Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Fakultät Life Sciences

Auswirkung des Biodiversitätsverlustes auf die Verbreitung von Infektionskrankheiten in der deutschen Bevölkerung am Beispiel der Covid-19-Pandemie

Bachelorthesis

im Studiengang Gesundheitswissenschaften (B.Sc.)

vorgelegt von

Rike Susann Richert

[redacted]

Erstgutachter: Prof. Dr. (mult.) Dr. h.c. (mult.) Walter Leal

Zweitgutachterin: Nina Hielscher

Hamburg, am 29. Juli 2024

Inhalt

Abbildungsverzeichnis II
Tabellenverzeichnis II
Abstract III
Abkürzungsverzeichnis IV
1. Einleitung 1
1.1. Problemstellung 1
1.2. Zielsetzung der Arbeit 2
1.3. Forschungsfrage und Hypothesen 3
2. Theoretischer Hintergrund 3
2.1. Biodiversitätsverlust 3
2.1.1. Definition von Biodiversität 4
2.1.2. Ursachen für Biodiversitätsverlust 6
2.1.3. Folgen des Biodiversitätsverlustes 7
2.1.4. Biodiversitätsverlust in Deutschland 10
2.2. Infektionskrankheiten und Covid-19 13
2.2.1. Definition von Infektionskrankheiten und Zoonosen 13
2.2.2. Hintergründe zu Covid-19 und Lage in Deutschland 15
2.2.3. Folgen der Covid-19-Pandemie 18
3. Methodik 19
3.1. Durchführung der Literaturrecherche 19
3.2. Erstellung eines Interview-Leitfadens 21
3.2.1. Auswählen der Expert:innen 21
3.2.2. Erklärung der ausgewählten Fragen 22
3.3. Durchführung der Interviews 23
3.4. Datenauswertung 24
4. Biodiversitätsverlust und Infektionskrankheiten 26
4.1. Ergebnisse der Literaturrecherche 26
4.2. Ergebnisse der durchgeführten Interviews 37
5. Diskussion 48
5.1. Diskussion der vorliegenden Ergebnisse 48
5.2. Stärken und Limitationen 51
5.3. Handlungsempfehlungen 53
6. Fazit und Reflexion 55
Literaturverzeichnis VI
Anhang XII
Eigenständigkeitserklärung XXIII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Living Planet Index des WWF im Jahr 2020 (WWF, 2020a, S. 28) 4
Abbildung 2 Funktion und Wichtigkeit der Natur für die menschliche Gesundheit (WHO, 2023, S. 8) 6
Abbildung 3 Die fünf Massenaussterben und mögliche Ursachen (Weber, 2018, S. 284) 8
Abbildung 4 Auswirkungen des Klimawandels und Biodiversitätsverlustes (Lenzer et al., 2024, S. 76) 9
Abbildung 5 Gefährdung von Biotoptypen in Deutschland (Finck et al., 2017) 11
Abbildung 6 Polizeilich erfasste Fälle von Wilderei in Deutschland von 1995-2023 (Bundeskriminalamt, 2024) 12
Abbildung 7 Covid-19-Infektionen nach Altersgruppen und Geschlecht in Deutschland bis 2023 (RKI, 2023b) 17
Abbildung 8 Häufigste Todesfälle verschiedener Infektionskrankheiten in Deutschland 2020 (RKI, 2021).....18
Abbildung 9 Kategoriensystem inhaltliche Strukturierung (eigene Darstellung).....25
Abbildung 10 Vergleich von fünf Säugetierordnungen als Wirte für zoonotische Erreger (Keesing & Ostfeld, 2021b, S. 4).....29
Abbildung 11 Ursachen und Entstehungsorte für das Auftreten von Zoonosen (Keesing et al., 2010, S. 651).....30
Abbildung 12 Mögliche Zusammenhänge zwischen Biodiversität und Krankheitsrisiko (Halliday & Rohr, 2019, S. 2).....35
Abbildung 13 Zusammenhang zwischen Biodiversität und dem Auftreten von Zoonosen (Keesing & Ostfeld, 2021b, S. 2).....36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Datenbanken und Schlagworte der systematischen Literaturrecherche (eigene Darstellung) 20

