hingegen zeigen die Werte für Brot und Kartoffeln lediglich 52 bzw. 13 kg/ CO<sub>2</sub>e pro Jahr an. Wegen des hohen Fleisch- und Milchverbrauch werden weiterhin über die Hälfte der Landflächen für das Betreiben der Viehwirtschaft (Anbau von Viehfutter) benötigt. Aufgrund der hierdurch entstehenden Umweltbelastungen wird langfristig eine umweltfreundliche und gesundheitsbewusste Ernährung empfohlen (UBA, 2018).



### **2.1.1. Auswirkungen auf die Luftqualität**

Neben der steigenden Mobilität und dem demographischen Wandel haben u.a. wirtschaftliche Verhältnisse, Lebens- und Wohnbedingungen, Reiseverhalten sowie die Ernährungsgewohnheiten über die Jahre die Qualität der Luft beeinflusst. Insbesondere die industrialisierten Länder verursachen den größten Teil der Treibhausgasemissionen. Fortgeschrittene Schwellenländer wie China und Indien steigen in den Emissionen ebenfalls stark an, so dass China (Volksrepublik) die USA als weltweit führenden Verursacher von Treibhausgasen abgelöst hat (bpb, 2009). Laut dem Global Carbon Project liegt Deutschland 2018 noch immer auf dem sechsten Platz unter den zehn größten CO<sub>2</sub>-emittierenden Ländern, gemessen an dem Anteil der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen (Global Carbon Project, 2018). Insgesamt emittieren die reichsten 10% der Weltbevölkerung 50% aller CO<sub>2</sub>-Emissionen und die ärmsten 50 % aller Menschen verbrauchen etwa 10 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der reichsten 1 % wird ca. 175-mal so hoch sein als die der ärmsten 10 % (Oxfam, 2015).

Die Treibhausgas-Emissionen beliefen sich 2017 in Deutschland auf 906,6 Mio. Tonnen (t) (21 % aller in der EU emittierten) CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>e), in Italien im selben Jahr bei 427,7 Mio. t CO<sub>2</sub>e. Der größte Sektor energiebedingter Treibhausgas-Emissionen erfasst in Deutschland die Energiewirtschaft mit ca. 295 Mio. t CO<sub>2</sub>e, danach folgt der Verkehr mit 164 Mio. t CO<sub>2</sub>e, das verarbeitende Gewerbe (130 Mio. t CO<sub>2</sub>e), die Haushalte (84 Mio. t CO<sub>2</sub>e), der Handel und Dienstleistungen (39 Mio. t CO<sub>2</sub>e) und diffuse Emissionen (9 Mio. t CO<sub>2</sub>e) (UBA, 2020).

Laut dem Umweltbundesamt (UBA) werden jährlich die Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe nach Quellkategorien zugeordnet, welche somit eine direkte Verbindung zueinander aufzeigen. Diese werden ebenfalls eingeteilt in Energiewirtschaft, dem verarbeitenden Gewerbe, dem Verkehr, den Haushalten und Kleinverbrauchern. Auch das Militär und weitere kleine Quellen, diffuse Emissionen von Brennstoffen sowie Industrieprozesse, Landwirtschaft, Abfall und Abwasser. Welche Auswirkungen die Sektoren auf die Luft haben, werden anhand ausgewählter Schadstoffe beschrieben. Die Angaben beziehen sich auf Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), leichtflüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC), Kohlenmonoxid (CO) sowie Staub einschließlich Feinstaub PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>10</sub>. Auffallend sind die erhöhten Emissionen der NO<sub>2</sub>-Werte aus den Bereichen Industrieprozesse (86,7 Tsd. t), das verarbeitende Gewerbe (89,3 Tsd. t), aus der Landwirtschaft (118,6 Tsd. t), der Haushalte (119,2 Tsd. t), der Energiewirtschaft (264,7 Tsd. t) und dem Verkehr (513 Tsd. t). Bezogen auf den flüchtigen organischen Verbindungen ohne Methan (NMVOC) emittieren insbesondere der Verkehr (88 Tsd. t), die Industrieprozesse (324 Tsd. t) und die Landwirtschaft hohe Werte (586 Tsd. t). Kohlenmonoxid-Emissionen sind größtenteils auf die Energiewirtschaft (117,7 Tsd. t), dem verarbeitenden Gewerbe (345,6 Tsd. t), dem Verkehr (957,1 Tsd. t), den Haushalten und Kleinverbrauchern (641,6 Tsd. t) sowie den Industrieprozessen (836,2 Tsd. t) zurückzuführen.

Feinstaub im Gesamten sowie PM10 und PM2.5 werden überwiegend im Verkehr (51,5 Tsd. t, 39 Tsd. t, 24,7 Tsd. t), den Haushalten (25 Tsd. t, 24,5 Tsd. t, 23,3 Tsd. t), in diffusen Emissionen von Brennstoffen (14 Tsd. t, 4,6 Tsd. t, 0,9 Tsd. t), den Industrieprozessen (216,9 Tsd. t, 95,6 Tsd. t, 28,3 Tsd. t) und in der Landwirtschaft produziert (61,1 Tsd. t, 30,6 Tsd. t, 4,5 Tsd. t). (UBA, 2020). Die Veränderungen der Emissionen seit 1990 werden in Abb. 2 dargestellt und zeigen, dass die Abnahme ausgewählter Schadstoffe überwiegend in den ersten 15 Jahren erfolgte und seitdem gleichbleibend oder mit minimalem Rückgang verläuft (UBA, 2020).

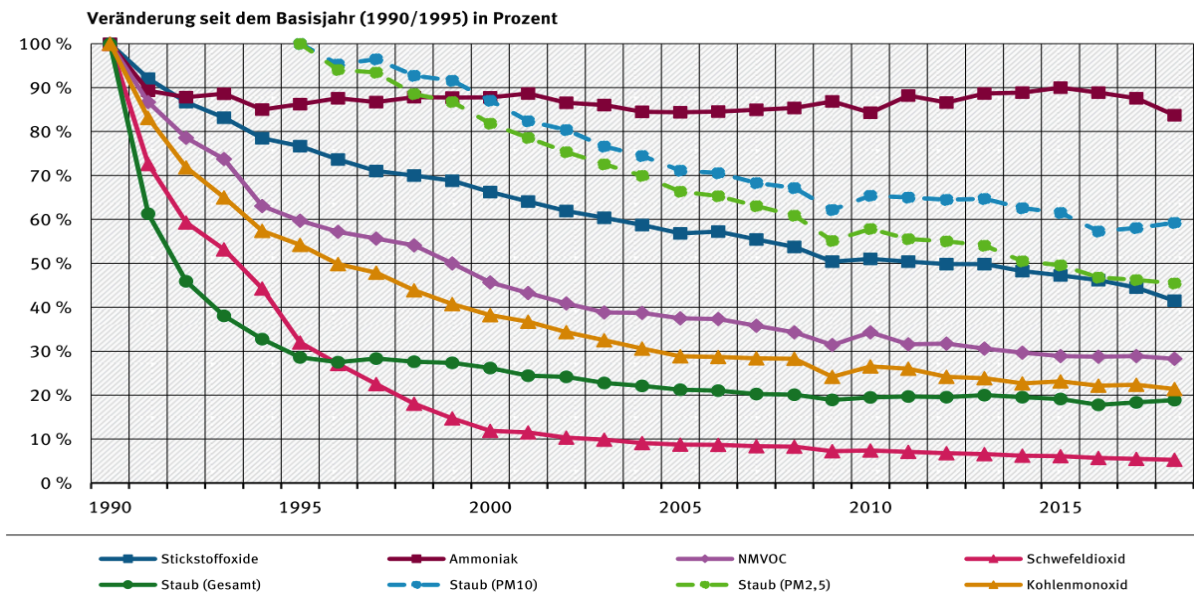


Abb. 2: Emissionen ausgewählter Schadstoffe

Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2018 (Stand 02/2020).

Die Belastungen der städtischen Bevölkerungen durch Luftverschmutzung mit Ozon zeigen regelmäßige Überschreitungen der Werte an. Insgesamt sind 30% der städtischen Bevölkerungen der EU-28 im Jahr 2015 erhöhten Ozon (O<sub>3</sub>) Werten ausgesetzt gewesen. Ca. 95% waren mit O<sub>3</sub>-Werten konfrontiert, die über den strengen WHO-Richtlinien lagen (Bruyninckx, 2017). Die Exposition gegenüber O<sub>3</sub> führte im Jahr 2014 in 41 Ländern bei etwa 14.400 Menschen vorzeitig zum Tod. Zudem führten die erhöhten NO<sub>2</sub>-Werte im selben Jahr zu etwa 78.000 Todesfällen in 41 Ländern (Bruyninckx, 2017). In Italien liegt der Durchschnitt für NO<sub>2</sub>-Werte (2018) bei ca. 65 µg/m<sup>3</sup> (EEA, 2019). Die Grundbelastung der NO<sub>2</sub>-Konzentration in deutschen Stadtgebieten liegt im Jahresmittel (2018) bei etwa 20 – 30 µg/m<sup>3</sup> (UBA, 2020c). Die Überschreitungen von Feinstaub bzw. PM<sub>2.5</sub> führten 2014 in 41 Ländern zu 428.000 vorzeitigen Todesfällen (Bruyninckx, 2017). Die WHO-Empfehlungen für PM<sub>2.5</sub> belaufen sich auf Jahresmittelwerte von 10 µg/m<sup>3</sup> und der EU-Grenzwert liegt über 25 µg/m<sup>3</sup>. Für PM<sub>10</sub> liegen die WHO-Empfehlungen bei 20 µg/m<sup>3</sup> und die EU-Grenzwerte bei 40 µg/m<sup>3</sup> (UBA, 2019b).

Deutschland und Italien verzeichnen z.B. im Jahr 2016 die höchsten Zahlen in der EU-Statistik mit ca. 59.600 bzw. 58.600 Todesfällen; insgesamt sind knapp 400.000 Menschen aufgrund von Feinstaubemissionen in Europa verstorben (EEA, 2016).

Die Grenzüberschreitungen diverser Schadstoffe haben langfristig ihren Einfluss in der Gesundheit der Bevölkerungen gezeigt. Auf die Folgen wird anschließend eingegangen.

### **2.1.2. Auswirkungen auf die Gesundheit**

Auch wenn die Lebenserwartung in beiden Ländern in den vergangenen Jahrzehnten deutlich angestiegen ist, hat sich die Zahl der chronischen Krankheiten vermehrt. Die Zusammenhänge zwischen Exposition von Luftschadstoffen und die Anfälligkeit für Erkrankungen sind schon seit vielen Jahren bekannt. Die Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP) hat aus zahlreichen Studien aus Europa, Nordamerika und anderen Ländern ein Positionspapier erarbeitet aus dem hervorgeht, dass der Einfluss von Luftschadstoffen zu negativen Gesundheitsfolgen führt. Sie beschreiben, dass Luftschadstoffe entzündliche Reaktionen und oxidativen Stress hervorrufen und zu einer subklinischen Entzündung des Organismus führen, zudem lösen sie vegetative Reflexe aus und stören die vegetative Balance. Die entzündlichen Botenstoffe aus der Lunge gelangen in den großen Kreislauf und beeinträchtigen hierdurch die Organfunktion. Darüber hinaus rufen die kleinen Partikel, die über die Lunge in den Kreislauf gelangen, Reaktionen im zentralen Nervensystem hervor. Diese Prozesse führen zu einer verminderten Lungenfunktion und können bei vorhandenen Vorerkrankungen (z.B. Asthma, COPD) zu einer akuten Verschlechterung führen. Es kommt zu einem Anstieg von Entzündungen der Bronchien bzw. der Lunge und erhöht langfristig das Risiko für Lungenkrebs. Weitere mögliche Auswirkungen, die auftreten können, entstehen durch die Aktivierung der Blutgerinnung und verursachen u.a. Herzrhythmusstörungen, Arterienverkalkung und erhöhten Blutdruck. Diese führen zu erhöhten Risiken für Herzinfarkte und Schlaganfälle. Darüber hinaus führen die Prozesse zu Störungen des Stoffwechsels und der Glukoseregulierung sowie zu einer verringerten Insulinsensitivität, welche die Entwicklung eines Typ 2 –Diabetes (sowie Schwangerschaftsdiabetes) fördern. Dauerhafte Expositionen von Luftschadstoffen können auch Hinweise auf verminderte kognitive Funktionen geben, zu gestörten neuropsychologischen Entwicklungen bei Kindern sowie zu beschleunigten Neurodegenerationen bei Erwachsenen (z.B. Demenz, Alzheimer) führen. Neben den Erkrankungen, die auch bereits bei Föten entstehen können, sind Risiken für reduziertes Körpergewicht sowie Früh- und Totgeburten zu beachten (Schneider & Schulz, 2019).

Aus diesen Gründen wird zur Beurteilung und Kontrolle der Luftreinhaltung in der EU die Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG als Orientierungs-Quelle verwendet. Hier findet sich zu den jeweiligen Schadstoffen eine Erklärung zu ihren Auswirkungen. Beispielsweise wird auch darin beschrieben, dass PM<sub>2,5</sub> erheblichen gesundheitlichen Schaden anrichten kann und bisher keine Grenze bekannt ist, die kein Risiko darstellt (UBA, 2019).

Der bis heute entstandene gesellschaftliche Wandel formt die häufigsten Todesursachen der EU, welche vorwiegend auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs (Neubildungen) und Krankheiten des Atmungsorgans zurückzuführen sind (Statistisches Bundesamt, 2018). Bösartige Neubildungen sind in Deutschland (D) mit etwa 71,5 Todesfällen (T.) auf 100.000 Einwohner\*innen (E.) und in Italien (I) mit 62 T./ 100.000 E. die häufigste Todesursache. Herz-Kreislauf-Erkrankungen verursachen die zweithäufigste Todesursache in Deutschland mit 37,8 T./ 100.000 E. und in Italien mit 25,1 T./ 100.000 E., gefolgt von ischämischen Herzkrankheiten (Herzkranzgefäße) (D: 17,7/ 100.000; I: 10/ 100.000). Lungenkrebs und Erkrankungen des Atmungsorgans führen gemeinsam zu 26,8 Todesfällen pro 100.000 E. in Deutschland und zu 16,4 Todesfällen pro 100.000 E. in Italien. Es folgen Brustkrebs (D: 14/ 100.000; 13,2/ 100.000), Kolorektal Krebs (D: 6,1/ 100.000; I: 6/ 100.000), Suizid (D: 9/ 100.000; I: 4,9/ 100.000), Krankheiten des Nervensystems (D: 5,8/ 100.000; I: 4,5/ 100.000) und Transportmittelunfälle (D: 3,6/ 100.000; I: 4,7/ 100.000) (Eurostat, 2016).

Die Einflüsse des sozialen Wandels machen sich deutlich in der Luftqualität bemerkbar und erwarten vielfältige Veränderungen, um die Gesundheit der Bevölkerungen langfristig zu schützen.

## **2.2. Pandemie SARS-COV-2/ COVID-19**

Am 11. März 2020 ruft die WHO die seit Dezember 2019 identifizierte Krankheit COVID-19 zur Pandemie auf (WHO, 2020). Das neuartige Coronavirus bzw. SARS-COV-2 ist vermutlich auf einem (Großhandel) Wildtiermarkt in Wuhan (China) von einem Tier auf den Menschen überggesprungen und breitete sich ausgehend von der Millionenstadt von Mensch zu Mensch weltweit aus. Die Anzahl der Neuinfektionen wächst in den Monaten rasant an. Die Übertragung dieses Erregers erfolgt über die Luft (Tröpfcheninfektion), über die Hände und Gegenstände (z.B. Türklinken, Geldstücke). Hauptübertragungsquelle ist die inhalierende Aufnahme virushaltiger Flüssigkeitspartikel, die u.a. beim Sprechen, Husten und Niesen entstehen. Hier werden Tröpfchen mit einer Partikelgröße über 5 µm und feinste Partikel bzw. Aerosole mit einem Durchmesser kleiner als 5 µm, übertragen (Bendel, 2020). Bei einer Infektion mit COVID-19 können respiratorische Symptome auftreten, z.B. Fieber, Husten, Atemnot, Muskelschmerzen und Müdigkeit. Darüber hinaus kann COVID-19 in schweren Fällen zu einer Lungenentzündung bzw. zum Tod führen. Menschen mit Vorerkrankungen, immungeschwächte sowie ältere Personen sind hier als Risikogruppe erfasst worden (Gesundheitsdienst, 2020).

Weltweit sind mittlerweile ca. 526.874 an den Folgen von COVID-19 verstorben (CDC, 2020) (Stand 4. Juli 2020). Insgesamt lag die kumulative Fallzahl bei 11.375.043 und hiervon sind 4.408.239 aktive Fälle bekannt (WHO, 2020) (Stand 4. Juli 2020) (RKI, 2020).

Aktuell haben alle Länder in Europa außer Turkmenistan Fälle von COVID-19 bestätigt. Über 2,7 Mio. Menschen sind europaweit daran erkrankt, ca. 200.000 Menschen verstorben (Stand: 2. Juli 2020). Die Risikobewertungen des European Center for Disease Control and Prevention (ECDC) sowie die des Robert Koch Instituts (RKI) stufen das Risiko für eine COVID-19-Erkrankung in der EU, EWR, UK und potentiellen EU-Mitgliedschaftskandidaten, zwischen mäßig und sehr hoch ein (Gesundheitsdienst, 2020). In Deutschland sind bisher 196.096 laborbestätigte COVID-19 Fälle gemeldet, darunter 9.010 Menschen die an bzw. mit COVID-19 verstorben sind (Stand: 4. Juli 2020) (RKI, 2020). Folgende Abbildung (3) zeigt den Verlauf der übermittelten COVID-19-Fälle seit Erkrankungsbeginn an.

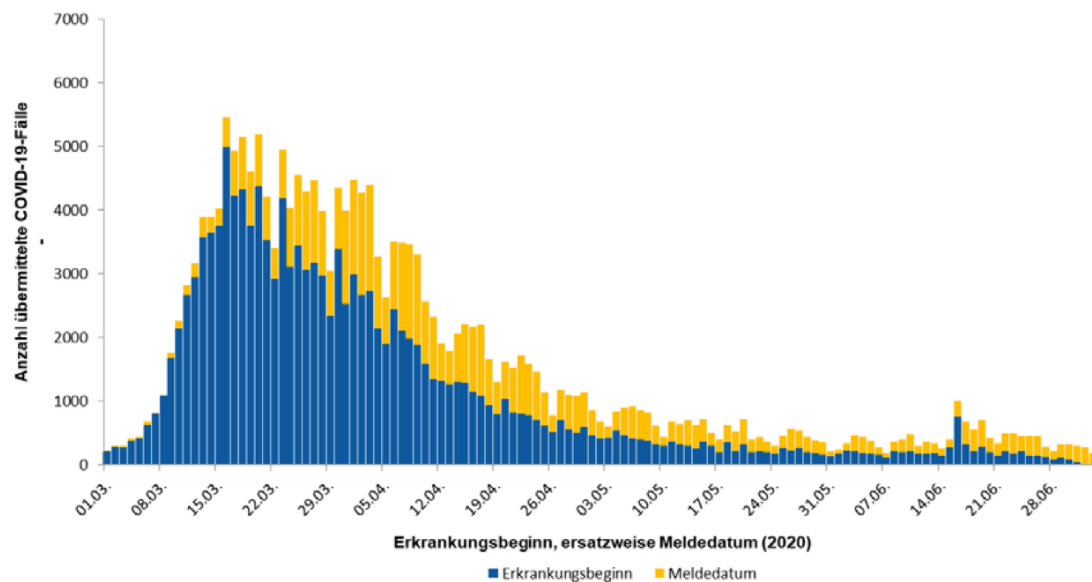


Abb. 3: Erkrankungsfälle, Meldedatum

Quelle: RKI, Lagebericht Covid-19, 2020

Nachfolgend ist der Tabelle 1 die Verteilung der Todesfälle in Altersgruppen zu entnehmen (RKI, 2020).

Geschlecht	Altersgruppe (in Jahren)										
	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100+
männlich		2	7	17	52	234	635	1.366	2.101	563	6
weiblich	1		3	6	22	85	226	663	1.896	1.076	44
gesamt	1	2	10	23	74	319	861	2.029	3.997	1.639	50

Tab.1: Todesfälle nach Altersgruppen Deutschland

Quelle: RKI, Lagebericht Covid-19, 2020

In Italien hingegen hat es die Bevölkerung stärker getroffen. Bisher sind dort insgesamt 241.419 Erkrankungsfälle bestätigt, davon sind etwa 34.854 Todesfälle zu verzeichnen (Stand: 4. Juli 2020) (John Hopkins University, 2020). Folgende Abbildung (4) zeigt die Letalitätsrate nach Altersgruppen in Italien an.

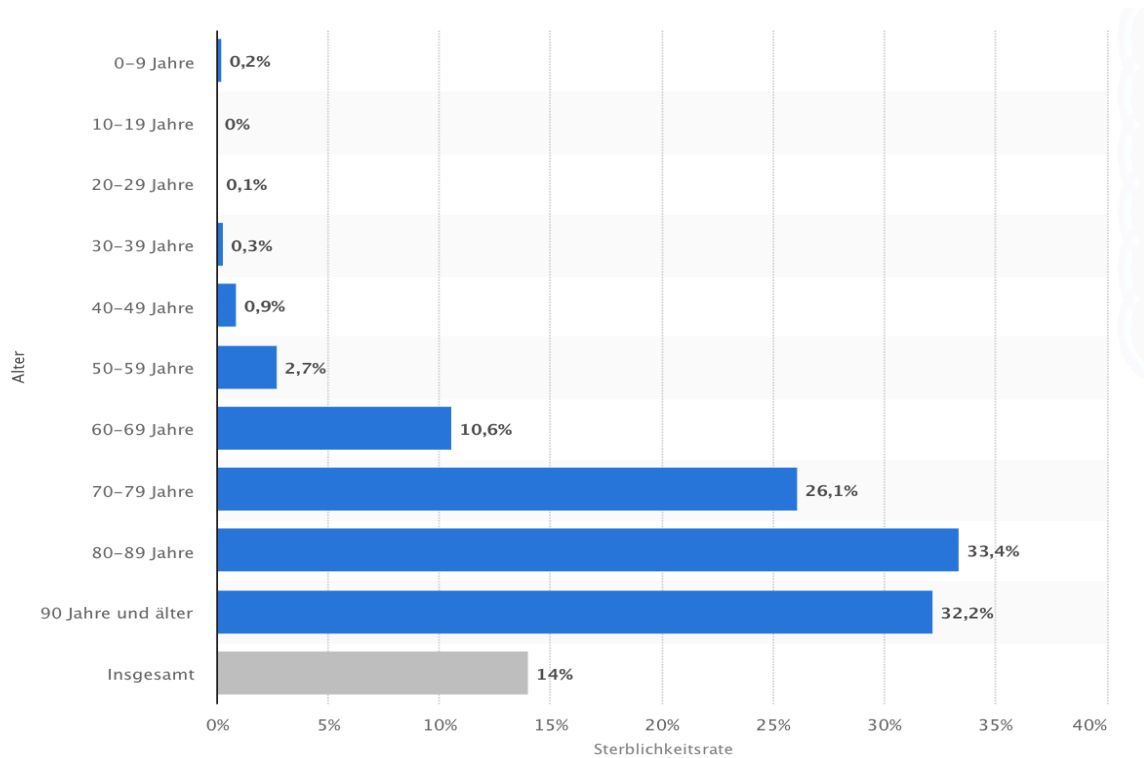


Abb. 4: Letalitätsrate nach Altersgruppen Italien (Stand 12. Juli 2020)

Quelle: Istituto Superiore di Sanità, 2020

Mittlerweile in 185 Ländern ausgebreitet zeigt das Coronavirus einen breitflächigen Verlauf an. Laut der Bundesregierung werden ca. 10% der Erkrankten in Krankenhäuser behandelt, in schweren Fällen erfolgt eine intensivmedizinische Behandlung. Um weitere Komplikationen in den Ländern zu vermeiden sind Maßnahmen eingeleitet worden, um die Ausbreitung zu reduzieren. Abstand halten (mind. 1,5 Meter) und häufiges sowie gründliches Hände waschen zählen zu den effektivsten Maßnahmen. Das Husten und Niesen in die Armbeuge bewirkt zudem eine Reduzierung der Keime auf den Handflächen zudem das Tragen von Schutzmasken in öffentlicher Umgebung sollen zusätzlichen Schutz bieten (Bundesregierung, 2020b). Coronaviren (CoV) sind in ihrer Genetik hochvariabel und durch Artenübertritte können einzelne Virusspezies auch mehrere Wirtsspezies infizieren. Aus diesem Grund sind in der Vergangenheit beim Menschen ähnlich vergleichbare Infektionen entstanden (Radtke, 2020), auf die im Folgenden eingegangen wird.

### **2.2.1. Vergleich vergangener Epidemien, Pandemien (seit 2002)**

Im 21. Jahrhundert kam es bereits vor Covid-19 zu Ausbrüchen von Epidemien bzw. Pandemien. Ursächlich waren in den letzten Jahrzehnten u.a. auch Coronaviren (CoV). Sie zählen zu (einzelssträngigen) RNA-Viren, die für Säugetiere und Vögel bedrohliche Krankheitserreger darstellen. Sie haben sich global ausgebreitet und verursachen bei Menschen eine Infektion mit Befall der Lunge, welches zu erheblichen respiratorischen Problemen führen kann. Ein (damals) neuartiges Coronavirus, das als SARS-CoV (Severe Acute Respiratory Syndrome – Coronavirus) bezeichnet wurde, breitete sich in den Jahren 2002 - 2003 von Guangdong, China ausgehend weltweit aus. Dieser ist mit dem heute bekannten Coronavirus bzw. SARS-CoV-2 verwandt. Auch bei der vergangenen SARS-Krankheit wurden Zoonosen entdeckt. Fledermäuse waren bei SARS die Krankheitsträger und infizierten den Menschen, die Übertragung erfolgte auch hier dann von Mensch zu Mensch per Tröpfcheninfektion (Yu, HU, Shi & Cui, 2019). 29 Staaten waren von dem SARS-Virus befallen. Taiwan, Kanada und Singapur waren neben China stark betroffen. Insgesamt kam es zu über 8000 Infektionsfällen und einer Mortalität von etwa 9%. Die WHO erklärte im Mai 2004 den internationalen Gesundheitsnotstand für beendet (Feld, Truger & Wieland, 2020, S.13). Seitdem konnten verschiedene Tierarten mit diversen Formen des Coronavirus (CoV) identifiziert werden. Entdeckt wurden diese bei weiteren Übertragungsausbrüchen auf den Menschen. Hierunter zählt das Coronavirus des akuten respiratorischen Syndroms des Nahen Ostens (MERS-CoV), zudem das akute Schweine-durchfallssyndroms (SADS-CoV) sowie die Fledermaus-CoVs (HKU4, HKU5). Es sind mindestens fünf weitere CoVs bekannt, was deutlich macht, dass sich Coronaviren unkontrolliert ausbreiten können und die menschliche Gesundheit weiterhin gefährden (Yu, HU, Shi & Cui, 2019). Das Middle East Respiratory Syndrome (MERS) wurde 2012 erstmalig in Saudia-Arabien entdeckt und als Virus MERS-CoV gekennzeichnet. Seitdem (Stand: Januar 2020) gab es etwa 2500 Infektionsfälle und 866 Todesfälle. Neben SARS haben MERS als auch Influenza einen zoonotischen Ursprung (Infektionskrankheiten: Tier-zu-Mensch) und lassen sich auf gleiche Weise übertragen (Feld, Truger & Wieland, 2020, S.13). Verknüpft mit den einleitend beschriebenen Herausforderungen zum Verlust der Biodiversität und die u.a. hiermit verbundene veränderte Landnutzung (z.B. Abholzung Brasilien), werden fortlaufend neue Virusvarianten und Übertragungswege auf den Menschen geschaffen, die artenübergreifende Virusübertragungen erleichtern (Yu, Hu, Shi & Cui, 2019).

Im Jahr 2009 brach die Schweinegrippe durch eine Form des Influenza-A-Virus H1N1 aus. Es waren 213 Staaten betroffen und laut der US-Amerikanischen Seuchenbehörde CDC sind bisher an dieser Pandemie bzw. durch das Virus geschätzte 570.000 Menschen verstorben. Eine weitere Variante des Influenza-A-Virus löste Anfang 2013 in China die Vogelgrippe aus und breitete sich von dort aus. Es werden weiterhin Infektionsfälle gemeldet, vor allem in Asien und Nordafrika. Die Infektionsgrundlage ist noch ungeklärt. Bisher sind laut der WHO 861 Menschen daran erkrankt und 455 ver-

storben. Darüber hinaus erkrankten jährlich laut dem RKI allein in Deutschland 2 – 14 Mio. Menschen an der saisonalen Grippe (Influenza) – Tendenz weiter steigend. Da sich Inflenzaviren ständig verändern beeinträchtigt es die präventiven Maßnahmen und führt zu einer konstanten Ausbreitung. Die am stärksten betroffene Saison, war zuletzt im Jahr 2017/ 2018, welche zu 25.000 Todesfällen führte (Feld, Truger & Wieland, 2020, S.13).

### **2.2.2. Forderungen des Weltbiodiversitätsrats (IPBES)**

Um weltweit Ausbrüche zu vermeiden werden Konjunkturpakete entwickelt, die in Zusammenarbeit mit vielen Wissenschaftler\*innen und Organisationen entstehen, um nachhaltige Ergebnisse zu erzielen. Die IPBES – Intergovernmental Science Policy Plattform on Biodiversity and Ecosystem Services (Weltbiodiversitätsrat), hat COVID-19 Konjunkturpakete erarbeitet, die eine verbesserte Wissenschaftsgrundlage für eine qualitativ hochwertige Argumentationsbasis für Anordnungen politisch notwendiger Maßnahmen bilden. Sie dienen der Erhaltung und der nachhaltigen Nutzung unserer natürlichen Umwelt, die eine Artenvielfalt der Tier- und Pflanzenwelt sowie ein langfristiges menschliches Wohlbefinden anstreben und hierdurch ein langanhaltender Wandel entstehen kann (Settele, Diaz, Brondizio & Daszak, 2020). Folgend werden die Forderungen des IPBES Experten-Gastbeitrag, welcher von vier Wissenschaftler\*innen in Zusammenarbeit erhoben und am 27. April dieses Jahrs veröffentlicht wurde aufgeführt.

Die Ziele der COVID-19 Konjunkturpakete bestehen darin, dass sie Leben retten müssen, Lebensgrundlagen schützen und die Natur bewahren, um das Risiko künftiger Pandemien zu verringern.

Da die Folgen der Klima- und Biodiversitätskrise direkt auf menschliches Handeln zurückgehen und für die jüngsten Pandemien verantwortlich sind, wurden drei Bausteine für finanziell hochwertige Verbesserungs- und Hilfsprogramme für die Wirtschaft erarbeitet, um künftige Pandemie-Risiken und Krisen zu minimieren. Hierzu zählen vor allem Maßnahmen, die natürliche Prozesse stärken und erhalten. Außerdem sollen ausschließlich Konjunkturpakete entwickelt werden, die zu effektiven umweltfreundlichen Wirtschaften anregen. Die Bereiche der intensiven Landwirtschaft, des Fern- und Flugverkehrs oder den fossilen Brennstoffen abhängigen Energiesektoren sollen nur subventioniert werden, wenn dringende, grundlegende Veränderungen umgesetzt sind, andernfalls würde man nur die Entstehung weiterer Krankheitsausbrüche fördern. Der zweite Punkt betont den „One-Health-Ansatz“. Dieser verdeutlicht, dass die Gesundheit der Menschen mit der Gesundheit der Tier- und Pflanzenwelt sowie unserer gemeinsamen Umwelt, verbunden sind. Darüber hinaus soll fortan verhindert werden, dass öffentliche Gesundheitssysteme sowie die betroffenen Bevölkerungen die Verantwortung für Krankheitsausbrüche, wie z.B. aus der Abholzung resultierend, tragen müssen, da auch hier die Gewinne in den privaten Sektor übergehen (Settele, Diaz, Brondizio & Daszak, 2020).



Darüber hinaus soll sichergestellt werden, dass ausreichend finanzielle Mittel zur Verfügung gestellt sowie die Folgen von Entwicklungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Abschließend wird dargelegt das Gesundheitssysteme genügend Gelder erhalten müssen, um Präventionsmaßnahmen (z.B. in Kliniken) unter Betrachtung von Expositionen zu erarbeiten, durchzuführen und zu evaluieren. Außerdem sollen für Länder bzw. Ballungsräume mit einer hohen Ausbruchsfahr Incentives für Verhaltensänderung geschaffen und bisherige risikoreiche Aktivitäten durch angemessene und nachhaltige Alternativen ersetzt werden. Der hier notwendige Wandel wird als ein transformativer Wandel beschrieben, welcher im Grunde eine systemweite organisatorische Neustrukturierung benötigt und technische, wirtschaftliche und soziale Faktoren miteinschließt und gemeinsame Visionen, Ziele und Werte anstrebt (Settele, Diaz, Brondizio & Daszak, 2020).

### **2.3. Betroffene Sektoren während COVID-19**

Im März 2020 wurden aufgrund des Ausbruchs der COVID-19-Krankheit weitreichende Einschränkungen der wirtschaftlichen Tätigkeiten durchgesetzt. Einige Bereiche waren stärker betroffen und werden langfristig die Auswirkungen zu bewältigen haben. Die wirtschaftlichen Stilllegungen haben zum Großteil Unternehmen und Selbstständige getroffen, darunter viele kleinere Mittelstandsunternehmen, die wegen der jüngsten Pandemie ihre Geschäftsfähigkeit ganz oder teilweise niederlegen mussten. Die Automobilindustrie musste aufgrund der Gegebenheiten ihre Produktion reduzieren bzw. einstellen und die Branche war hierdurch stark beansprucht. Ähnlich ging es vielen Einzelhandelsgeschäften, die nicht Teil der Grundversorgung sind und hierdurch ebenfalls gezwungen waren neben Bars, Restaurants und Clubs auch ihre Geschäfte zu schließen. Insbesondere Veranstaltungen, die eine Ansammlung an Menschenmassen bedeuteten, einschließlich Messen, Konzerte und Sportveranstaltungen von gewissem Umfang waren untersagt und mussten in die Zukunft verschoben werden oder wurden ganz gestrichen. Ebenfalls wurden Schulen, Hochschulen, Kitas, Museen, Kinos, Schwimmbäder und ähnliche Einrichtungen geschlossen. Zudem waren die meisten Unternehmen dazu verpflichtet ihre Mitarbeiter\*innen, sofern möglich, ins Home-Office zu schicken. Ab Mitte April kam es zu (schrittweise) Lockerungen und Geschäfte durften unter Einhaltung der Hygienerichtlinien und das Ermöglichen von Abstandsregeln wieder öffnen. Zudem durften in den ersten Mai-Wochen unter Erfüllung bestimmter Kriterien Gastronomiebetriebe und andere kulturelle Einrichtungen wieder betrieben werden. Gleichmaßen durften Schulen und Kitas je nach Bundesland schrittweise öffnen. Großveranstaltungen bleiben weiterhin bis zum Herbst untersagt (Rudnicka, 2020b). Diese Veränderungen machen sich deutlich bemerkbar.

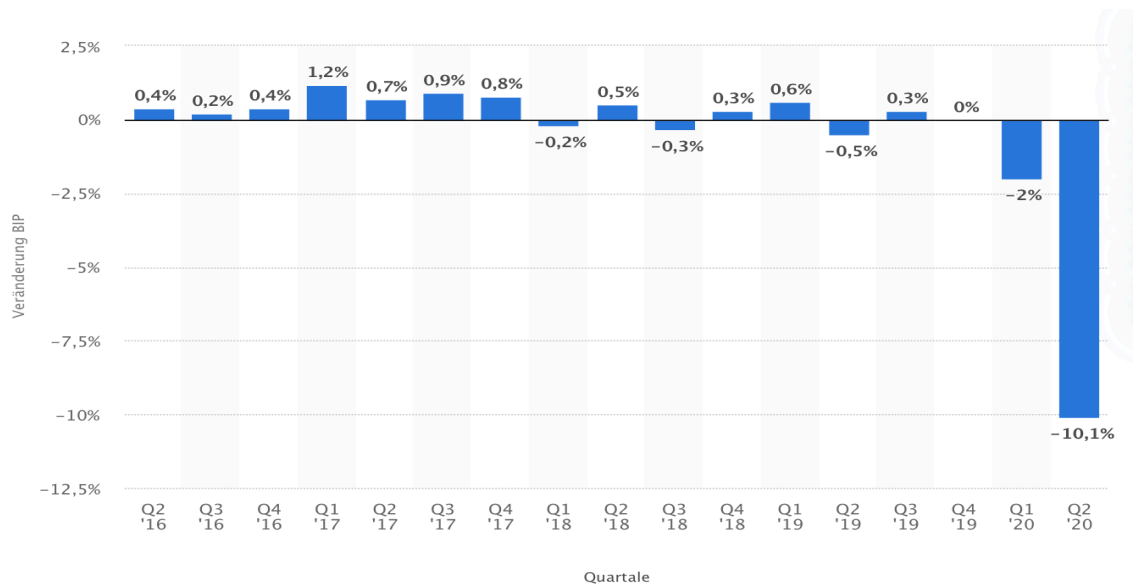


Abb. 5: Bruttoinlandsprodukts (BIP) in Deutschland gegenüber dem Vorquartal

Quelle: Statistisches Bundesamt, 2020

Die Veränderungen zeigen sich am Bruttoinlandsprodukt (BIP) in Deutschland vor allem im Vergleich zum Vorjahr bzw. Vorquartal. Die Abb. 5 stellt die ersten beiden Quartale des aktuellen Jahres (2020) zu den vorigen Jahren ab 2016 im Vergleich (Statistisches Bundesamt, 2020). Die ökonomischen Auswirkungen sind mit einem Rückgang von insgesamt - 6,5 % für das Jahr 2020 vorhergesagt. Prognosen für das Jahr 2021 geben eine ca. 4,9 % Erhöhung des BIP zum Vorjahr an (Rudnicka, 2020b).

In Italien sind ebenfalls enorme Schwankungen zu den Vorjahren zu erkennen. Aufgrund der Corona-Situation sind für das Jahr 2020 auch hier Einbußen bis zu - 9,1 % des BIP prognostiziert. Für das Jahr 2021 steigt das BIP in Italien auf ca. 4,8 % zum Vorjahr an. Nachfolgend wird in Abb. 6 das Wachstum des realen Bruttoinlandsprodukts (BIP) der Jahre ab 1980 bis 2019 und Prognosen bis 2021 für Italien angezeigt (IMF, 2020b).

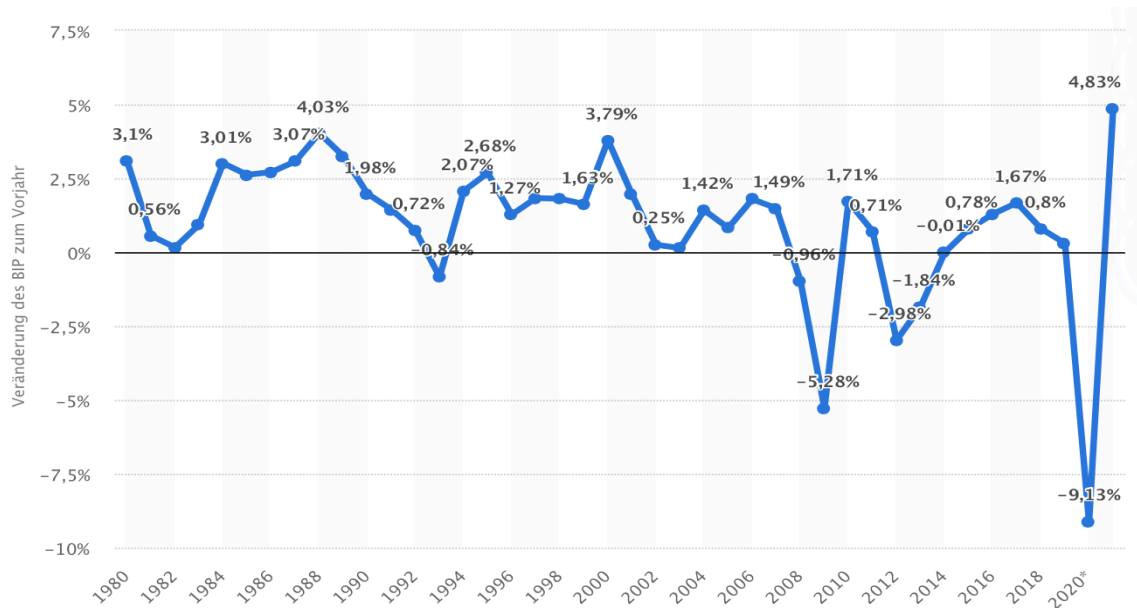


Abb. 6: Verlauf des BIP seit 1980, Italien

Quelle: IMF, 2020b

Im März des Jahres 2009 war die letzte schwere Wirtschaftskrise zu bewältigen und diese forderte in Deutschland ca. 1,44 Mio. Personen in Kurzarbeit. Laut Berechnungen des ifo-Instituts wurde dieser Rekord im Juli 2020 mit ca. 5,6 Mio. Menschen in Kurzarbeit übertroffen. Ca. 30 % hiervon sind aus dem Verarbeitenden Gewerbe. Die Arbeitslosenzahl ist zum Vorjahresmonat um ca. 635.000 angestiegen, sodass die Arbeitslosenquote im Juli 2020 die 6,3 % erreicht (Rudnicka, 2020b). Auch Italien erreicht dieses Jahr den Höchstwert in der Arbeitslosenquote von 12,25 % (IMF, 2020).

Deutlich wird, dass viele Unternehmen und Branchen zu drastischen Maßnahmen gezwungen sind und mittel- und langfristige Auswirkungen zu spüren bekommen. Es werden massive finanzielle Schwierigkeiten und Entlassungen von Beschäftigten eintreten. Um die Folgen der Krise zu regulieren, hat der Koalitionsausschuss der Bundesregierung am 3. Juni 2020 ein Konjunkturpaket erarbeitet, welches den Finanzbedarf für die Jahre 2020 und 2021 für ausgewählte Bereiche erfasst hat. Das Gesamtvolumen des Pakets umfasst rund 130 Milliarden Euro. Die Bereiche, die unterstützt werden, sollen wirtschaftliche und soziale Härten abfedern (25 Mio. €), beinhalten die Senkung des Mehrwertsteuersatzes (20 Mio. €) und die Zuschüsse zur Senkung der EEG-Umlage (11 Mio. €). Darüber hinaus sollen junge Menschen und Familien unterstützt werden (9,1 Mio. €) und eine Stabilisierung der Sozialversicherungsbeiträge erreicht werden (5,3 Mio. €). Zudem sollen Zukunftsinvestitionen und Investitionen in Klimatechnologien getätigt werden (40 Mio. €) sowie das Gesundheitswesen gestärkt und den Schutz vor Pandemien verbessern (10 Mio. €) (Bundesregierung, 2020).

### **2.3.1. Staatliche Regulierungen**

In vielen Ländern wurden entscheidende gesundheitspolitische Gegenmaßnahmen getroffen, um die Coronavirus-Pandemie einzudämmen und eine Ausbreitung zu verhindern, welche die Kontakteinschränkungen, Hygieneregeln und weitere Maßnahmen einschließen. Bei den staatlichen Regulierungen in der Zeit der Corona-Pandemie wurde der Fokus auf die Umsetzung wirtschaftspolitischer Maßnahmen gelegt. Um das Gesundheitssystem vor einer Überlastung sowie die Gesundheit der Bürger\*innen zu schützen sollten personelle Reserven mobilisiert und zudem hinreichende Mittel zur Gesundheitsversorgung als auch zur Prävention bereitgestellt werden. Für eine klare Kommunikation wird eine verbesserte Datenlage angestrebt, eine Normalisierungsstrategie für gesundheitspolitische Maßnahmen erarbeitet, die Zusicherung der Verfügbarkeit fiskalischer Ressourcen auf europäischer Ebene sowie die Zusicherung der Liquiditätsversorgung der Finanzmärkte hervorgehoben. Darüber hinaus sollen früh Informationen über geplante Handlungen nach Beendigung der Einschränkungen weitergegeben werden. Zum Erhalt der Kapazitäten erfolgt die Bereitstellung von Liquidität durch Kredite und Bürgschaften für Unternehmen, zudem wird ermöglicht, dass Steuern gestundet und Verluste ausgeglichen werden können. Durch den vereinfachten Zugang zu Kurzarbeitergeld sowie Corona-Elterngeld oder die flexible Arbeits- bzw. Arbeitszeitgestaltung und die kurzzeitige Unterstützung seitens des Staates konnte eine Überbrückung gewährleistet werden. Der freie Warenverkehr und die Lieferketten müssen sichergestellt werden. Die Gewährleistung bzw. Stabilisierung des Einkommens erforderten automatische Stabilisatoren. Zum einen benötigt es Lohnfortzahlungen bei Quarantäne, Krankheit und Abwesenheit, zum anderen die Gewährung von direkten Zuschüssen und Schadensersatzansprüchen sowie das Setzen neuer Anreize für die gesamtwirtschaftliche Nachfrage. Um die Zeit sinnvoll zu nutzen, sollen Fort- und Weiterbildungen von zuhause aus ermöglicht werden. Darüber hinaus werden mobile und digitale Möglichkeiten zur Ausübung der Arbeit ausgebaut und erprobt (Feld, Truger & Wieland, 2020).

### **2.3.2. Gesellschaftliche Veränderungen im Jahr 2020**

Die Coronavirus-Pandemie geht mit weitreichenden sozialen und wirtschaftlichen Veränderungen einher. Hygienebestimmungen, Kontakteinschränkungen, wirtschaftliche Stilllegungen sowie Kurz- und Heimarbeit bestimmen die ersten Monate des Jahres 2020. Die hierdurch entstandenen Einbußen zeigen sich insbesondere im beschriebenen Rückgang der Wirtschaftsleistung (Rudnicka, 2020b). Die neuen Rahmenbedingungen, denen die Bevölkerungen ausgesetzt sind, schließen gesundheitliche Risiken wie Armut, Arbeitslosigkeit, prekäre Arbeitsbedingungen, psychische Belastungen, zudem eingeschränkte medizinische Versorgung und Bildung sowie die soziale Ungleichheit und Umweltbelastungen mit ein (Kompetenznetz Public Health, 2020).

Das Kompetenznetz Public Health hat eine Stellungnahme zu COVID-19 erstellt, welches die gesundheitlich relevanten Bereiche erfasst, die indirekt durch die Maßnahmen des Infektionsschutzes entstehen und geben hiermit eine Einschätzung indirekter Folgen anhand vorhandenen Wissens ab. Die gesellschaftlichen Veränderungen durch die Pandemie gingen mit einer Reihe von Maßnahmen, bezüglich der Kontakteinschränkungen einher und zeigten sich im Alltag u.a. auch für Schüler\*innen die von Schulschließungen betroffen waren. Aufgrund von Erfahrungswerten früherer Krankheitsausbrüche konnte festgestellt werden, dass Schulen temporär zu schließen eingeschränkte Wirkungen und Risiken aufzeigen. Daher wurde angestrebt die Schulen wieder schrittweise zu öffnen. Geeignete Schutzmaßnahmen sind innerhalb und außerhalb der Schulen beim erneuten Öffnen über die gesamte Zeit einzuhalten. Das Thema Alter, welches anfangs als Kriterium für erhöhtes Covid-19-Risiko erfasst wurde, ist ebenfalls genauer betrachtet worden. Die Gefahren für ausgewählte Menschen, die ihre Arbeitsstelle nicht mehr antreten können, liegen darin, sich zu isolieren und damit einhergehend weitere Risiken zu entwickeln. Die soziale Isolation kann u.a. zu psychischen Problemen, Arbeitsplatzunsicherheiten und zur Arbeitslosigkeit führen. Die Empfehlungen gehen dahingehend ältere Beschäftigte trotz Risikos nicht vom Arbeitsplatz zu entfernen. Dagegen wurde deutlich, dass Berufstätige mit chronischen Krankheiten keine Tätigkeiten ausführen sollten, die ein hohes Ansteckungsrisiko mit sich bringen. Hier sind Maßnahmen zum Schutz einzuleiten, die entweder technisch, organisatorisch oder personenbezogen innerhalb des Arbeitsprozesses umgesetzt werden müssen oder wenn möglich durch Telearbeit bzw. Home-Office zu realisieren sind, andernfalls wird eine bezahlte Freistellung empfohlen. Um das Risiko am Arbeitsplatz bzw. das Krankheitsrisiko zu beurteilen sind Gefährdungsbeurteilungen sowie ärztliche Untersuchungen mit den Betroffenen durchzuführen. Des Weiteren wurden Isolations- und Quarantänemaßnahmen eingeführt, welche nachweislich zu negativen gesundheitlichen Folgen führen. Die psychosozialen Auswirkungen, die sich hieraus ergeben können, sind u.a. Depressivität, Ängstlichkeit, posttraumatische Belastungsstörungen, Wut, Stresserleben und Einsamkeit. Diese Zustände können sich zu einem Kreislauf entwickeln und weitere physische sowie psychische Probleme verursachen. Stigmatisierungen sind gegeben und müssen durch Aufklärungsarbeit reduziert bzw. verhindert werden. Darüber hinaus wird betont, dass Menschen mit Vorerkrankungen, Mitarbeiter\*innen des Gesundheitswesens sowie Angehörige von vulnerablen Personengruppen zu bekannten Risikogruppen zählen und diese berücksichtigt werden müssen. Aktuelle Studienergebnisse zum Mund-Nasen-Schutz bzw. Maskenschutz und ihres Nutzens sind weiterhin unklar und erfordern weitere Maßnahmen der Abstands- sowie der Hygieneregeln und stellen hierfür keine Alternative dar (Kompetenznetz Public Health, 2020).

Die Einflüsse, welche in den Ländern für Krankheiten sorgen, sind vielfältig und verdeutlichen den Einfluss der menschlichen Entwicklungen und den hiermit einhergehenden Folgen des Klimawandels. Die Zustände verdeutlichen den Wunsch nach einem gesundheitsförderlichen Wandel, welcher

mit Veränderungen des Lebensstils einhergeht, sowie verpflichtende grundlegende Veränderungen der diversen Sektoren und Bereiche miteinschließt. Die Maßnahmen hierfür finden sich im transformativen Wandel, welcher eine ganzheitliche, globale Betrachtung erfordert und fördert. Die Maßnahmen, die hieraus resultieren müssen, sind vielfältig und umfassen den Schutz der Gesundheit einschließlich der sozialen Bereiche sowie den Klimaschutz (Settele, 2020).

### **3. Methoden**

Die hier vorliegende Bachelorarbeit wird anhand einer systematischen Literaturrecherche erarbeitet. Bei diesem gezielten Suchprozess wird aktuelle Literatur zum eigenen Thema durchsucht, um einen Überblick über vorhandenes Wissen zu erhalten und als Grundlage für eine Forschungsarbeit zu dienen (Kleibel & Mayer, 2011). Der aktuelle Forschungsbedarf zum neuartigen Coronavirus bzw. SARS-CoV-2 ist weltweit sehr groß und ein aktuelles sowie gesundheitsrelevantes Thema. Aufgrund der regelmäßig neuen Erkenntnisse bzw. Veröffentlichungen wird der gesamte Zeitraum der Recherche bis zum 5. Juli 2020 angesetzt. Die Suche nach Themen die notwendig für die Beantwortung der Fragestellung sind, jedoch Erkenntnisse verlangen, die in der Vergangenheit erzielt wurden bzw. die Grundlage darstellen, schließen Ergebnisse des letzten Jahrzehnts (ab 2010) ein.

Nachfolgend werden Forschungsdesign bzw. systematische Literaturrecherche und Vorgehensweise bei der Durchführung beschrieben. Anhand welcher Methoden bzw. Kriterien die Studien sowie Bevölkerungs- und Gesellschaftsmerkmale ausgewählt wurden, werden im Anschluss dargelegt.

#### **3.1. Forschungsdesign: Systematische Literaturrecherche**

Die systematische Literaturrecherche wird im Prozess mit drei Phasen durchlaufen. Zu Beginn wird der Untersuchungsgegenstand bestimmt, es folgt die Recherche und anschließend das Bewerten und kritische Lesen (Kleibel & Mayer, 2011).

##### *1. Bestimmung des Untersuchungsgegenstands*

Die erste Phase bzw. die Wahl des Themas, konnte aufgrund der jüngsten Ereignisse schnell bestimmt werden. Die im März dieses Jahrs von der WHO als Pandemie eingestufte Krankheit COVID-19, hat weltweit sowie persönlich großes Interesse geweckt mehr Informationen zum Ausbruchsgeschehen zu erfahren. Nach der ersten groben Sichtung der bisher veröffentlichten Literatur konnte das gesundheits- und umweltbezogene Thema einige Variablen hervorheben und im nächsten Schritt unter Suchbegriffe verwenden. Die Fragestellung konnte im Prozess mithilfe des PICO-Schemas verfeinert werden (Tab.2).

P =	Population	Deutschland und Italien
I =	Intervention (z.B. risk behaviour, prognostic variable)	Umweltbedingte Faktoren
C =	Comparison (z.B. absence of risk or prognostic factor)	Ausbreitung Pandemie (SARS-CoV-2 bzw. COVID-19)
O =	Outcome	Auswirkungen auf die Gesundheit

Tab. 2: PICO-Schema (Eigene Darstellung, nach Kleibel & Maier, 2011 vgl. Levin, 2006)

Im Prozess wurde die „Population“ einmal verändert. Zuvor war die Überlegung vier Länder im Vergleich zu stellen, die zum Zeitpunkt der Recherche deutlich unterschiedliche Ausbreitungsgeschehen aufzeigten (China, Deutschland, Italien und USA). Nach intensiver Recherche musste aufgrund des Volumens die Anzahl der Länder auf zwei reduziert werden, somit ergab der Prozess folgende Fragestellung:

→ Welche umweltbedingten Faktoren begünstigen die Ausbreitung einer Pandemie – am Beispiel SARS-CoV-2/ COVID-19 und welche Auswirkungen haben diese Aspekte auf die Gesundheit der Bevölkerungen in Deutschland und Italien?

## 2. Recherche

Für die systematische Recherche werden die Datenbanken HAW-Katalog, PubMed und Chochrane Library genutzt. Die Datenbank der Universität Hamburg konnte relativ schnell aufgrund der identischen Ergebnisse zum HAW-Katalog als Suchmaschine entfernt werden.

Aufgrund der täglich neuen Publikationen musste die Suche mittels bestimmter Suchbegriffe eingegrenzt werden. Es wurde im Verlauf ein Recherche- und Suchprotokoll angelegt (s.u. Tab. 4, Abb. 7). Die Bibliothek der Hochschule für Angewandte Wissenschaften bzw. der HAW-Katalog wurde überwiegend für die Suche von umweltbedingten Faktoren und/ oder dem Zusammenhang zu Covid-19 genutzt. Der Zugang wurde wegen der Corona-Situation für Studierende erweitert, sodass trotz der Einschränkungen bzw. Schließung der Bibliotheken, auf Bücher etc. online zugegriffen werden konnte. Für weitere medizinisch relevante Erkenntnisse zu Auswirkungen dieser Krankheit bzw. studienrelevante Publikationen wurden in den ebenfalls kostenfreien Suchmaschinen bzw. Datenbanken PubMed und Chochrane Library recherchiert. Darüber hinaus wurden etliche statistische Daten u.a. aus dem Statistik-Portal Statista, Eurostat und dem Statistischen Bundesamt herangezogen. Im Laufe der Recherche konnten bedeutende themenrelevante Institutionen und Fachgesellschaften herausgelesen werden sowie gezielt auf den Seiten nach aktuellen Erkenntnissen gesucht werden.

Wie Tabelle 3 entnommen werden kann, wurden Bool'sche Operatoren verwendet. Auf diese Weise konnte eine Eingrenzung der Ergebnisse erzielt werden. Für die Suche nach Zusammenhängen zwischen COVID-19 bzw. SARS-CoV-2 und Luftqualität bzw. Luftbelastungen sowie zu den gesundheitlichen Auswirkungen erfolgt die Suche auf Englisch. Da diese Krankheit sich aus China in die Welt ausbreitete und einige Länder vor Deutschland stärker betroffen waren, konnten aufgrund der Aktualität des Themas und den internationalen Zuwachs an Erkenntnissen, viele neue und vorhandene Ergebnisse zusammengeführt werden. Die restliche Suche konnte auf Deutsch durchgeführt werden.

### 3. Bewertung, Lektüre, Kritik (Phase 3)

In der dritten Phase wird die gefundene Literatur bewertet, in dem sie kritisch gelesen wird. Hierfür gibt es inhaltliche Kriterien, die sich beim Lesen ergeben und die Literatur nach Relevanz ausgewählt wird (Kleibel & Maier, 2011). Nachfolgend wird der Vorgang der Literaturrecherche näher erläutert.

## **3.2. Aufbau und Durchführung der Literaturrecherche**

Die Forschungsfrage wird in drei Themenfelder eingeteilt. Zum einen werden die umweltbedingten Faktoren erarbeitet, zum anderen die Aspekte, die sich hieraus für die menschliche Gesundheit ergeben sowie das Themenfeld Pandemien. Um die Fragestellung zu beantworten wurden fünf Hypothesen aufgestellt und die Recherche hierdurch geleitet. Die dazugehörigen Hypothesen sind eingangs aufgeführt. Anhand der Themenfelder soll die methodische Vorgehensweise beschrieben werden.

### Umweltbedingte Faktoren

Für das Themenfeld „Umweltbedingte Faktoren“ werden mehrere Unterthemen bearbeitet, die in den einzelnen Kapiteln wieder zu finden sind. Aus dem ersten Kapitel fallen in diesen Bereich der „Klimawandel und Verlust von Biodiversität“. Hierfür werden mithilfe des HAW-Katalogs Publikationen bzw. Bibliografien gefunden. Die Suche wird durch Ein- und Ausschlusskriterien weiterhin eingegrenzt. Hierzu werden Zeitrahmen, Publikationsart, Ort und Region sowie die Sprache betrachtet. Für dieses Themenfeld wurde der Zeitrahmen der letzten 10 Jahre (2010-2020) festgelegt und die deutsche Sprache hierfür gewählt. Darüber hinaus werden für diesen Hintergrund auch Informationen des Weltbiodiversitätsrats (IPBES), Weltklimarats (IPCC) und des Pariser Abkommens gezielt gesucht eingesetzt. Um den Wandel innerhalb der Länder aufzuzeigen, werden methodisch Definitionsbeschreibungen der Industrialisierung und Globalisierung aus der Bundeszentrale für politische Bildung ausgewählt. Zudem sind gesellschaftliche Merkmale bzw. Daten der energiebedingten Sektoren sowie die der Bevölkerungen erfasst.



Weitere Aspekte aus dem Themengebiet sind Luftbedingungen sowie Quellorte vor dem Ausbruch, die weltweit sowie in den ausgewählten europäischen Ländern vorherrschen. Hierfür wurden gezielt statistische Erkenntnisse aus statistischen Portalen sowie diverse Fachgesellschaften und Institute, wie das Umweltbundesamt (UBA) und das Robert Koch Institut (RKI) gewählt. Aus der von KLUG (Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit) organisierten Vorlesungsreihe namens Planetary Health Academy, die sich mit den Folgen des Klimawandels auseinandersetzt und hierfür Expert\*innen und Fachgesellschaften miteinbindet, konnten Erkenntnisse des Vortragenden Prof. Dr. Josef Settele miteingeschlossen werden, welcher bis 2019 Co-Chair of the Global Assessment of IPBES – des Weltbiodiversitätsrats gewesen ist und hieraus wichtige Informationen wiedergegeben wurden. Darüber hinaus zählt zu diesem Themenfeld auch die systematische Suche nach Zusammenhängen über die Luftqualität und dem Ausbruch der Krankheit bzw. CoVID-19. Hierfür ist erneut der HAW-Katalog sowie die Datenbanken PubMed und Chochrane Library ausgewählt. PubMed wird zwar nicht als eigenständige Datenbank gewertet jedoch als eine Suchmaschine, die freizugänglich ist und ihre Daten primär aus der Datenbank MEDLINE bezieht (Nordhausen & Hirt, 2018). Nachfolgend werden die Kriterien an diesem Beispiel angezeigt (Tab.3).

	Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
Themenbezug	Zusammenhänge Covid-19 und Luftqualität	Keine relevanten Übereinstimmungen mit dem Thema
Zeitraumen	2019-2020	Vor 2019, ab dem 05. Juli 2020
Publikationsart	Wissenschaftliche Literatur, studienrelevante Publikationsarten	Fehlender Zugang (z.B. durch Sperrung, Kosten etc.)
Ort, Region	China, Deutschland, Italien	Andere Länder
Sprache	Deutsch, Englisch	Andere Sprache

Tab. 3: Ein- und Ausschlusskriterien (Eigene Darstellung)

Die Zeitraumen der Themen, die Covid-19 bzw. SARS-CoV-2 miteinschließen, sind aufgrund der neuauftretenden Pandemie-Situation erst ab Ende letzten Jahres bzw. ab Anfang des Jahres 2020 betrachtet bzw. stehen seitdem zur Verfügung. Eine systematische Übersichtsarbeit, die vergangene Pandemien betrachtet, wird aus 2019 miteinbezogen und setzt zur jüngsten Pandemie Vergleiche. Nachfolgend werden die Schlagwörter, die dazugehörigen Quellen und die gefundenen Ergebnisse in einem Rechercheprotokoll in Form einer Tabelle angezeigt.

Schlagwort (Kombination)	Datum	Quelle	Hits
Covid-19 AND air	15.05.2020	HAW-Katalog	153
Covid-19 AND air AND cities	18.05.2020 04.06.2020	HAW-Katalog	21 34
SARS-COV-2	25.05.2020	Cochrane Library	2
SARS-COV-2 AND impact health AND europe	25.05.2020	PubMed	33
Covid-19 AND air AND italy	04.06.2020	HAW-Katalog	24
Ökosystemleistungen	07.06.2020	HAW-Katalog	5
Klimawandel UND Biodiversität	07.06.2020	HAW-Katalog	15 (ab 2010) 45 (Bücher&mehr)
Covid-19 AND air pollution	04.07.2020	HAW-Katalog	114
Covid-19	05.07.2020	Cochrane Library	7

Tab. 4: Suchprotokoll (Eigene Darstellung)

Die Ergebnisse aus der Suche sind im Prozess schrittweise gefiltert und reduziert worden. Nachfolgend wird die Suche graphisch dargestellt. *Suchprotokoll*

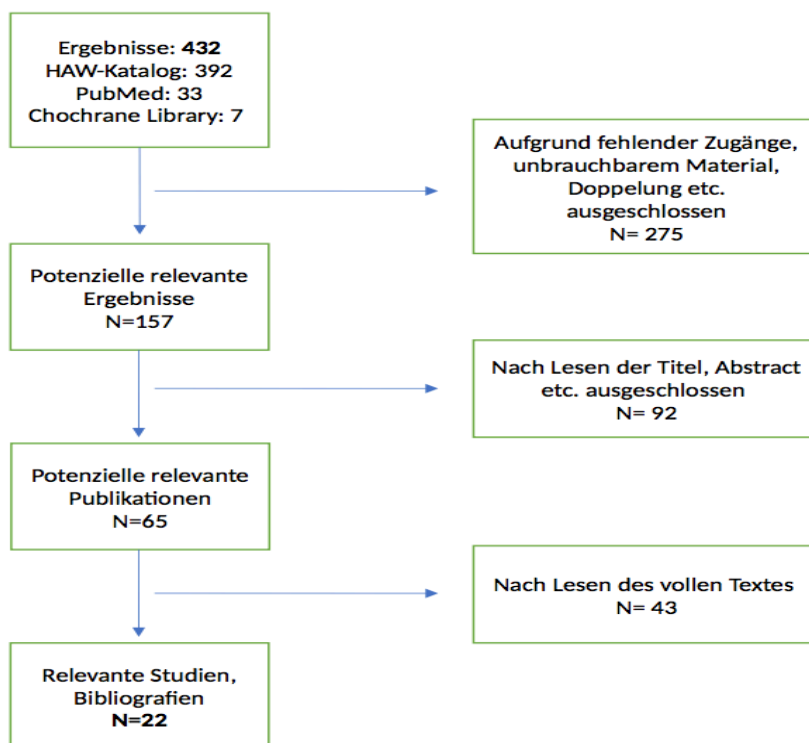


Abb. 7: Rechercheprotokoll (Eigene Darstellung)

### Menschliche Gesundheit

Für das Themenfeld ‚Menschliche Gesundheit‘ werden einerseits Daten aus den beschriebenen Ergebnissen der Datenbanken gewählt. Die Ergebnisse über die Zusammenhänge zwischen der Covid-19-Krankheit und der Luftqualität konnten einige Erkenntnisse zu den gesundheitlichen Auswirkungen mitgeben.

Aufgrund der Aktualität des Themas und der medialen Aufmerksamkeit, wurden bewusst weitere Erkenntnisse aus einer durchgeführten Studie im Kreis Heinsberg, einer zu Beginn stark betroffenen Region in Nord-Rhein-Westfalen, hinzugezogen. Diese Studie befindet sich noch im Preprint-Status, wurde jedoch aufgrund neuer Informationen zum Ausbruchsgeschehen (zum Zeitpunkt der Recherche) miteingebunden und in Kapitel 4.2. wiedergegeben. Die Studie wurde auf dem Preprint Server of Health Sciences (medRxiv) gefunden. Außerdem wurden die ersten Obduktionen der Covid-19-Toten in Deutschland, in Hamburg in der Rechtsmedizin am Universitätsklinikum durchgeführt und die Ergebnisse werden ebenfalls im eigenen Unterkapitel 4.3. beschrieben. Hierfür wird gezielt die Suchmaschine PubMed verwendet.

Für die Kapitel 1 und 2 werden zudem Daten zur menschlichen Gesundheit als Folge des Wandels angegeben. Hierfür sind auch statistische Erkenntnisse notwendig, die aus statischen Portalen eingesetzt sind, allerdings werden auch hier die Quellen aus seriösen Fachgesellschaften und Institutionen (UN DESA, UNICEF, FAO etc.) verwendet. Zudem haben hier Daten aus dem UBA sowie aus dem Sondergutachten des Sachverständigenrats beigetragen.

### Pandemien

Für das Themenfeld „Pandemien“ sind Ergebnisse aus den beschriebenen Datenbanken gewählt bzw. sind aus aktuellen und vergangenen systematischen Übersichtsarbeiten bzw. Studien sowie recherchierte Bibliografien verwendet.

Darüber hinaus konnten Informationen gezielt aus dem Weltbiodiversitätsrat (IPBES) verwendet werden. Hierzu haben vier Expert\*innen in Zusammenarbeit einen Beitrag für Konjunkturpakete zu COVID-19 erarbeitet. Des Weiteren sind hierfür statistische Erkenntnisse, Definitionsbeschreibungen sowie Informationen u.a. der WHO und des RKIs verwendet worden.

### **3.3 Auswahl und Methodik der Publikationen**

Für die Auswahl der geeigneten Studien sind einige Kriterien nach Kleibel und Mayer (2011) zu beachten, die anspruchsvolle von nicht anspruchsvoller Literatur unterscheiden. Der Fokus lag somit auf den Autor\*innen, welche Fachexpert\*innen sind, eine akademische Bildung genossen haben und die Forschung zum Beruf gewählt haben. Sie sind ebenfalls mit ihrer Qualifikation und ihrer Institution angegeben. Ferner ist die Publikation in einer Expert\*innen Zeitschrift zu finden. Es wird ausdrücklich in Fachsprache geschrieben und die Seite bietet kaum Werbung und Fotos. Die veröffentlichten Artikel beginnen mit einer Zusammenfassung (Abstract) und beinhalten eine Einleitung, die Methodik, Ergebnisse und eine Literaturübersicht (Kleibel & Mayer, 2011).

Außerdem wurde die methodische Vorgehensweise der Studien intensiver nach Kriterien durchsucht, die eine Verzerrung der Ergebnisse verursachen können und miteinander verglichen. Zudem wurde darauf geachtet, dass eine Variation der untersuchten Regionen die Ergebnisse verdeutlichen. Beim Vorgang der Heinsberg Studie wurden Richtlinien der Studienbevölkerung und die Testauswahl betrachtet. Beim Verfahren in der Rechtsmedizin wurden ebenfalls die Auswahl der Tests und die Vorgehensweise der Untersuchung betrachtet. Die geeignete Testauswahl konnte anhand eines Reviews der Chochrane Library beurteilt werden. Diese führten Testgenauigkeitsstudien für jedes Design durch. Für die Bestimmung von Antikörper wird der ELISA-Test (enzyme-linked immunosorbent assays) verwendet. Für klinisch-diagnostische Verfahren wird der RT-PCR-Test (Reverse-Transcription Polymerase Chain Reaction) durchgeführt.

Außerdem werden mögliche Verzerrungen und Anwendbarkeit nach dem QUADAS-2-Tool bewertet (Spezifität und Sensitivität; mithilfe einer logistischen Regression zufällige Effekte nach Auftreten der Symptome) (Deeks, Dinnes, Takwoingi et al., 2020).

#### **3.3.1. Methodik der Studien**

In dieser Arbeit sind elf von zwölf Studien sowie fünf systematische Übersichtsarbeiten einem Peer-Review-Verfahren unterlegen. Zu einer Studie folgt das Peer-Review-Verfahren. Die Verwendung dieser lässt sich mit der Unabhängigkeit der erhobenen Informationen rechtfertigen.

Darüber hinaus sind alle hier genutzten Publikationen zwischen 3 und 40-mal von weiteren Autoren in weiteren Studien ähnlicher Themengebiete (Stand: Ende Juni 2020) zitiert worden.

Alle verwendeten Publikationen bzw. Fallstudien und Reviews haben mehrere (zwischen 44-107) Städte, Provinzen, Regionen oder weitere Länder beobachtet. Waren die Publikationen abhängig von Verlaufsdaten bezüglich der Luftqualität, so erfolgte die Datenanalyse (z.B. Paneldatenmodelle, Zeitreihenanalyse) nach Trendbereinigung, u.a. um den Einfluss weiterer Faktoren, wie das Wetter zu minimieren. Die Daten stammen u.a. von Gesundheitsministerien und Umweltschutzbehörden.

Auf diese Weise konnte eine unabhängige Analyse der Luftbedingungen bzw. Schadstoffen in der Luft stattfinden.

Eine Fallstudie, die 107 Provinzen in Italien und den ökologischen bzw. CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Bevölkerung betrachtet, konnte anhand der Ökobilanz Methode (Life Cycle Assessment Method) den Energieverbrauch der wirtschaftlichen Aktivitäten und Regionen beobachten. Weitere Studien einschließlich einem Review, welche das komplexe Problem der viralen Infektiosität von COVID-19 bzw. kardiovaskuläre Erkrankungen in Verbindung mit erhöhtem Alter untersuchten, berücksichtigten die geoökologischen und demografischen Faktoren von Städten (N=55) bzw. die Faktoren der Urbanisierung und Globalisierung sowie wirtschaftliche Aspekte betrachtet. In weitere Reviews wurden vergangene Übersichtsarbeiten miteingeschlossen. Eine hiervon gab an, dass 142 Bibliografien und 116 Webseiten für die Ausarbeitung verwendet wurden.

Die Querschnittstudie im Kreis Heinsberg hatte ebenfalls alle WHO-Richtlinien eingehalten. Voraussetzungen waren, dass die Teilnehmer\*innenzahl aus mindestens 300 Haushalten stammen bzw. 600 Personen abbilden mussten und es wurde eine randomisierte Stichprobe gewählt. Die meisten wurden per Mail angeschrieben und immobile Menschen im Alter von über 80 Jahren wurden bei Bedarf zuhause besucht und befragt. Alle anderen haben vor Ort Fragebögen ausgefüllt, welche Informationen u.a. über Symptome, Vorerkrankungen, Teilnahme an Karneval etc. beinhalteten.

Die prospektive Kohortenstudie aus der Rechtsmedizin hat sich an den Vorgaben bzw. die spezifisch für Hamburg ausgewählten PCR-Tests orientiert. Die klinischen Befunde wurden validiert und mit Daten aus u.a. virologischen Tests verglichen. Zudem wurden neben einer Obduktion, auch bildgebende Verfahren und Bluttests durchgeführt.

Alle Autoren der verwendeten Publikationsarten geben an, dass alle wissenschaftlichen Kriterien eingehalten wurden und keine Interessenskonflikte bekannt sind.

### **3.3.2. Auswahl von Gesellschaftsmerkmalen**

Die Auswahl der Gesellschaftsmerkmale orientiert sich am jeweiligen Kapitel. Allerdings sind hier die Hintergründe wesentlich, die auf die Folgen des sozialen Wandels eingehen. Die Suche lag somit, wie im vorherigen Unterkapitel beschrieben, gezielt auf Daten zu den Themen der Industrialisierung, der Globalisierung, dem Klimawandel, der Luftqualität, Epidemien bzw. Pandemien, der gesundheitlichen Auswirkungen des globalen und sozialen Wandels. Auch hier wurden bei der systematischen Herangehensweise bzw. bei der Suche nach geeigneten Daten, ebenfalls die Kriterien für seriöse Literatur bzw. Ergebnisse bei der Auswahl eingehalten.

Die Quellen stammen aus seriösen nationalen und internationalen Fachgesellschaften und Institutionen. Zu Auswahl von gesundheitlichen Auswirkungen werden Daten zu Kindersterblichkeit, durchschnittliche Lebenserwartung, Geburtenzahl, Bevölkerungswachstum, chronische Krankheiten, Infektionskrankheiten sowie die Folgen von Luftschadstoffen für die Gesundheit herangezogen (Kapitel 1 und 2). Um die Mobilität und die Demografie der Länder Deutschland und Italien zu beschreiben, werden Daten zu Großstädten, Verläufe zu Einwohnerzahlen, zur Bevölkerungsdichte, Alter, Haushalt, Arbeitslosenquote, BIP, zur Reisebereitschaft, zu diversen energiebedingten Sektoren und Verbrauchern sowie zum Ernährungsverhalten ausgewählt.

Welche Ergebnisse bzw. Erkenntnisse herausgearbeitet wurden und wie sich diese auswirken, wird im folgenden Kapitel der Ergebnisse gegliedert in mehreren Unterkapiteln beschrieben.

## **4. Ergebnisse**

Dieses Kapitel liefert Ergebnisse über Einflussfaktoren und Auswirkungen der Covid-19 bzw. SARS-CoV-2. Diese zeigen unter anderem die Zusammenhänge zwischen erhöhten Luftschadstoffbelastungen und der erhöhten Morbidität und Mortalität in Bezug zur Coronavirus-Erkrankung (COVID-19) auf. Darüber hinaus konnten in der ersten regionsbezogenen Studie zu COVID-19 in Deutschland im Kreis Heinsberg, welches zu Beginn der Pandemie als Brennpunkt in Nord-Rhein-Westfalen aufgeführt war, weitere Informationen zur Ausbreitung herangezogen werden.

Des Weiteren konnten Ergebnisse aus der Rechtsmedizin des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf (UKE) zusätzliche Daten zur Aufklärung von SARS-COV-2 bzw. COVID-19 und weitere Folgen für die menschliche Gesundheit liefern. Im letzten Abschnitt des Kapitels werden die veränderten Umweltbedingungen während der Pandemie beschrieben.

### **4.1. Zusammenhänge – Luftqualität und COVID-19**

Die Coronavirus-Erkrankung (COVID-19) variiert in ihrer Ausbreitungsdominanz zwischen den Ländern sehr stark, sodass weitere Ursachen in Betracht gezogen wurden und anhand von wissenschaftlichen Methoden analysiert und beschrieben sind. Folgende Ergebnisse liefern Studien aus China (Beginn Pandemie), Deutschland und Italien und geben Auskunft über Zusammenhänge zwischen Luftschadstoffen und COVID-19.

Dass die Übertragung des Coronavirus, welcher zu einem Schweren Akuten Respiratorischen Syndroms (SARS-CoV-2) führen kann, über die Luft geschieht sowie der Einfluss von engem Kontakt zu anderen Infizierten, ist seit Beginn der Pandemie bekannt.

Zudem konnte in einer systematischen Literaturarbeit (Sharma & Balyan, 2020) festgestellt werden, dass durch Aerosolbildung Viren große Entfernungen erreichen können und die Luftverschmutzung die Ausbreitung beschleunigt. Dort wird beschrieben, dass aus einem 3-stündigen Experiment hervorgeht, dass SARS-CoV-2 (Viren) in Aerosolen lebensfähig und infektiös bleiben. Bei dieser Arbeit, welche u.a. einen Vergleich zwischen der Wuhan-Studie und der italienischen Studie verdeutlichte und eine Beurteilung bezüglich der Überschreitung der Feinstaubwerte und der Anzahl der Tage im Vergleich zum Vorjahr vornahm, hat die Ergebnisse als übereinstimmend gewertet. Es wurde ein Anstieg von PM<sub>2.5</sub> um nur 1 µg/ m<sup>3</sup> mit einer statistisch signifikanten Erhöhung der CoVID-19 Todesrate um 15% verbunden. Im Vergleich zum Vorjahr lagen die Grenzwerte für PM<sub>2.5</sub> im Durchschnitt bei 280 Tagen über 100 µg/ m<sup>3</sup> und an 40 Tagen über 200 µg/ m<sup>3</sup> (Sharma & Balyan, 2020). Weltweit wird Feinstaub (PM) als wichtiger Auslöser für multiple kardiovaskuläre Erkrankungen gesehen. Bei der Einatmung dieser feinen Partikel wie PM<sub>2.5</sub> (Luftdurchmesser <2.5 µm) kommt es durch sekundäre systemische Effekte zu einer Lungenentzündung und Kardiotoxizität, welches zu einer Lungenfunktionsstörung führt. Laut Cohen und Kolleg\*innen gibt es mehr als vier Mio. Todesfälle die auf PM<sub>2.5</sub> zurückzuführen sind, wovon 60% auf kardiovaskuläre Erkrankungen zurückgehen. Menschen mit Vorerkrankungen an den Herzkranzgefäßen haben nach Kontraktion mit COVID-19 ein schlechteres Outcome und werden daher als Risikogruppe erfasst. Zudem wird das Alter als ein wichtiges Kriterium für eine höhere Erkrankungswahrscheinlichkeit angesehen. Die Ursache hierfür könnte laut Moccia et al. (2020) mit den altersbedingten endothelialen (innere Zellschicht der Blut- und Lymphgefäße) Funktionsstörungen und dem Verlust endogener kardioprotektiver Mechanismen zusammenhängen.

SARS-CoV-2 (Viren) infizieren die Wirtszellen nachdem sie sich an die ACE2-Rezeptoren der Zelloberfläche angeheftet haben und führen dadurch zur CoVID-19-Erkrankung. Hierdurch kommt es zu einer Lungenentzündung mit extrapulmonalen Manifestationen und Komplikationen einschließlich Herzmuskelverletzungen, Arrhythmien und Schock (Moccia et al. 2020).

Aus weiteren Studien insbesondere aus der Übersichtsarbeit von (Cheval et al. 2020), die beobachtete und potenzielle Auswirkungen der CoVID-19-Pandemie auf die Umwelt betrachtet, geht ebenfalls hervor, dass Feinstaub in hohen Konzentrationen eine mögliche Ursache für die Auswirkungen der Pandemie in Norditalien darstellen. Eine höhere und dauerhafte Exposition gegenüber PM, insbesondere für betagte und hochbetagte Menschen, führt zu einem höheren Risiko den respiratorischen Gasaustausch vor dem Ausbruch des Virus einzuschränken und die Lunge zu schädigen. Die Veröffentlichung des Positionspapers der SIMA (Society Italiana die Medicina Ambientale), verdeutlicht die Korrelationen zwischen der Luftverschmutzung und der Ausbreitung des Virus. Es wird bestätigt, dass die Lunge aufgrund dessen eine größere Veranlagung hat, schwerwiegende Krankheiten zu entwickeln. Allerdings werden Schadstoffe in der freien Atmosphäre als Träger des Virus als unwahrscheinlich erfasst, da die Verbreitung der Tröpfchen, die durch Niesen und Husten erzeugt werden,

notwendig sind, um eine hohe Viruslast zu erzeugen. Hinzukommt, dass durch den Mangel an Luftzirkulation der Austausch potenziell gefährlicher sein kann. Als mögliche Co-Faktoren werden das Alter, der Flugverkehr, die Bevölkerungsdichte sowie das Bruttoinlandsprodukt (BIP) angegeben (Cheval et al. 2020).

Die italienische Studie (Coccia, 2020), welche sich auf 55 italienische Städte (Provinzhauptstädte) konzentriert, bestätigt auch den Anstieg der infizierten Fälle je mehr Tage im Jahr, eine Überschreitung der Grenzwerte für PM2.5 abbilden (Stand 7. April 2020). Werden diese Orientierungswerte an mindestens 80 Tagen im Jahr missachtet, liegt der Mittelwert bei 2200 infizierten Personen (Überschreitung >100 Tage/ ca. 3350 Fälle/ Jahr; <100 Tage/ ca. 1014 Fälle/ Jahr). Aufgrund der hohen Windgeschwindigkeiten liegt dieser Wert in Küstenregionen bei mind. 60 verschmutzten Tagen bei etwa 945 infizierten Personen im Jahr. Die Luftverschmutzung in Städten stellt insbesondere in der Anfangsphase ein wichtiges Kriterium für die Verbreitung der Virusinfektiösität dar (Stand 17. März 2020:  $b_1 = 1.27$ ,  $p < 0.001$ ; Stand 07. April 2020:  $b_1 = 0.81$ ,  $p < 0.001$ ). Die zwischenmenschlichen Kontakte zeigen ebenfalls ihren Einfluss in der Intensität der Virus-Übertragung (Stand 17. März:  $b_2 = 0.31$ ,  $p < 0.05$ ; Stand 07. April 2020:  $b_2 = 0.31$ ,  $p < 0.05$ ). Die Übertragungsdynamik ist an weitere Faktoren geknüpft: Allgemeine Hintergründe zu biologischen Eigenschaften des Virus sowie die Inkubationszeit als auch der Gesundheitszustand (Gewohnheiten, Immunsystem, Alter, Geschlecht etc.) sind neben den komplexen Wechselwirkungen zwischen Luftverschmutzung, meteorologischen Bedingungen und biologischen Merkmalen der Virusinfektiösität, zu betrachten (Coccia, 2020).

Eine weitere Studie beurteilte die Zusammenhänge der Todesfälle aus 66 administrativen Verwaltungsregionen aus Italien, Spanien, Frankreich und Deutschland. Sie befassen sich mit dem Einfluss von NO<sub>2</sub> sowie mit krankheitsbedingten Folgen von langandauernder NO<sub>2</sub>-Exposition. 3.487 von 4.443 Todesfälle (78%) sind auf fünf Regionen in Nord-Italien und Zentral-Spanien verteilt. Exakt dieselben fünf Regionen weisen die höchsten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Kombination mit einem Abwind auf, der eine förderliche Ausbreitung der Luftverschmutzung verhindert. Abb.8 zeigt die troposphärische NO<sub>2</sub>-Verteilung und macht deutlich, dass Nord-Italien sehr stark von erhöhten NO<sub>2</sub>-Werten belastet ist. Deutschland, Spanien und Frankreich liegen regionsweise im mittleren Bereich (Ogen, 2020).



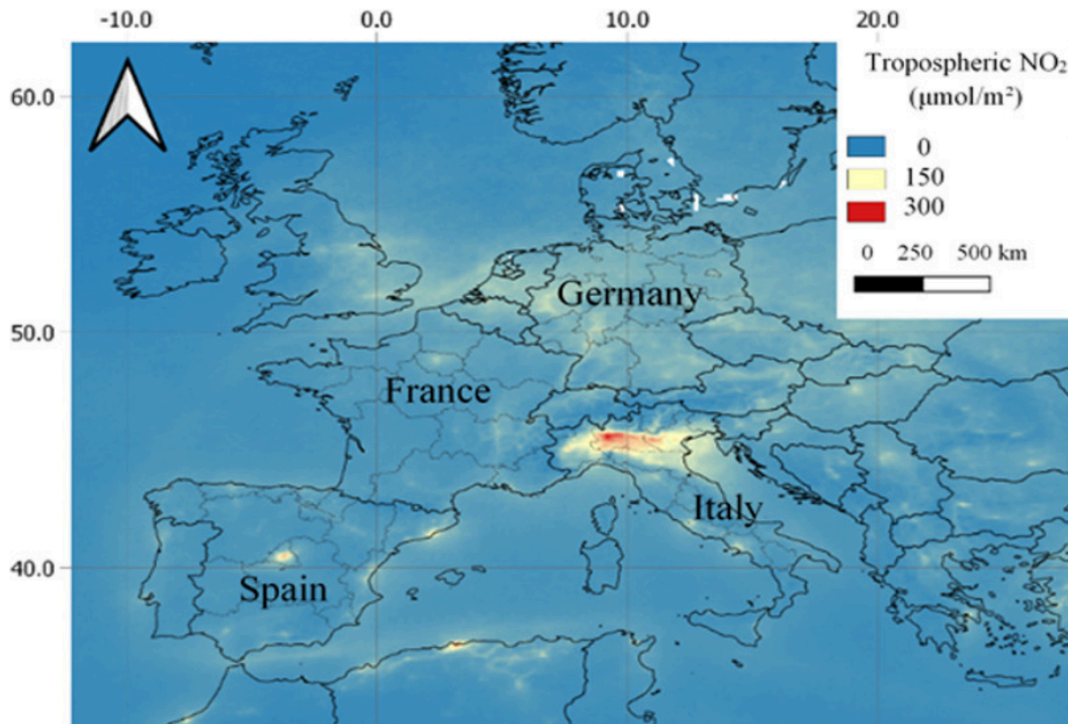


Abb. 8: Troposphärische NO<sub>2</sub>- Verteilung

Quelle: Ogen, 2020

Eine weitere Datenanalyse, die eine Verteilung der SARS-CoV-2-Pandemie und ihre monatliche Prognose basierend auf saisonalen Mustern untersuchte, hat ergeben, dass Wetterbedingungen einen Einfluss auf die Covid-19 – Letalität haben. Die gefundene Korrelation geht davon aus, dass die COVID-19 Todesfälle signifikant im Durchschnitt viermal schlechter ausfallen, wenn die Temperaturen zwischen 4°C – 12°C liegen und eine relative Luftfeuchtigkeit zwischen 60 – 80% aufzeigen (Scafeta, 2020). Während diese und andere Studien darauf hindeuten, dass ein Anstieg der Temperatur wesentlich zur Reduzierung der COVID-19-Übertragung beiträgt, deutet die Stromverteilung auf der südlichen Hemisphäre darauf hin, dass die Temperaturen die Zahlen kaum beeinflussen.

Auch bei der Eindämmung des Virus in Wuhan spielte die Temperatur keine Rolle. Jamil et al. (2020) geben an, dass laut einer Untersuchung der Daten (global ausgeweitet) eine hohe Temperatur die Ausbreitung des Coronavirus nicht verlangsamen oder verringern kann. Jedoch wird eine weitere Studie über Ausbrüche in Gemeinden (weltweit) aufgeführt, die bestätigt, dass CoVID-19 ein Atemwegsvirus ist, welches sich saisonal entlang ähnlicher Breitengrade ausbreitet. In einer Datenanalyse von 122 Städten in China konnten Zhu und Xie (2020) einen signifikanten ( $p < 0.01$ ) Anstieg der COVID-19-Fälle bei einem Temperaturanstieg unter 3°C erkennen. Während des Beobachtungszeitraums lag die Anzahl der Fälle zwischen 0 (Minimum) – 12.523 (Maximum) und ergab eine durchschnittliche Anzahl von ca. 704 Fällen (Iqbal, Fareed, Shahzad & Shahzad, 2020).

Die mittlere Tagestemperatur beträgt 10.7 °C bei einer Range von 3°C – 21°C. Das Signifikanzniveau liegt bei 1%, der Korrelations-koeffizient für COVID-19 und Temperatur beträgt 0.61 (Iqbal et al., 2020).

In einem weiteren Artikel, welcher die Rolle von Umwelt- und Stoffwechselfaktoren auf die Prädisposition der Schwere von COVID-19 beschreibt, wurden Hypothesen aufgestellt, die Zusammenhänge zwischen der Chlorungsrate des Leitungswassers in verschiedenen Ländern mit der Häufigkeit des Schweregrades bei COVID-19 untersuchten. Länder wie Deutschland, Österreich, Schweiz und Skandinavien verzichteten auf die Chlorung des Trinkwassers, dagegen ist das Leitungswasser in den Ländern USA, Großbritannien, Frankreich, Spanien und Italien stark gechlort. Es konnte erkannt werden, dass die Länder deren Bevölkerungen im letzten Jahrzehnt keine großen Mengen an Chlor im Wasser ausgesetzt waren, eine 2 bis 20-mal niedrigere Sterblichkeitsrate aufzeigten. Mit u.a. Bezug auf eine Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2006 (Russel, Blain & Rice) konnte eine kritische Überprüfung zahlreiche und stichhaltige Beweise liefern, die bestätigen, dass chloriertes Wasser das Immunsystem in ihrer Funktion beeinträchtigen kann. Chlorgas wird als Lungengift bezeichnet, das durch oxidative Schädigung einen entzündlichen Prozess sowie eine Hypersensibilität und Verletzung der Atemwege verursachen kann. Dieses schädigende Ereignis in der Lunge kann die Oberflächenschicht der Luftwege und ihre Surfactant-Kapazität kritisch beeinflussen (Bornstein et al. 2020).

Die Ergebnisse haben deutliche Zusammenhänge zwischen erhöhten PM2.5- bzw. NO<sub>2</sub>-Werten und einer Zunahme in der Erkrankungs- und Sterbewahrscheinlichkeit bzw. Todesfällen aufgezeigt. Darüber hinaus konnten Sharma und Balyan eine Langlebigkeit und hohe Viruslast von SARS-CoV-2 in Aerosolen sowie eine Ausbreitungsfähigkeit über große Entfernungen feststellen. Darüber hinaus konnte erkannt werden, dass eine dauerhafte Exposition von Feinstaub schon vor Ausbruch des Virus die Atmung einschränken und die Lunge schädigen kann. Außerdem gibt es Erkenntnisse über einen Zusammenhang von chloriertem Wasser und einer erhöhten Anfälligkeit für Lungenschädigungen, welches eine Coronavirus-Erkrankung begünstigt und hiermit als weiteren Faktor miteingebunden werden kann.

## **4.2. Ergebnisse der Heinsberg-Studie (Deutschland)**

Die Erkenntnisse beziehen sich auf Daten aus über 405 Haushalten bzw. (1007 bzw. auswertbare) 919 Teilnehmer\*innen. Diese wurden 6 Wochen nach dem Ausbruch in Deutschland im Zeitraum vom 30. März bis zum 06. April 2020 befragt und getestet. Da zu diesem Zeitpunkt die gemeldeten Todesfälle (CFR) zwischen den Ländern stark variierten, wurde die Infektionssterblichkeitsrate (IFR), aufgrund des klinisch breiten Spektrums von SARS-COV-2, als zuverlässigen Parameter hinzugezogen. Um ein Gesamtbild der Anzahl an infizierten Personen in einer bestimmten Population mit SARS-COV-2 zu erhalten, wurden zum einen durch Integration der Ergebnisse aus SARS-COV-

2-IgG-Analysen im Blut, des weiteren PCR-Tests auf virale RNA in Pharyngealabstrichen (Nasenhöhle) und die Berichterstattung über frühere positive PCR-Tests bestimmt. Von den 919 Teilnehmer\*innen waren 15,5 % (95 % CI: 12,3: 19,0 %) infiziert, welches eine 5-fach-höhere Anzahl an offiziell gemeldeten Fällen für diese Community darstellt (3,1 %). Charakteristisch neben bekannten Merkmalen waren hier die Symptome Geschmacks- und Geruchsverlust. Besonders hervorzuheben ist allerdings, dass 22,2 % der infizierten Personen asymptomatisch waren und somit keine erkennbaren Krankheitsmerkmale aufzeigten. Bei 7 mit SARS-CoV-2 verbundenen Todesfällen betrug die geschätzte IFR 0,36 % (95 % CI: 0,29: 0,45 %). Es konnte nicht festgehalten werden, dass das Alter und das Geschlecht mit der Infektionsrate korrelierten. Die im Februar in Deutschland gefeierten Karnevalsfeiern haben sich in einer erhöhten Infektionsrate (21,3 % gegenüber 9,5 %,  $p < 0,001$ ) als auch in der Anzahl der Symptome der Infizierten (geschätzte relative mittlere Zunahme 1,6,  $p = 0,007$ ) wiedergespiegelt. Es konnte kein Zusammenhang zwischen dem Infektionsrisiko einer Person und der Anzahl an Studienteilnehmer\*innen in einem Haushalt erkannt werden. Das Sekundärinfektionsrisiko für Personen, die im selben Haushalt wohnen, stieg von 15,5 % auf 43,6 % (2 Personen-Haushalte) auf 35,5 % (3 Pers.-H.) und auf 18,3 % (4 Pers.-H.) an ( $p < 0,001$ ). Auch wenn die Anzahl der Infizierten dieser Gemeinde mit hoher Prävalenz nicht repräsentativ für andere Länder oder Regionen der Welt sind, kann der IFR dafür verwendet werden, den prozentualen Anteil der Infizierten auf Grundlage der Anzahl der gemeldeten Todesfällen, an Orten mit ähnlichen Bevölkerungsmerkmalen, zu schätzen (Streeck et al. 2020).

### **4.3. Ergebnisse aus der Rechtsmedizin – UKE Hamburg**

Prof. Dr. med. Klaus Püschel, Direktor des Instituts für Rechtsmedizin am Universitätsklinikum Hamburg Eppendorf (UKE) forderte, trotz der ausgesprochenen Warnungen des Robert-Koch-Instituts (RKI) bezüglich der Obduktion an den SARS-CoV-2 bzw. Covid-19-Toten, die wissenschaftlich begründbare Untersuchung der Verstorbenen an. Mit dem traditionellen Zitat „Von den Toten lernen wir fürs Leben“ (Lat.: „Mortui vivos docent“) begann am 23. März 2020 mit dem Institutsleiter Prof. Püschel und seinen Mitarbeiter\*innen die sorgfältige Obduktion der an bzw. mit SARS-CoV-2 verstorbenen Patient\*innen am UKE.

Deutlich wird, dass der Großteil der Verstorbenen an diversen Vorerkrankungen litt, die mit einer körperlichen bzw. immunologisch erheblichen Beeinträchtigung der Patient\*innen einhergeht. Darunter aufgeführt waren die Risikogruppen, die zu Beginn der Pandemie erfasst wurden. Unter anderem zählen hierzu Personen mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Chronisch Obstruktiven Lungenerkrankungen (COPD), Neoplasien (Krebs), Stoffwechselerkrankungen (z.B. Diabetes mellitus) und Demenz. Die Todesursache war stets eine Lungenentzündung mit oder ohne Lungenembolie. Im Verlauf traten ebenfalls einige viruspositive Sterbefälle mit Covid-19- unabhängiger Todesursache auf.

Das Institut für Rechtsmedizin untersuchte insgesamt 192 (Covid-19) Verstorbene (Stand: 08. Mai 2020), wovon 44 % Frauen und 56 % Männer abbildeten. Das Durchschnittsalter lag bei 80 Jahren (Frauen: 82 J., Männer 78 J.) und die Spannweite des Alters bei 31 – 99 Jahren (Frauen: 54-98 J.). Zu betonen ist, dass die einzige Person unter 50 Jahren, ein 31-jähriger Patient mit metastasierten Krebsleiden war und dieser sich in palliativer Chemotherapie befand. Auffallend waren auch die Veränderungen, die durch das Coronavirus im Blut entstanden sind und hierdurch die Bildung von Blutgerinnseln gefördert haben. Diese können sich zu einer Lungenembolie entwickeln und in die großen Lungengefäße gelangen sodass es zu einem Herz-Kreislauf-Versagen kommen kann (Püschel & Spermhake, 2020).

Die ersten 12 aufeinanderfolgenden positiven Covid-19-Todesfälle konnten im Rahmen einer prospektiven Kohortenstudie beurteilt und analysiert werden. Das Ziel hier war die Validierung und der Vergleich klinischer Befunde mit Daten aus medizinischen Autopsien und virologischen Tests. Hierfür wurde der für Hamburg entwickelte PCR-Test angewendet. Es erfolgte eine vollständige Autopsie, inklusiver postmortaler Computertomographie (CT). Das mittlere Alter der 12 Toten lag bei 73 Jahren, 75 % waren männlich. Hiervon sind 10 im Krankenhaus und zwei im ambulanten Bereich verstorben. Die häufigsten Vorerkrankungen waren auch hier Herz- und Lungenerkrankungen (z.B. KHK, Asthma, COPD – 50 % bzw. 25 %). Bei 58% der Betroffenen konnten tiefe Venenthrombosen entdeckt werden, welche vor dem Tod nicht bekannt waren. Eine Lungenembolie führte bei 33 % zur direkten Todesursache. Die postmortale CT ergab einen netzartigen Befall der Lunge, mit schwerer bilateraler Verdichtung, während bei 66 % eine gewebsartige diffuse Schädigung der Lungenbläschen beobachtet wurde. Bei allen obduzierten Fällen wurden SARS-CoV-2-RNA in hohen Konzentrationen in der Lunge nachgewiesen; eine Virämie bei 60 % (6 von 10) und bei 58 % (7 von 12) sind hohe virale RNA-Titer in Leber, Niere oder Herz zu finden (Wichmann et al., 2020).

#### **4.4. Veränderte Umweltbedingungen während COVID-19 Pandemie**

Die durch die Covid-19-Pandemie entstandenen Umweltveränderungen sind überwiegend durch den Lockdown bzw. durch die angeordneten Maßnahmen entstanden. Der damit einhergehende reduzierte Straßenverkehr, die verringerten Industrieprozesse, die Mobilität der Bevölkerungen und der unterschiedliche Energieverbrauch der Haushalte, des Gewerbes und der Industrie führen zu einem gesellschaftlichen Wandel und Veränderungen in der Luftqualität. Wie sich das bemerkbar macht, wird in den folgenden Unterkapiteln beschrieben.

#### **4.4.1. Wandel sozialer Faktoren während COVID-19 - Deutschland, Italien**

Die Corona-Krise hat mit ihrem Wandel weltweit das Verhalten der Menschen durch Anordnungen und Maßnahmen eingeschränkt und hierdurch einen neuen Fokus gesetzt. Insbesondere in den europäischen Ländern, wie Deutschland und Italien sind Veränderungen entstanden, die neben dem BIP auch das alltägliche Leben und das Reiseverhalten beeinflussen. Beispielsweise bestand aufgrund der Ausbreitungsgefahr ein eingeschränkter Flugverkehr für die Zeit der Pandemie. Hierzu wurden in ausgewählten Ländern zur Erhebungszeit am 30. März 2020 Szenarien erhoben, welche zum einen eine schnelle Erholung zum Rückgang der Anzahl der Flugpassagiere durch das Coronavirus ab Mai 2020 (V-förmig) erwarten und zum anderen von einer anhaltenden Kontraktion bis Juni 2020 (U-förmig) ausgehen. Weltweit wird ein Rückgang zwischen 401 Milliarden US-Dollar (V-förmiges Szenario) und 528 Milliarden US-Dollar (U-förmiges Szenario) vorhergesagt. In Italien wird bei einem anhaltenden Rückgang bis Juni mit ca. 39 Milliarden US-Dollar und bei einer schnellen Erholung mit etwa 31 Milliarden US-Dollar gerechnet (ICAO, 2020). Eine Erhebung im Juni rechnet für das Jahr 2020 sogar mit einem Rückgang von ca. 113 Mio. US-Dollar für Deutschland und mit ca. 92 Mio. US-Dollar für Italien (IATA, 2020).

In einer Umfrage in Deutschland wurden im Zeitraum vom 05.04 – 10.04.2020 etwa 1000 Personen nach dem aktuellen Befinden zum Nutzen der öffentlichen Verkehrsmittel befragt. Hier wurde deutlich, dass Menschen die täglich, bis zu mehrmals die Woche oder pro Monat den öffentlichen Verkehr nutzen, sich mittlerweile unwohler (40 %, 36 %, 31 %) bzw. deutlich unwohler (37 %, 35 %, 35 %) fühlen und der Rest (21 %, 27 %, 32 %) empfindet keine Veränderungen (ADAC,2020).

Hingegen bei den Personen, die selten oder nie den Öffentlichen Personen-Nahverkehr (ÖPNV) nutzen, empfinden 29 % und 42 % keine Veränderungen allerdings fühlen sich 2 % und 4 % in der öffentlichen Nutzung wohler als zuvor und weitere 4 % sogar deutlich wohler als zuvor. Aber auch bei denen, die selten oder nie mit den ÖPNV fahren, fühlen sich Personen unwohler (39 % und 19 %) oder deutlich unwohler (23 % und 37 %) (DLR, 2020). Laut dem ADAC nutzen 15 % häufiger das Auto und ca. 22 % und 4% nutzen das Auto aktuell weniger oder gar nicht mehr. Hingegen nutzen aktuell ca. 29 % und 11 % die Bahn nicht mehr oder weniger, 13 % fahren häufiger mit der Bahn. Ca. 35 % fahren weiterhin mit dem Fahrrad bzw. 52 % sind weiterhin zu Fuß unterwegs. 8 % nutzen das Fahrrad häufiger und 25 % gehen jetzt mehr zu Fuß (ADAC, 2020).

Ein weiteres auffälliges Merkmal in den Veränderungen spiegelt das Kaufverhalten wider bzw. ist in den monatlichen Umsatzentwicklungen des Einzelhandels in der Europäischen Union zu erkennen. Italien zeigte im April dieses Jahrs (2020) die höchsten Einbußen mit ca. -33,3 %, Deutschland lag zur selben Zeit bei -5,7 %. Nachfolgend wird der Verlauf für die gesamte EU bzw. für die Länder Deutschland, Spanien, Italien und Schweden seit Juni 2019 bis Juni 2020 abgebildet (Eurostat, 2020f).

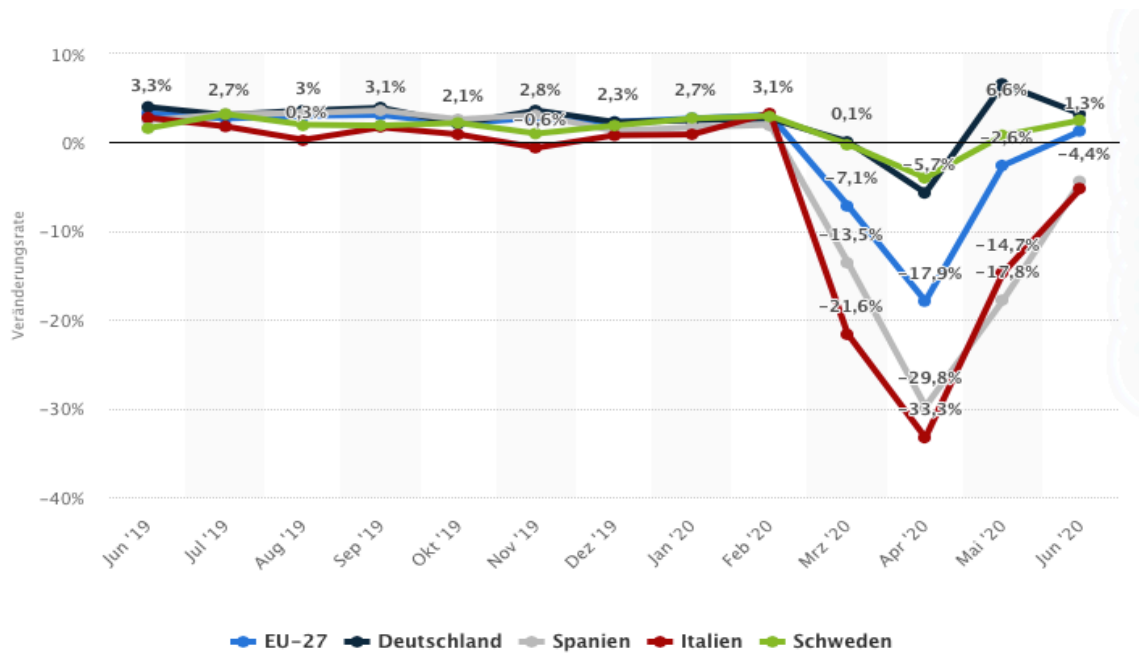


Abb. 9: Monatliche Umsatzentwicklung Einzelhandel EU Juni'19 – Juni'20

Quelle: Eurostat, 2020

Das verarbeitende Gewerbe verzeichnet ebenfalls rückläufige Aufträge für das Jahr 2020. Insbesondere die Bereiche der Kraftwagen und Kraftwagenteile, der Chemischen Erzeugnisse (z.B. Reinigungsmittel, Textilien, Körperpflegemittel) und im Maschinenbau sind große Auftragsrückgänge erfasst, welche sich im Produktionsvolumen bemerkbar machen (Abb.11) (Destatis, 2020).

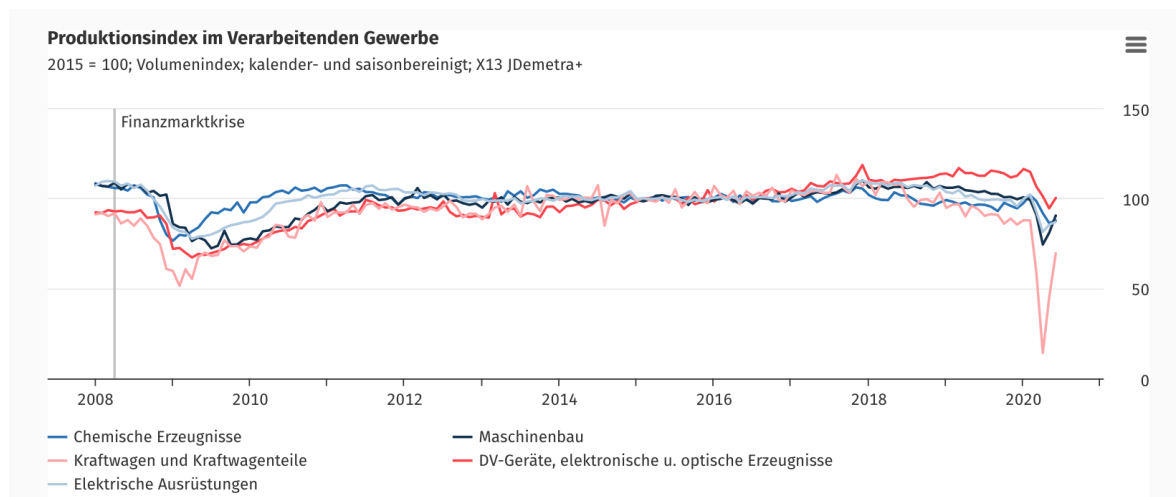


Abb. 10: Produktionsindex Verarbeitenden Gewerbe

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), 2020

Das Verarbeitende Gewerbe musste daher viele ihrer Mitarbeiter\*innen in Kurzarbeit schicken. Laut dem ifo Institut waren ca. 30% aller im Juli in Kurzarbeit geschickten Personen (2,1 von 5,6 Mio.) aus dem Verarbeitenden Gewerbe. Auch die anderen Bereiche mussten die Kurzarbeit als Maßnahme wahrnehmen (ifo Institut, 2020). Nachfolgend wird der Anteil der Kurzarbeiter\*innen während der Corona-Krise nach Sektoren für Juli 2020 dargestellt.

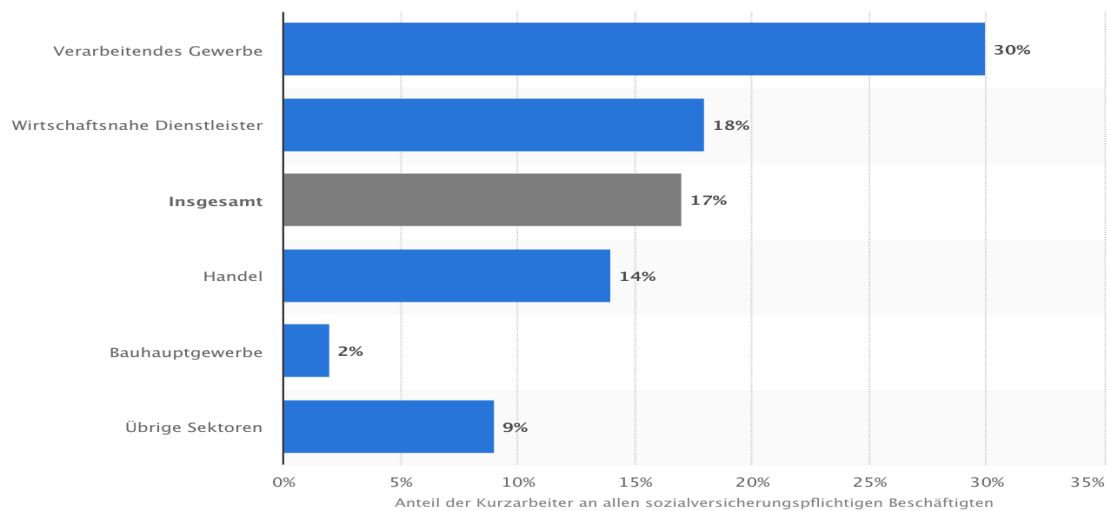


Abb. 11: Anteil Kurzarbeiter\*innen nach Sektoren Juli 2020

Quelle: ifo Institut, 2020

Zwischen dem 30.03. – 10.04.2020 hatten laut Umfrage ca. 52% der Unternehmen geschlossen. Ein Großteil ging in Kurzarbeit oder war gezwungen seinen Urlaub vorzuziehen, nur knapp 4,2% sind ins Home-Office geschickt worden. Für das gesamte Jahr erwarten 2/3 der Unternehmen einen Rückgang um 25 – 50% (Döhne, 2020b). Im Juni 2020 lag die Anzahl der Arbeitslosen europaweit (EU-27, ohne GB) bei ca. 15.023.000 Mio. Menschen. Betrachtet wurde das Alter von 15 – 74 Jahren. Hiervon waren in Deutschland ca. 1.865.000 Mio. und in Italien etwa 2.204.000 Mio. Menschen arbeitslos (Eurostat, 2020g). Ebenso waren landesweit in Italien alle Geschäfte geschlossen und die industrielle Produktion hat dementsprechend geruht. Ausnahmen lagen ebenfalls in den wesentlichen Versorgungsbereichen für die Haushalte. Im Gebiet der Lombardei sind sie strengerer Regeln gefolgt und führten im Zeitraum von 22.03. – 15.04.2020 ein alle Geschäfte, bis auf Supermärkte und Läden die Lebensmittel, Reinigungsutensilien, Informations- und Kommunikationstechniken sowie Haushaltsartikeln anbieten, zu schließen (Döhne, 2020).

#### 4.4.2. Veränderungen in der Luftqualität

Die veränderten Bedingungen während der Pandemie haben die Luftqualität weltweit verbessert. Eine Studie aus China, welche die Auswirkungen der Maßnahmen (z.B. Reisebeschränkungen, Kontakteinschränkungen) bezogen auf die Luftqualität in 44 Städten untersucht hat, konnte anhand langer dynamischer Paneldatenmodelle beobachten, dass die Mobilität der Menschen um ca. 70% gesunken ist. Hier ist die Konzentration von SO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> und CO in der Luft während des Lockdowns um 6,8 %, 5,9 %, 13,7 %, 24,7 % bzw. 4,6 % gesunken (Bao & Zhang, 2020). Eine Fallstudie, welche die Auswirkungen der Maßnahmen zur Bekämpfung des COVID-19-Ausbruchs anhand des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks (CF) untersuchte, betrachtete 107 Provinzen in Italien. Hier wurden der Energieverbrauch zu jeglichen wirtschaftlichen Aktivitäten der Regionen sowie die Wirtschaftssektoren, das Bruttoinlandsprodukt (BIP) der letzten 20 Jahre und die häufigsten Treibhausgase (THG) (CO<sub>2</sub>e, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>) für den Zeitraum vor der Sperrung (Jan.2015 – Feb.2020) und während der Sperrung (März und April) anhand des CF-Bewertungsmodell beurteilt. Etwa 80% des gesamten CO<sub>2</sub> Ausstoß entstehen durch die Freisetzung von THG aus dem Energiesektor. Ausschlaggebend für den Verlauf der THG sind die veränderten Energieverbrauchsströme. Während des Lockdowns konnte der CF reduziert werden und war im Vergleich 20% geringer als für den berechneten CF der Vergangenheit. Die Gesamteinsparungen von THG während der Sperrung lagen insgesamt bei etwa 5,6 – 10,6 Mt CO<sub>2</sub>. Insbesondere im April dieses Jahres konnten ca. 26 Mt CO<sub>2</sub> eingespart werden und somit war der CF im April 2019 um etwa 29 % höher gelegen (März 2019 ca. 18 % höher als März 2020). In der Kategorie Öl- und Erdölprodukte liegt der Beitrag von Gasöl und Dieselöl bei mehr als 50 % der CF, gefolgt von den Unterkategorien Flüssiggas und Benzin (ca. 10 % bzw. ca. 17 % in der Zeit vor der Sperrung. Eine deutliche Verringerung der CF durch Benzin- und Kerosinverbrauch konnte im Mittel um ca. 35 % sowie für die Kategorien erneuerbare Energien und Biokraftstoffe eine Reduzierung um 64 % erreicht werden. Weiterhin sank der CF bei Verwendung von primären festen Brennstoffen um ca. 54%, bei gemischten Biogasolin (ca. 68 %) und bei Biodiesel (ca. 46 %). Allerdings ist laut Rugani und Caro (2020) in der Sperrzeit der CF bei der Nutzung von geothermischen und Wärmepumpen um mehr als 80 % gestiegen.

Eine durchschnittliche Reduzierung des Stromverbrauchs konnte im März (ca.16 %) und im April (ca.23 %) im Vergleich zu den CF-Outputs des letzten Jahres erreicht werden. Vor allem die Wochenenden (21. und 22. März; 04. und 05. April) zeigten einen Peak bei der Verringerung um bis zu 49 %. Zu einer Steigerung der CF kam es in den Bereichen Solar-Photovoltaik (68%), der Elektrizität aus geothermischen Energiequellen (3%) und der Wasserkraft (6%) entsprechend ihrem Verbrauchswachstum in den Sperrzeiten von durchschnittlich ca. 65% bzw. 1% bzw. 4%. Die nördlichen Regionen decken mehr als 60% der vermiedenen CF ab. Einsparungen treten vor allem in den Provinzen Modena und Mailand auf, gefolgt von den Regionen Lombardei (Bergamo, Brescia) und Emilia-Romagna (Ferrara) (Rugani & Caro, 2020).



Auch in Deutschland waren Veränderungen der Luftqualität durch COVID-19-Maßnahmen bzw. dem Lockdown erkennbar. Die Eindämmung vom 23.3. – 19.4.2020 zeigte in Deutschland eine Reduktion des Straßenverkehrs sowie verringerte Industrieprozesse, welche positiven Einfluss auf die Emissions-Werte haben. Dennoch ist zu beachten, dass weiterhin Busse im öffentlichen Verkehr und private Autofahrzeuge auf den Straßen verkehren. Zudem waren zeitweise auch erhöhte Zahlen des Lieferverkehrs zu erkennen. Betrachtet wurden die einzelnen Schadstoffe, deren Quellen, Queldichte und -orte. Die Angaben beziehen sich erneut auf NO<sub>2</sub>, Feinstaub bzw. PM<sub>10</sub> und Ozon. Während des Lockdown-Zeitraums konnte die NO<sub>2</sub>-Konzentration um 15 – 40% sinken, in manchen Gebieten waren die Werte sogar so niedrig wie noch nie seit Messbeginn. Der Deutsche Wetterdienst betrachtete zudem die Parameter Windgeschwindigkeit, Temperatur, Ozon sowie Trendwerte und konnte einen NO<sub>2</sub>-Rückgang von  $23 \pm 6\%$  feststellen. Die Variation in den Werten lag an dem Ausmaß des Straßenverkehrs für die Region. Diese Gründe sind u.a. auch mitursächlich für reduzierte Feinstaub bzw. PM<sub>10</sub>-Belastungen, allerdings zeigte der Lockdown, dass die Feinstaub-Konzentrationen in den Bundesländern geringfügig oder gar nicht zurückgegangen sind, was deutlich macht, dass der Straßenverkehr mittlerweile nicht mehr Hauptverursacher für hohe PM<sub>10</sub>-Werte ist. Dies könnte laut dem UBA (2020b) darauf zurückzuführen sein, dass Präventionsmaßnahmen in den letzten Jahren im Straßenverkehr eingeführt und umgesetzt wurden, z.B. Tempolimits, Einsatz schadstoffärmere Busse oder Softwareupdates sowie die Erneuerung des Fahrzeugbestands etc. Hier fällt auf, dass der Abrieb von Reifen, Bremsen und die Straßenbelege weiterhin negative Ergebnisse bewirken. Die hohen Zahlen für Feinstaubbelastungen während der Corona-Krise gehen überwiegend auf Hausfeuerungsanlagen, Gewerbebetriebe und industrielle Anlagen zurück. Die Landwirtschaft ist vor allem im Frühjahr mitverantwortlich und als Feinstaubquelle zu sehen. Das liegt daran, dass die Felder durch Düngung gasförmige Vorläuferstoffe von Feinstaub bilden und der Wind eine Verbreitung bis in die Städte ermöglicht. Es können zudem auch z.B. Saharastaub oder Auswirkungen von Bodenerosion, Wald- und Buschfeuer trotz weiter Entfernung nach Deutschland transportiert werden. Laut dem UBA lassen sich die Folgen der Corona-Pandemie auf die Ozonbelastung nicht einschätzen (UBA, 2020b).

Insgesamt konnten die Maßnahmen während der Corona-Krise eine bedingte Emissionsreduktion erreichen, die auf einen verringerten Straßenverkehr von 30 – 50% zurückzuführen sind. Allerdings sind die Erwartungen trotz NO<sub>2</sub>-Rückgang im ersten Halbjahr gering, dass auch die Jahresmittelwerte niedrig bleiben. Daher wird hier zum Schutz der menschlichen Gesundheit empfohlen, Fahrverbote und Einfahrbeschränkungen weiterhin fortzuführen. Für eine Reduktion der Methankonzentrationen während des Lockdowns konnten, trotz anderer Erkenntnisse, keine Hinweise hierfür geliefert werden, welches auf der langlebigen Gasstruktur des Methans zurückgeführt werden kann. Dafür ist der geringe Zeitraum nicht ausreichend, um Veränderungen sichtbar zu machen (UBA, 2020b).

## **5. Diskussion**

Dieses Kapitel diskutiert die angewandten Methoden und die Ergebnisse. Die Diskussion zu Ergebnissen wird nach Schwerpunkten gegliedert.

### **5.1. Diskussion der Methodik**

Die Variation der unterschiedlichen Studien ermöglichte eine weit ausgerichtete Betrachtung der Auswirkungen zu Covid-19. Die Schwerpunkte waren auf mehreren Faktoren gesetzt und ermöglichten hiermit eine Vielfalt an potenziellen Einflussfaktoren. Zum Vergleich waren allerdings nicht immer die gewünschten Daten aus beiden Ländern vorhanden. Zudem erfolgte die Suche über die Datenbank bezüglich der Zusammenhänge und Auswirkungen von Covid-19 auf Englisch, weshalb hier die Sprache als Verzerrungsmöglichkeit bzw. der Publikationsbias mitbedacht werden muss.

Die Auswahl der Studien und deren Vorgehensweisen konnten unabhängige Vorgänge vorweisen und haben die Kriterien für seriöse Literatur eingehalten. Die Anzahl der Publikationen sowie die Diversität der betrachteten Faktoren sowie die unabhängigen Verfahren, welche z.B. bei Bedarf eine Trendbereinigung der Daten vornahmen, sowie diese z.B. aus Umweltschutzbehörden und Gesundheitsministerien heranzogen als auch vergangene Erkenntnisse miteinschlossen, ermöglichten eine objektive Betrachtungsweise. Einige Studien konnten weitere Einflussfaktoren erkennen und weisen auf weitere Untersuchungen hin.

Außerdem wurden geeignete Tests, Stichprobengrößen und -auswahl, sowie Befragungen ausgewählt. Damit wurden vorsätzlich Verzerrungen versucht auszuschließen, jedoch ist der Selektionsbias nicht auszugrenzen. Es wurden Befragungen in den Studien durchgeführt die zum Teil 6 Wochen zurücklagen, hier ist aufgrund der potenziellen Erinnerungsfehler der Recall-Bias zu betrachten.

Die Literaturrecherche kann aufgrund der systematischen Vorgehensweise unabhängig wiederholt werden und zu selben Ergebnissen führen (Nachvollziehbarkeit, Reliabilität).

### **5.2. Diskussion der Ergebnisse**

Alle Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen den Einfluss umweltbedingter Faktoren auf die Ausbreitung einer Krankheit bzw. einer Pandemie und zeigen sich ebenfalls in den Auswirkungen für die menschliche Gesundheit. Darüber hinaus wird deutlich, dass vergangene und aktuelle Pandemien sowie der Klimawandel und die hiermit verbundenen Veränderungen der Atmosphäre und Biosphäre allein auf den Menschen zurückzuführen sind. Alle eingangs aufgestellten Hypothesen konnten bestätigt werden. Nachfolgend werden die Ergebnisse nach Schwerpunkten diskutiert.

### Auswirkungen Luftqualität

Die Ergebnisse zeigen deutliche Zusammenhänge zwischen erhöhten PM2.5- bzw. NO<sub>2</sub>-Werten und einer Zunahme in der Erkrankungs- und Sterbewahrscheinlichkeit bzw. Todesfällen auf. Die Diversität der Studien bestätigen die Verbindungen zu den hohen Zahlen und bestätigen die theoretischen Grundlagen zu schädlichen Auswirkungen der Luftschadstoffe. Darüber hinaus konnte eine Langlebigkeit und hohe Viruslast von SARS-CoV-2 in Aerosolen und die Fähigkeit große Entfernungen zu erreichen, festgestellt werden. Dies bestätigt ebenfalls eine unterschiedliche Ausbreitungsgeschwindigkeit insbesondere in Italien, da dort die Werte zu Feinstaub (PM<sub>2.5</sub> und PM<sub>10</sub>) und NO<sub>2</sub> dauerhaft erhöht sind. Deutschland und Italien konnten schon in der Vergangenheit, eine große Zahl an Todesfällen für Feinstaub und NO<sub>2</sub> vorweisen, welches die Anfälligkeit für bestimmte Personengruppen erklärt.

Der Lockdown hat eine deutliche Reduktion der THG-Emissionen bewirkt, welches insgesamt die Schadstoffe NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, CO, CO<sub>2</sub> betrachtet. Die Bereiche die hier großen Einfluss zeigten, waren überwiegend durch wirtschaftliche Stilllegung, den reduzierten Straßen- und Luftverkehr, die hiermit verbundenen Ruhephasen der industriellen Prozesse und des verarbeitenden Gewerbes gekennzeichnet, welches sich auch deutlich im Kaufverhalten bzw. an der Umsatzentwicklungen der Einzelhandelsgeschäfte sowie am BIP wiedergespiegelt hat. In Italien konnten durch die Maßnahmen, welche die THGs CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>e, CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub> in den Fokus nahmen, eine 20%ige Verringerung des CF im Gesamten feststellen. Der reduzierte Verkehr und die eingeschränkte Mobilität zeigten einen deutlichen Einfluss von u.a. Benzin- und Kerosinverbrauch am CF, dieser sank während des Shutdowns um 35%. In Italien wurde zudem der Stromverbrauch zwischen 16-23% für März und April gesenkt. Während des Lockdowns zeigten insbesondere die nördlichen Regionen, welche am stärksten von der Pandemie betroffen waren, eine Reduktion des CF um ca. 60%, welche vermutlich mit einer vorsichtigen Mobilität sowie den angeordneten Maßnahmen der Kontakteinschränkungen einhergehen.

Wirtschaftliche Rückgänge konnten auch für Deutschland durch den Lockdown erkannt werden. Deutlich waren vor allem die Zahlen der Kurzarbeiter\*innen (ca. 5,6 Mio.), hier waren die Zahlen im verarbeitenden Gewerbe (30%) sehr hoch. Zweidrittel der Unternehmen erwarten für das Jahr 2020 bis zu 25-50% an Verlusten. Dies können ebenfalls Gründe für einen Rückgang im Kaufverhalten der Deutschen sein. In Deutschland konnte zudem während des Shutdowns eine Verringerung des Straßenverkehrs um 30-50% festgehalten werden, trotz des ÖPNV, der weiterhin zur Verfügung stand und genutzt wurde. Gemeinsam mit der Reduktion der industriellen Prozesse und dem verarbeitenden Gewerbe konnten die Veränderungen auch hier positiv auf die THG-Emissionen wirken. Laut dem UBA sind die Feinstaub-Werte zwar trotz des reduzierten Straßenverkehrs kaum zurückgegangen, welches allerdings die präventiven Maßnahmen der letzten Jahre verdeutlicht.

Der Einsatz von z.B. neuen, schadstoffärmeren Busse (E-Busse) konnte positiv auf die PM-Reduktion der Straßen einwirken und da diese vorwiegend auf den Straßen während des Lockdowns verkehrten, war Deutschland womöglich hierdurch geschützter als z.B. Italien, die dauerhaft von erhöhten Feinstaubwerten belastet sind. Auch wenn die Werte für Ozon in der Vergangenheit Probleme verursacht haben, konnte während des Shutdowns für O<sub>3</sub>-Werte keine Einschätzung abgegeben werden, zudem lassen sich innerhalb des kurzen Zeitraums die Werte für Methan nicht beurteilen. Dagegen ist NO<sub>2</sub> um 23% (+/-6%) gesunken. Die Empfehlungen des UBAs gehen dahin, dass die Fahrverbote und Einfahreinschränkungen beibehalten werden sollen, um den Jahresmittelwert weiterhin auf einem geringen Niveau zu halten.

Ein weiterer Faktor könnte die Temperatur sein, auch wenn hier die Ergebnisse widersprüchlich waren, sind wie beschrieben in einer Datenanalyse (Zhu & Xie, 2020) von 122 Städten, signifikante Zusammenhänge zwischen einem Temperaturabstieg von unter 3 °C mit erhöhten Covid-19-Fällen beobachtet wurden. Es sind weitere Untersuchungen anzustreben, um gegebenenfalls bestimmten Regionen ausreichenden Schutz bieten zu können.

Außerdem gibt es Erkenntnisse über einen Zusammenhang von chloriertem Wasser und einer erhöhten Anfälligkeit für Lungenschädigungen, welches eine Coronavirus-Erkrankung begünstigt und gebietsweise erhöhte Fälle aufzeigte, hiermit als weiteren Faktor miteingebunden werden kann.

Die von den Menschen ausgehende große Reisebereitschaft, die mit einem erhöhten Flugverkehr einhergeht, sowie das Ernährungsverhalten sind Beispiele an denen zukünftig angesetzt werden können, um die Gesundheit der Menschen sowie die der Umwelt durch Verhaltensänderungen zu schützen.

### Gesundheitliche Auswirkungen

Die eingangs beschriebenen Folgen der Industrialisierung, bilden die Bereiche der gewerblichen und Industrieprozesse ab sowie die der Energiewirtschaft (Elektrizitäts- und Wärmeentwicklung) und zum anderen die vielen Transportmöglichkeiten, die Landwirtschaft sowie die Haushalte und Kleinverbraucher\*innen. Gemeinsam mit dem Klimawandel haben diese Sektoren gesundheitliche Beschwerden verursacht und sind heute für die hohen THG-Emissionswerte verantwortlich sind.

Die im Hintergrund beschriebenen Zusammenhänge zwischen Exposition von Luftschadstoffe und die Anfälligkeit für Erkrankungen, welche durch einen entzündlichen Prozess des Organismus hervorgerufen werden und schwerwiegende organische Probleme verursachen können, zeigen die Wichtigkeit von Luftbedingungen auf die Schwere einer Krankheit. Um Konsequenzen der THG-Emissionen einzuschränken, wurde die Luftqualitätsrichtlinie entwickelt, welche die Quelle für die Luftreinhaltung der EU darstellt und die Auswirkungen der Luftschadstoffe verdeutlicht hat.

Diverse Studien haben zudem die Zusammenhänge zwischen Alter bzw. diversen Vorerkrankungen und einen schweren Verlauf von Covid-19 bestätigt, welches die Anfänge der Sorge der Länder aufgrund der vorherrschenden Krankheiten in den Ländern verständlich macht. Auch die Studien der Rechtsmedizin konnten dies verifizieren. Die Entdeckung von Thrombosen waren in dieser Studie ausschlaggebend, denn diese verdeutlichten einige Maßnahmen (z.B. Quarantäne, Isolation) die überdenkt werden mussten bzw. bei der Anordnung in Betracht gezogen werden. Die im Hintergrund beschriebenen häufigsten Erkrankungen, die Herz-Kreislauf-, Atemwegs- und Stoffwechselkrankheiten (z.B. Diabetes mellitus) einschließen zählten auch hier zu den häufigsten Vorerkrankungen der Erkrankten bzw. Verstorbenen.

Die Ergebnisse aus der Heinsberg Studie verdeutlichen die Schwierigkeit der tatsächlichen Anzahl an Infektionsfällen sowie die Ausbreitungskriterien aufgrund einer 5-fach-höheren Anzahl an Infizierten sowie aufgrund fehlender Symptome bei knapp jeder fünften Person. Der fehlende Geschmacks- sowie Geruchssinn konnte weitere Hinweise auf eine Erkrankung liefern, zeigt allerdings gemeinsam mit den bekannten Symptomen eine große Variation der Krankheitsmerkmale auf, die Grippeähnlich sind und zu Beginn der Krankheit aufgrund der Jahreszeit schwierig einzuordnen sind bzw. waren. Gemeinsam mit den im Hintergrund beschriebenen Haushaltsgrößen sowie der Altersdurchschnitt der Kinder beim Verlassen des Elternhauses könnten Hinweise liefern, weshalb Italien einen schwerwiegenderen Verlauf zeigte. In Deutschland liegt das Durchschnittsalter bei etwa 23,7 Jahren und in Italien bei etwa 30,1 Jahren, welches in Anbetracht der Tatsache einen asymptomatischen Verlauf haben zu können oder durch die Jahreszeit bedingt Grippesymptome nichts ungewöhnlich waren, diese die Ausbreitung beeinflusst haben kann.

Das Kompetenznetz Public Health konnte die Auswirkungen vergangener Krisen beurteilen und machte auf potenzielle gesundheitliche Risiken aufmerksam, denen betroffene Menschen ausgesetzt sein können. Diese betonen vor allem die altersbedingte Ausgrenzung als nicht zwingend umzusetzen, hingegen auch hier deutlich wurde, dass Menschen mit chronischen Krankheiten Alternativmöglichkeiten erhalten sollten (z.B. Arbeitsplatz mit geringer Exposition, Homeoffice). Die Folgen der wirtschaftlichen Inaktivität, der Kurzarbeit, Arbeitslosigkeit, Isolation, Quarantäne und Kontakteinschränkungen etc. gehen mit weiteren Risiken einher, welche vor allem negative Emotionen sowie psychische und physische Krankheiten hervorrufen oder verstärken können. Diese Gründe machen deutlich, dass das Gesundheits- und Sozialsystem langfristig gestärkt werden muss, um Herausforderungen zukünftig in Zeiten von Krisen zu bewältigen sowie die alltägliche gesundheitliche Versorgung der Menschen adäquat undbehandlungsgerecht zu erreichen. Zudem wird die Problematik der Stigmatisierung betont, welches sich auch in der Umfrage zur Nutzung des ÖPNV widerspiegelt und knapp zweidrittel der Befragten hervorhebt, die sich bei der Nutzung des öffentlichen Verkehrs unwohler bzw. deutlich unwohler fühlen. Hier bedarf es weiterhin Aufklärungsarbeit und adäquate Informationsweitergabe, um dies langfristig wieder zu reduzieren.

### Ausbreitung COVID-19 Pandemie

Es herrschen umweltbedingte Faktoren, die Einfluss auf die Ausbreitung von Pandemien bzw. Covid-19 haben können. Zusammenfassend werden diese nachfolgend aufgelistet:

- Gesundheitsstatus Bevölkerung (Infizierte Vorerkrankung → Ausbreitung),
- Alter der Infizierten,
- Luftqualität (PM2.5, PM10, NO2, CO2, O3, CH4)
- Energiebedingte Sektoren: z.B.
  - Energiewirtschaft (z.B. Auswahl erneuerbare Energien)
  - Industrieprozesse,
  - Verkehr (Luft-, Straßen-, Hafenverkehr)
    - Z.B. Auswahl schadstoffärmere Verkehrsmittel
  - Haushalte
    - z.B. Ernährungsgewohnheiten,
    - Anzahl der Personen im Haushalt,
    - Alter der Kinder beim Verlassen des Elternhauses
- Land- bzw. Stadtbezogene Merkmale (Einwohnerzahl, Größe der Stadt bzw. Region, Bevölkerungsdichte etc.)
- Wirtschaft (z.B. BIP, Berufstätigkeit/ Arbeitslosigkeit)

Die Übertragungsmöglichkeiten bzw. die Entstehung von Krankheiten bzw. Pandemien wurden durch Landnutzungswechsel (Urbanisierung, Abholzung von Wäldern, Landwirtschaft etc.) und dem Wildtierhandel gefördert. Vor dem Hintergrund, dass es noch ca. 1,7 Mio. nicht identifizierte Viren gibt und die Ausbreitungsmöglichkeiten sehr vielfältig sind, darüber hinaus die oben aufgeführten Faktoren für die Ausbreitung und die Schwere einer Krankheit bzw. von Covid-19 verantwortlich sein können, müssen Veränderungen im Lebensstil erreicht werden und ein transformativer Wandel geschehen.

### Beeinflussende Faktoren während Literaturrecherche

Die oben beschriebenen Verzerrungsmöglichkeiten (Publikationsbias, Selektionsbias, Recall Bias) sind hier zu beachten gewesen. Zudem war der Forschungsbedarf sehr weit gewählt, welches im Schreibprozess ersichtlich wurde. Eine Eingrenzung der umweltbedingten Faktoren hätte den Verlauf etwas vereinfacht allerdings ist hierdurch die Vielfalt der Faktoren ersichtlich geworden, welche Einfluss auf die Ausbreitung einer Krankheit wie Covid-19 haben.

### Implikation meiner Forschung

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurden die menschlichen Entwicklungen der Vergangenheit als auch der Gegenwart aufgezeigt und haben eine Diversität umweltbedingter Faktoren dargelegt, welche in Bezug zur Entstehung, der Ausbreitung und dem Verlauf einer Pandemie einige Informationen liefern. Diese verdeutlichen, dass insbesondere vor der jüngsten Pandemie gute Bedingungen für eine Ausbreitung herrschten, welches bewusst werden lässt, dass die Einflussfaktoren weltweit erkannt und verändert werden müssen. Der Wunsch nach politischen Entscheidungen bezogen auf den Klimaschutz ist sehr groß. Hierdurch könnte die Gesundheit der Menschen weltweit verbessert sowie hierdurch die Natur die Möglichkeit hätte sich zu erholen und gleichzeitig für die Menschen positiv zur Erhaltung ihrer Gesundheit beizutragen. Vorwiegend müssen industrialisierte Länder ihre energiebedingten Sektoren auf energieschonende Prozesse umstellen. Unternehmen müssen ihren Pflichten nachgehen und ihre Produktionsprozesse umweltfreundlich gestalten. Auch das Verhalten der Menschen muss eine Lebensstilveränderung erfahren, welches durch intensive Aufklärungsarbeit erreicht und zudem durch geeignete Angebote erzielt werden kann.

## **6. Fazit und Ausblick**

Diese Bachelorarbeit beschäftigte sich mit der Fragestellung „Welche umweltbedingten Faktoren begünstigen die Ausbreitung einer Pandemie – am Beispiel SARS-CoV-2/ Covid-19 und welche Auswirkungen haben diese Aspekte auf die Gesundheit der Bevölkerungen in Deutschland und Italien?“

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Folgen der Industrialisierung großen Einfluss in den natürlichen Prozessen bzw. Ökosysteme dieser Erde gezeigt und den Klimawandel deutlich beeinflusst haben. Gemeinsam mit dem Wildtierhandel haben sich die Reduktion der Land- und Waldflächen sowie die ozeanischen Veränderungen wie beschrieben deutlich im Verlust des Artenreichtums bzw. der Biodiversität gezeigt und verdeutlichen das Ausmaß menschlichen Handelns. Die u.a. hierdurch erhöhten THG-Emissionen haben sich demzufolge negativ auf die Erdtemperatur ausgewirkt. Folglich kommt es weltweit zu erhöhten chronischen Erkrankungen bzw. Infektionskrankheiten. Dass Pandemien bzw. die Ausbreitung von Krankheiten zu 70% auf Zoonosen zurückzuführen sind, zeigt welchen Einfluss Eingriffe der Menschen in natürliche Lebensräume haben (veränderte Landnutzung durch Anbau von Viehfutter, Abholzung von Waldflächen, Jagd und Tierhaltung etc.). Darüber hinaus haben die Ergebnisse über die Zusammenhänge der Luftqualität und der Ausbreitung von Covid-19 deutlich gemacht, dass die Länder bzw. die Gebiete die hohen Schadstoffausstößen ausgesetzt waren schwerwiegendere Konsequenzen zu tragen hatten. Die Auswirkungen sind vielfältig und werden für die Bevölkerungen in Deutschland und Italien durch die Mobilität und demografischen Veränderungen verstärkt.

Die energiebedingten Sektoren und Verbraucher\*innen haben die Luftqualität deutlich eingeschränkt und die gesundheitlichen Auswirkungen zeigen sich insbesondere in veränderte Pollenflugsaison bzw. in veränderte Allergen-Spektren, die sich zudem oder unabhängig zu Lungen-, Herz-Kreislauf-, Gefäß- sowie neurologischen Erkrankungen entwickeln können. Gemeinsam mit der erhöhten Zahl an Übergewichtigen und Diabetes-Erkrankten herrschen die Begleiterkrankungen vorwiegend in den ausgewählten Ländern, welche eine gute Grundlage für Infektionskrankheiten bieten bzw. für eine Ausbreitung. Die Frage lässt sich nach Betrachtung aller Aspekte folglich beantworten. Es gibt viele umweltbedingte Faktoren die eine Ausbreitung der Pandemie –SARS-CoV-2/ Covid-19 begünstigen, welche sich zum einen aus den beschriebenen Folgen der Verstädterung und der Globalisierung ableiten und zum anderen aus der dauerhaften Exposition von Schadstoffen in der Luft (und im Wasser). Diese schließen u.a. die bekannten Faktoren Gesundheitsstatus (Vorerkrankungen, Alter) mit ein, sowie weitere mögliche Faktoren, welche sich auf wirtschaftliche, bevölkerungs- und verhaltensbezogene Merkmale beziehen. Darüber hinaus kommen die Faktoren aus dem energiebedingten Lebenswandel (Industrieprozesse, Gewerbe, Verkehr, Ernährung etc.) hinzu, die gemeinsam eine Erhöhung der THG-Emissions-Werte (CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>,) erreichen. Die gesundheitlichen Auswirkungen, die diese Aspekte hervorheben, liegen vorwiegend in den oben beschriebenen Atemwegs-, Herz-Kreislauf- und Gefäßerkrankungen sowie in der unterschiedlichen Ausbreitungsdominanz und Schwere der Covid-19-Krankheit der betroffenen Regionen. Allerdings hat die Recherche gezeigt, dass weitere Faktoren beleuchtet werden müssen und Einfluss haben. Deutlich war trotzdem, dass Veränderungen im Energiehaushalt der Länder eintreten müssen und internationale Organisationen und Institutionen die Empfehlungen (IPBES, IPCC), hinsichtlich einer Anpassung und Umwandlung der wirtschaftlichen Vorgehensweise in nachhaltige Prozesse bzw. umweltfreundliche und ressourcenschonende Verhaltensweisen sowie Verhältnisse ermöglicht werden müssen und hierfür Anreize geschaffen. Darüber hinaus müssen Unternehmen verpflichtet werden in nachhaltiges Wirtschaften zu investieren andernfalls sollten diese keine Unterstützung staatlicherseits erhalten. Zudem stehen insbesondere industrialisierte Länder in der Verantwortung Entwicklungsländer mit ihren Emissionswerten nicht länger zu belasten und sie durch die entstandenen Herausforderungen zu unterstützen. Allgemein wird ein transformativer Wandel zwingend benötigt, welcher beschrieben auf einer Neustrukturierung bzw. Reorganisation über technologische, wirtschaftliche und soziale Faktoren hinweg entsteht und mit einschließlich gemeinsamen Visionen, Zielen und Werten möglich ist, einen transformativen Wandel und eine neue Ära, die eine nachhaltig orientierte Weltordnung anvisiert, zu erreichen.



## Literaturverzeichnis

- ADAC. (2020). Corona und Mobilität: Mehr Homeoffice, weniger Berufsverkehr. In: ADAC. Corona und Mobilität. Veröffentlicht 04.2020. Verfügbar unter: <https://www.adac.de/verkehr/standpunkte-studien/mobilitaets-trends/corona-mobilitaet/> [letzter Zugriff: 15.07.2020]
- Badura, B., Feuerstein, G. (2007). Gesundheit und Gesellschaft. Gesellschaftliche Institutionen. In: Joas, H. Lehrbuch der Soziologie. 3. Auflage. Frankfurt/ New York: Campus Verlag. (S.313-448).
- Bao, R., Zhang, A. (2020). Does lockdown reduce air pollution? Evidence from 44 cities in northern China. In Science of the total Environment (Volume 731) 2020. Verfügbar unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720325699?via%3Dihub> [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- BMU. (2016). Übereinkommen von Paris. In: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. International. Multilaterale Verbindungen. Übereinkommen von Paris. Verfügbar unter: [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/paris\\_abkommen\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/paris_abkommen_bf.pdf) [letzter Zugriff: 15.07.2020]
- Bruyninckx, H. (2017). Improving air quality in European cities will bring major health benefits. In: EEA: European Environment Agency. Verfügbar unter: [https://www.eea.europa.eu/highlights/improving-air-quality-in-european#\\_blank](https://www.eea.europa.eu/highlights/improving-air-quality-in-european#_blank) [letzter Zugriff: 15.07.2020]
- Bpb. (o.J.). Globalisierung. In: bpb: Bundeszentrale für politische Bildung. Das Lexikon der Wirtschaft. Verfügbar unter: <https://www.bpb.de/nachschlagen/lexika/lexikon-der-wirtschaft/19533/globalisierung> [letzter Zugriff: 15.06.2020]
- Bpb. (o.J.b). Binnenvertriebene. In: bpb: Bundeszentrale für politische Bildung. Glossar Migration – Integration – Flucht & Asyl. Verfügbar unter: <https://www.bpb.de/nachschlagen/lexika/270355/binnenvertriebene> [letzter Zugriff: 30.06.2020]
- Bundesregierung. (2020). Ausgewählte Bestandteile des Konjunkturpakets der Bundesregierung zur Bewältigung der Corona-Krise vom 3. Juni 2020. *Finanzbedarf für die Jahre 2020 und 2021 in Milliarden Euro*. In: Statista. Konjunktur & Wirtschaft. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1123179/umfrage/corona-krise-bestandteile-des-konjunkturpakets/>
- Bundesregierung. (2020b). Coronavirus in Deutschland. Informationen über das Virus. Verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/coronavirus/informationen-zum-coronavirus-1734932> [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- Bornstein, S.R., Voit-Bak, K., Schmidt, D., Morawietz, H., Bornstein, A.B., Balanzew, W., Julius, U., Rodionov, R.N., Biener, A.M., Wang, J., Schulte, K.M. (2020). Is There a Role for Environmental and Metabolic Factors Predisposing to Severe COVID-19? Published online: 2020-06-29. Verfügbar unter: [www.thieme-connect.de/products/ejournals/pdf/10.1055/a-1182-2016.pdf](http://www.thieme-connect.de/products/ejournals/pdf/10.1055/a-1182-2016.pdf) [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- CDC. (2020). Täglich neu gemeldete Todesfälle im Zusammenhang mit dem Coronavirus (COVID-19) weltweit seit Januar 2020. In: Statista. Gesundheitszustand. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1106227/umfrage/taeglich-neu-gemeldete-todesfaelle-aufgrund-des-coronavirus-weltweit/> [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- Cheval, S., Mihai Adamescu, C., Georgiadis, T., Herrnegger, M., Piticar, A., & Legates, D. R.

(2020). Observed and Potential Impacts of the COVID-19 Pandemic on the Environment. *International journal of environmental research and public health*, 17(11), 4140. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3390/ijerph17114140> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

Coccia M. (2020). Factors determining the diffusion of COVID-19 and suggested strategy to prevent future accelerated viral infectivity similar to COVID. *The Science of the total environment*, 729, 138474. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138474> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

Conticini E., Frediani B., Caro D. Can atmospheric pollution be considered a co-factor in extremely high level of SARS-CoV-2 lethality in Northern Italy? *Environ. Pollut.* Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7128509/> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

Croci-Maspoli, M, Essl, F. (2013). Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa. Berlin Heidelberg. Springer Spektrum. 2013. Verfügbar unter: DOI 10.1007/978-3-642-29692-5 (S.4-32).

Deeks JJ, Dinnes J, Takwoingi Y, Davenport C, Spijker R, Taylor-Phillips S, Adriano A, Beese S, Dretzke J, Ferrante di Ruffano L, Harris IM, Price MJ, Dittich S, Emperador D, Hooft L, Leeftang MMG, Van den Bruel A. (2020). Antibody tests for identification of current and past infection with SARS-CoV-2. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2020, Issue 6. Art. No.: CD013652. Verfügbar unter: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD013652/full/de?highlightAbstract=19%7Ccovid> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

Destatis. (2020). Automobil, Elektro, Maschinenbau und Chemie im Vergleich. In: Destatis: Statistisches Bundesamt. Wirtschaftliche Auswirkungen. Statistiken mit Bezug zu Covid-19. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Corona/Wirtschaft/kontextinformationen-wirtschaft.html> [letzter Zugriff: 02.08.2020]

DLR. (2020). Wie fühlen Sie sich aktuell, wenn sie Verkehrsmittel des öffentlichen Personennahverkehrs nutzen bzw. wie würden Sie sich aktuell fühlen, wenn Sie diese nutzen würden?. In: Statista. Fahrzeuge & Straßenverkehr. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1117121/umfrage/wohlbefinden-bei-der-nutzung-des-oePNV-waehrend-der-corona-krise/#statis-ticContainer> [letzter Zugriff: 02.08.2020]

Döhne, O. (2020). Produzierende Unternehmen für zwei Wochen geschlossen. Italien ist vom Co-roanvirus weiterhin sehr hart betroffen. Die Regierung hat neue Maßnahmen beschlossen. In: GTAI: Germany Trade & Investment. 23.03.2020. Verfügbar unter: <https://www.gtai.de/gtai-de/trade/wirtschaftsumfeld/meldung-wirtschaftsumfeld/italien/produzierende-unternehmen-fuer-zwei-wochen-geschlossen-231668> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

EEA. (2016). Anzahl vorzeitiger Todesfälle aufgrund von Feinstaubemissionen in Europa nach Ländern im Jahr 2016. In: Statista. Gesundheitszustand. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/761073/umfrage/todesfaelle-aufgrund-von-feinstaubemissionen-in-europa-nach-laendern/> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

- Eis, D., Helm, D., Laußmann, D. & Stark, K. (2010). Klimawandel und Gesundheit. Ein Sachstandsbericht. Hrsg.: Robert Koch-Institut, Berlin. Verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/Gesund/Umwelteinflusse/Klimawandel/Klimawandel-Gesundheit-Sachstandsbericht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/Gesund/Umwelteinflusse/Klimawandel/Klimawandel-Gesundheit-Sachstandsbericht.pdf?__blob=publicationFile) [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- Essl, F., Rabitsch, W. (2020). Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa. Berlin Heidelberg. Springer Spektrum. 2013. Verfügbar unter: DOI 10.1007/978-3-642-29692-5 (S.4-32).
- Eurostat. (2016). File: Todesursachen — standardisierte Sterberate, 2016 (pro 100 000 Einwohner) HLTH19-DE.png. In: Eurostat Statistic Explained. Verfügbar unter: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Todesursachen %E2%80%94 standardisierte Sterberate, 2016 \(pro 100 000 Einwohner\) HLTH19-DE.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Todesursachen_%E2%80%94_standardisierte_Sterberate,_2016_(pro_100_000_Einwohner)_HLTH19-DE.png) [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- Eurostat. (2020). Europäische Union: Die zehn größten Städte / Agglomerationen\* im Jahr 2018 (in Millionen Einwohner). In: Statista. Euro-Zone. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/249030/umfrage/groesste-staedte-in-der-europaeischen-union-eu/#professional> [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- Eurostat. (2020b). Europäische Union: Bevölkerungsdichte in den Mitgliedsstaaten im Jahr 2018. In: Statista. Euro-Zone. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/248957/umfrage/bevoelkerungsentwicklung-in-den-eu-laendern/> [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- Eurostat. (2020c). Europäische Union: Lebenserwartung bei der Geburt in den Mitgliedsstaaten im Jahr 2018. In: Statista. Euro-Zone. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/954/umfrage/lebenserwartung-bei-geburt-in-ausgewaehlten-laendern-der-europaeischen-region/> [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- Eurostat. (2020d). Europäische Union: Durchschnittsalter junger Menschen\* beim Verlassen des elterlichen Haushalts nach Geschlecht in Ländern Europas im Jahr 2019. In: Statista. Gesellschaft-Demografie. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/73631/umfrage/durchschnittliches-alter-beim-auszug-aus-dem-elternhaus/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]
- Eurostat. (2020e). Europäische Union: Durchschnittliche Haushaltsgröße in den Mitgliedsstaaten im Jahr 2019. In: Statista. Euro-Zone. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/350573/umfrage/haushaltsgroesse-in-den-eu-laendern/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]
- Eurostat. (2020f). Corona-Krise: Monatliche Umsatzentwicklung im Einzelhandel in der Europäischen Union nach ausgewählten Ländern von Juni 2019 bis Juni 2020. In: Statista. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1142831/umfrage/corona-monatliche-umsatzveraenderung-im-einzelhandel-in-der-europaeischen-union/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]
- Eurostat. (2020g). Europäische Union: Anzahl der Arbeitslosen in den Mitgliedstaaten im Juni 2020. In: Statista. EU- & Euro-Zone. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/250187/umfrage/arbeitslosenzahl-in-den-eu-laendern/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]
- FAO. (2020). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets*. Rome, FAO. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.4060/ca9692en> [letzter Zugriff: 12.08.2020]
- FAO. (2020b). Anzahl der unterernährten Kinder weltweit von 1990-2019. In: Statista. Soziales. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/38187/umfrage/anzahl-der-hungern-den-weltweit/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]

FAO. (2020c). Weltweite Lebenserwartung bei Geburt nach Geschlecht bis 2016. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/227318/umfrage/weltweite-lebenserwartung-bei-ge-burt-nach-geschlecht/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]

Feld, L., Truger, A., Wieland, V. (2020). DIE GESAMTWIRTSCHAFTLICHE LAGE ANGE-SICHTS DER CORONA-PANDEMIE. Sondergutachten. In: Sachverständigenrat. Zur Begutach-tung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. C/O Statistisches Bundesamt. Wiesbaden. Verfügbar unter: [https://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/fileadmin/dateiablage/gutach-ten/sg2020/SG2020\\_Gesamtausgabe.pdf](https://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/fileadmin/dateiablage/gutach-ten/sg2020/SG2020_Gesamtausgabe.pdf) [letzter Zugriff: 12.06.2020]

Gesundheitsdienst. (2020). COVID-19. Lagebild Ausland. In: Auswertiges Amt. Gesundheits-dienst. 2.Juli 2020. Verfügbar unter: <https://www.auswaertiges-amt.de/blob/2294930/b5b71797aa9c9568fde4aad3575efae0/ncov-data.pdf> [letzter Zugriff: 12.08.2020]

Global Carbon Project. (2018). Die zehn größten CO<sub>2</sub>-emittierenden Länder nach Anteil an den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2018. In: Statista: Energie & Umwelt. Emissionen. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/179260/umfrage/die-zehn-groessten-co2-emit-tenten-weltweit/> [letzter Zugriff: 12.07.2020]

Hansjürgens, B. Schröter-Schlaak, C., Berghöfer, A., Bonn, A., Dehnhardt, A., Kantelhardt, J., Lie-bersbach, H., Matzdorf, B., Osterburg, B., Ring, I., Norbert, R., Scholz, M., Thrän, D., Schaller, L., Wittig, F., Wüstemann, H. (2017). Ökosystembsierte Klimapolitik für Deutschland. In: Marx, A. (Hrsg.). Klimaanpassung in Forschung und Politik. Leipzig. Springer Spektrum. 2014. DOI 10.1007/978-3-05578-3. (S.237-255).

IATA. (2020). Prognosen zum Rückgang der Anzahl Flugpassagiere in Europa durch das Corona-virus nach ausgewählten Ländern im Jahr 2020. (*Stand: Juni 2020; in Millionen*). In: Statista. Luft-fahrt & Raumfahrt. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1108760/um-frage/prognostizierter-rueckgang-der-flugpassagiere-in-europa-durch-corona-nach-laendern/> [letz-ter Zugriff: 12.08.2020]

ICAO. (2020). Prognosen zum Rückgang der Anzahl der Flugpassagiere durch das Coronavirus in ausgewählten Ländern im ersten Halbjahr 2020 nach Szenarien\*. (*Stand 30. März 2020; in Milliar-den US-Dollar*). In: Statista. Luftfahrt & Raumfahrt. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statis-tik/daten/studie/1109464/umfrage/prognostizierter-rueckgang-der-flugpassagiere-wegen-corona-nach-laendern-und-szenarien/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]

IEA. (2019). Verteilung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit nach Sektor im Jahr 2017. In: Statista. Energie & Umwelt. Emissionen. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/da-ten/studie/167957/umfrage/verteilung-der-co-emissionen-weltweit-nach-bereich/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]

Ifo Institut. (2020). Corona-Krise: Anteil der Kurzarbeiter in Deutschland nach Sektoren im Juli 2020. (*Schätzungen des ifo-Instituts auf Basis der Konjunkturumfrage; Anteil an allen sozialversi-cherungspflichtigen Beschäftigten*). In Statista. Konjunktur & Wirtschaft. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1143144/umfrage/corona-krise-anteil-der-kurzarbeiter-nach-sektoren/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]

- IMF. (2019). Italien: Bruttoinlandsprodukt (BIP) in jeweiligen Preisen von 1980 bis 2018 und Prognosen bis 2024. In: Statista. Italien. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/14402/umfrage/bruttoinlandsprodukt-in-italien/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]
- IMF. (2020b). Italien: Wachstum des realen Bruttoinlandsprodukts (BIP) von 1980 bis 2019 und Prognosen bis 2021. In: Statista. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/14542/umfrage/wachstum-des-bruttoinlandsprodukts-in-italien/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]
- IMF. (2020). Italien: Arbeitslosenquote von 1980 bis 2019 und Prognosen bis 2021. In: Statista. Erhebung in World Economic Outlook Database, April 2020. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/17316/umfrage/arbeitslosenquote-in-italien/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]
- IMF. (2020). Gesamtbevölkerung in Italien bis 2024. In: Statista. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/19304/umfrage/gesamtbevoelkerung-in-italien/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]
- IPCC. (2018). Annex I: Glossary [Matthews, J.B.R. (ed.)]. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield [(eds.)]. In Press. Verfügbar unter: <https://www.ipcc.ch/sr15/> [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- Iqbal, N., Fareed, Z., Shahzad, F., He, X., Shahzad, U., & Lina, M. (2020). The nexus between COVID-19, temperature and exchange rate in Wuhan city: New findings from partial and multiple wavelet coherence. *The Science of the total environment*, 729, 138916. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138916> [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- Istituto Superiore di Sanità. (2020). Letalitätsrate in Zusammenhang mit dem Coronavirus (COVID-19) in Italien nach Altersgruppe. In: Statista. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1114647/umfrage/letalitaetsrate-in-zusammenhang-mit-dem-coronavirus-in-italien-nach-alter/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]
- John Hopkins University. (2020). Erkrankungen- und Todesfälle im Zusammenhang mit Coronavirus (COVID-19) in Italien seit Januar 2020. In: Statista. Gesundheitszustand. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1101075/umfrage/entwicklung-der-fallzahlen-des-coronavirus-in-italien/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]
- Kleibel, V., Mayer, H. (2011). *Literaturrecherche für Gesundheitsberufe*. 2. Auflage. Wien: Fakultas AG. (S.13-68).
- Knapp, S., Klotz, S. (2017). *Umweltgefahren im städtischen Kontext*. In: Marx, A. (Hrsg.). *Klimaanpassung in Forschung und Politik*. Leipzig. Springer Spektrum. 2014. DOI 10.1007/978-3-05578-3. (S.215-232).
- Kompetenznetz Public Health zu COVID-19. (2020). *Gesundheitswesen (Bundesverband Der Ärzte Des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))*, 82(6), 489–490. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1055/a-1172-2356> [letzter Zugriff: 12.08.2020]

- Kruse, W. (2012). Industrialisierung und moderne Gesellschaft. In: bpb: Bundeszentrale für politische Bildung. Verfügbar unter: <https://www.bpb.de/geschichte/deutsche-geschichte/kaiserreich/139649/industrialisierung-und-moderne-gesellschaft> [letzter Zugriff: 12.06.2020]
- Liu, Y., Ning, Z., Chen, Y., Guo, M., Liu, Y., Gali, N.K. *et al.* (2020). Aerodynamische Eigenschaften und RNA-Konzentration von SARS-CoV-2-Aerosol in Wuhan-Krankenhäusern während des COVID-19-Ausbruchs. Preprint Bio XRiv 2020; BioRxiv Preprint. [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- Moccia, F., Gerbino, A., Lionetti, V., Miragoli, M., Munaron, L. M., Pagliaro, P., Pasqua, T., Penna, C., Rocca, C., Samaja, M., & Angelone, T. (2020). COVID-19-associated cardiovascular morbidity in older adults: a position paper from the Italian Society of Cardiovascular Researches. *GeroScience*, 42(4), 1021–1049. <https://doi.org/10.1007/s11357-020-00198-w> [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- Ogen, Y. (2020). Assessing nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) levels as a contributing factor to coronavirus (COVID-19) fatality. *The Science of the total environment*, 11 April online. Verfügbar unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720321215?via%3Dihub> [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- Oxfam. (2015). Extreme Carbon inequality. Why the Paris climate deal must put the poorest, lowest emitting and most vulnerable people first. In: Oxfam media briefing. 2 December 2015. Verfügbar unter: [https://www-cdn.oxfam.org/s3fs-public/file\\_attachments/mb-extreme-carbon-inequality-021215-en.pdf](https://www-cdn.oxfam.org/s3fs-public/file_attachments/mb-extreme-carbon-inequality-021215-en.pdf) [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- Paital B. (2020). Nurture to nature via COVID-19, a self-regenerating environmental strategy of environment in global context. *The Science of the total environment*, 729, 139088. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139088> [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- Püschel, K., & Sperhake, J. P. (2020). Corona deaths in Hamburg, Germany. *International journal of legal medicine*, 134(4), 1267–1269. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02332-x> [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- RKI. (2020). Täglicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19). 04.07.2020 – Aktualisierter Stand für Deutschland. Verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Situationsberichte/2020-07-04-de.pdf?blob=publication-File](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/2020-07-04-de.pdf?blob=publication-File) [letzter Zugriff: 02.07.2020]
- Radtke, R. (2019b). Häufigste Todesursachen weltweit im Jahr 2016. In: Statista. Gesundheitszustand. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/38995/umfrage/weltweite-odesfaelle-aufgrund-chronischer-krankheiten/> [letzter Zugriff: 02.08.2020]
- Radtke, R. (2020). Täglich neu gemeldete Todesfälle mit Coronavirus (COVID-19) weltweit. In: Statista. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1106227/umfrage/taeglich-neu-gemeldete-todesfaelle-aufgrund-des-coronavirus-weltweit/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]
- Rudnicka, J. (2020). Entwicklung der Gesamtbevölkerung Deutschlands bis 2019. In: Statista. Statistisches Bundesamt. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1358/umfrage/entwicklung-der-gesamtbevoelkerung-deutschlands/> [letzter Zugriff: 15.08.2020]
- Rugani, B., & Caro, D. (2020). Impact of COVID-19 outbreak measures of lockdown on the Italian Carbon Footprint. *The Science of the total environment*, 737, 139806. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139806> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

Scafetta N. (2020). Distribution of the SARS-CoV-2 Pandemic and Its Monthly Forecast Based on Seasonal Climate Patterns. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(10):3493. Published 2020 May 17. doi:10.3390/ijerph17103493 [letzter Zugriff: 02.07.2020]

Sharma, A.K., Balyan, P. (2020). Air pollution and COVID-19: Is the connect worth its weight? *Indian J Public Health* (serial online) 2020; 64, Suppl S2: 132-4. Verfügbar unter: <http://www.ijph.in/article.asp?issn=0019-557X;year=2020;volume=64;issue=6;spage=132;epage=134;aulast=Sharma> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

Schimank, U. (2012). Die Dynamik sozialen Wandels in der Moderne. Verfügbar unter: <https://www.bpb.de/politik/grundfragen/deutsche-verhaeltnisse-eine-sozialkunde/137997/die-dynamik-sozialen-wandels-in-der-moderne>

Schneider, A., Schulz, H. (2019). Atmen: Luftschadstoffe und Gesundheit. Positionspapier. Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. (DGP). Verfügbar unter: [https://pneumologie.de/fileadmin/user\\_upload/DGP\\_Luftschadstoffe\\_Positionspapier\\_20181127.pdf](https://pneumologie.de/fileadmin/user_upload/DGP_Luftschadstoffe_Positionspapier_20181127.pdf) [letzter Zugriff: 02.06.2020]

Settele, J., Diaz, S., Brondizio, E. & Daszak, P. (2020). IPBES Experten-Gastbeitrag. COVID-19-Konjunkturpakete. In: IPBES: Science and Policy for People and Nature. Verfügbar unter: [https://ipbes.net/sites/default/files/2020-04/COVID19%20Stimulus%20IPBES%20Guest%20Article\\_German\\_0.pdf](https://ipbes.net/sites/default/files/2020-04/COVID19%20Stimulus%20IPBES%20Guest%20Article_German_0.pdf) [letzter Zugriff: 22.05.2020]

Settele, J. (2020). Biodiversität – Trends, Ursachen, Konsequenzen. Das „globale Assessment“ des Weltbiodiversitätsrates (IPBES). In: Planetary Health Academy. Vortrag 13-05-2020. Zugriff am 20-05-2020. Verfügbar unter: <https://planetary-health-academy.de/wp-content/uploads/2020/05/Josef-Settele-Planetaryhealth-13Mai2020.pdf> [letzter Zugriff: 22.05.2020]

Statistisches Bundesamt. (2020). Bruttoinlandsprodukt (BIP) in Deutschland seit 1950 bis 2019. In: Statista. Konjunktur und Wirtschaft. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/4878/umfrage/bruttoinlandsprodukt-von-deutschland-seit-dem-jahr-1950/> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

Statista Research Department. (2012). BIP pro Kopf in ausgewählten Ländern weltweit 1870-1992. In: Statista. Geschichte. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/250066/umfrage/bip-pro-kopf-in-ausgewaehlten-laendern-weltweit/> [letzter Zugriff: 02.08.2020]

Statista. (2018). Die größten Klimasünder Europas. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/infografik/20253/unternehmen-in-der-eu-mit-den-hoechsten-co2-emissionen/> [letzter Zugriff: 02.08.2020]

Statista. (2016). Anteil der Verkehrsträger an den weltweiten CO2- Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe im Jahr 2016. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/317683/umfrage/verkehrstraeger-anteil-co2-emissionen-fossile-brennstoffe/> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

Streeck, H., Schulte, B., Kuemmerer, B., Richter, E., Hoeller, T., Fuhrmann, C., Bartok, E., Dolscheid, R., Berger, M., Wessendorf, L., Eschbach-Bludau, M., Kellings, A., Schwaiger, A., Coenen, M., Hoffmann, P., Noethen, M., Eis-Huebinger, A.M., Exner, M., Schmithausen, R., Schmid, M. & Hartmann, G. (2020). Infection fatality rate of SARS-CoV-2 infection in a German community with a super-spreading event. medRxiv. the preprint server for health sciences. June 2, 2020. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1101/2020.05.04.20090076> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

UBA. (2018). Ernährung und Konsumverhalten. In: UBA. Daten zur Umwelt. Umwelt und Landwirtschaft. Verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/uba\\_dzu2018\\_umwelt\\_und\\_landwirtschaft\\_web\\_bf\\_v7.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/uba_dzu2018_umwelt_und_landwirtschaft_web_bf_v7.pdf) [letzter Zugriff: 02.07.2020]

UBA. (2019). Beurteilung und Kontrolle der Luftreinhaltung in der EU. In: Umwelt-Bundesamt. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/regelungen-strategien/luftreinhaltung-in-der-eu#beurteilung-und-kontrolle-der-luftreinhaltung-in-der-eu> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

UBA. (2020). Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2018 (Stand 02/2020). Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschaedstoff-emissionen-in-deutschland#ermittlung-der-emissionsmengen> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

UBA. (2020b). Luftschadstoff-Emissionen in Deutschland. In: Umwelt-Bundesamt. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschaedstoff-emissionen-in-deutschland#entwicklung-der-luftschaedstoffbelastung-> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

UN DESA. (2019). Entwicklung der Weltbevölkerungszahl von Christi Geburt bis zum Jahr 2020 (in Milliarden). In: Statista. Gesellschaft. Demografie. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1694/umfrage/entwicklung-der-weltbevoelkerungszahl/> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

UN DESA. (2016). Fertilitätsraten nach Weltregionen im Zeitraum von 1970 bis 2030. In: STatista. Gesundheitssystem. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/426290/umfrage/fertilitaetsraten-nach-weltregionen/> [letzter Zugriff: 02.08.2020]

UNHCR. (2019). Ein Prozent der Weltbevölkerung auf der Flucht. Verfügbar unter: <https://www.unhcr.org/dach/de/> [letzter Zugriff: 02.08.2020]

UNICEF. (2019). Weltweite Kindersterblichkeitsrate 1990-2018. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/915317/umfrage/weltweite-kindersterblichkeitsrate/#professional> [letzter Zugriff: 02.08.2020]

Wang, Q., & Su, M. (2020). A preliminary assessment of the impact of COVID-19 on environment - A case study of China. *The Science of the total environment*, 728, 138915. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138915> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

WHO. (2020). Täglich neu gemeldete Todesfälle in Zusammenhang mit dem Coronavirus (COVID-19) weltweit seit Januar 2020. In: Statista. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1106227/umfrage/taeglich-neu-gemeldete-todesfaelle-aufgrund-des-coronavirus-weltweit/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]

Wichmann, D., Sperhake, J.P., Lütgehetmann, M., Steurer, S., Edler, C., Heinemann, A., Heinrich, F., Mushumba, H., Kniep, I., Schröder, A.S., Burdelski, C., De Heer, G., Nierhaus, A., Frings, D., Pfefferle, S., Becker, H., Bredereke-Wiedling, H., De Weerth, A., Paschen, H.R., Sheidhzaeh-Eggers, S., Stang, A., Schmiedel, S., Bokemeyer, C., Addo, M.M., Aepfelbacher, M., Püschel, K. & Kluge, S. (2020). Autopsy Findings and Venous Thromboembolism in Patients With COVID-19 [published online ahead of print, 2020 May 6]. *Ann Intern Med.* 2020; M20-2003. Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7240772/> [letzter Zugriff: 02.07.2020]



Wittig, R., Niekisch, M. (2014). Gefahren für die Biodiversität. In: Biodiversität: Grundlagen, Gefährdung, Schutz. Frankfurt am Main. Springer Spektrum. 2014. (S.263-326).

World Bank. (2020). Europäische Union: Bevölkerungsentwicklung in den Mitgliedsstaaten im Jahr 2019. In: Statista. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/248957/umfrage/bevoelkerungsentwicklung-in-den-eu-laendern/> [letzter Zugriff: 12.08.2020]

WTTC. (2019). Beitrag der Tourismusbranche zum BIP in ausgewählten Ländern\* im Jahr 2018. In: Statista. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/289171/umfrage/beitrag-der-spanischen-tourismusbranche-zum-bip-im-vergleich/> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

Yu, P., Hu, B., Shi, Z. L., & Cui, J. (2019). Geographical structure of bat SARS-related coronaviruses. *Infection, genetics and evolution : journal of molecular epidemiology and evolutionary genetics in infectious diseases*, 69, 224–229. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2019.02.001> [letzter Zugriff: 02.07.2020]

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit eigenständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe. Textpassagen, die wörtlich oder dem Sinn nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Hamburg, den 31.08.2020

---

Sanna Ahmed