Abstract

Hintergrund: Biodiversität und intakte Ökosysteme stellen eine wichtige Quelle für die menschliche Gesundheit dar. Durch das zunehmende Vordringen des Menschen in Ökosysteme erhöht sich die Anzahl der Kontakte zwischen Menschen, Nutztieren und Wildtieren, wodurch auch ein vermehrter Kontakt zu Krankheitserregern besteht. Somit ergibt sich die Forschungsfrage, welchen Einfluss der Biodiversitätsverlust auf die Verbreitung von Infektionskrankheiten am Beispiel von Covid-19 nimmt.

Methodik: Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde eine systematische Literaturrecherche in verschiedenen Datenbanken durchgeführt. Im Anschluss wurden leitfadengestützte Interviews mit Expert:innen geführt. Diese Interviews wurden anschließend mit der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring mithilfe der inhaltlichen Strukturierung ausgewertet.

Ergebnisse: Die Literaturrecherche und Ergebnisse der Interviews zeigen einen Zusammenhang zwischen Biodiversitätsverlust und dem vermehrten Auftreten von Infektionskrankheiten in Form von Zoonosen, welcher sich mit dem Dilutionseffekt erklären lässt. Covid-19 ist ein Beispiel für eine Zoonose, welche durch die Zerstörung von Lebensräumen und dem daraus resultierenden vermehrten Kontakt zu Wildtieren entstanden ist.

Diskussion: In der Literatur sind der Dilutionseffekt und verschiedene Modelle, die den Zusammenhang beschreiben, aufgeführt. Die Studienlage ist im Allgemeinen jedoch noch gering und es mangelt an Daten für einen gesicherten Nachweis. Zum Schutz der Biodiversität fehlen insbesondere gesetzliche Vorgaben und ein Bewusstsein für die Relevanz der Biodiversität.

Schlüsselwörter: Biodiversitätsverlust, Infektionskrankheiten, Covid-19-Pandemie, Zoonosen, Ökosysteme

Abkürzungsverzeichnis

B.A.U.M.	Bundesdeutscher Arbeitskreis für umweltbewusstes Management
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
BMJ	British Medical Journal
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
BNITM	Bernhard-Nocht Institute for Tropical Medicine
CBD	Convention on Biological Diversity
FLI	Friedrich-Loeffler-Institut
GBF	Global Biodiversity Framework
GBIF	Global Biodiversity Information Facility
HIV	Human Immunodeficiency Virus
IPBES	Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
KLUG	Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit
LPI	Living Planet Index
MAXQDA	Maximum Qualitative Data Analysis
MPG	Max-Planck-Gesellschaft
NCP	Nature’s contributions to people
RKI	Robert Koch-Institut
SARS-CoV2	Severe Acute Respiratory Syndrome Corona-Virus 2
SDG	Sustainable Development Goals
WHA	World Health Assembly
WHO	World Health Organisation
WWF	World Wide Fund for Nature

1. Einleitung

1.1. Problemstellung

Der Erhalt, Schutz und Wiederaufbau der Biodiversität ist laut dem Robert Koch-Institut (RKI) eine der wichtigsten Public Health Maßnahmen, um die Gesundheit der Bevölkerung zu schützen. Dies ist damit zu erklären, dass Biodiversität und somit intakte Ökosysteme essenziell für die menschliche Gesundheit sind. Beispiele hierfür sind die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln, der Zugang zu Wasser und Medizin sowie die Regulierung des Klimas (RKI, 2023a, S. 11). Der kontinuierliche Verlust der Biodiversität stellt außerdem ein Risiko hinsichtlich der Erreichung der 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung dar, den Sustainable Development Goals (SDG). Neben der menschlichen Gesundheit sind u.a. auch die Wirtschaft, Entwicklung und Sicherheit von der Biodiversitätskrise betroffen (WHO, 2023, S. 1).

Der Biodiversitätsverlust ist in Deutschland in den letzten Jahren immer deutlicher sichtbar geworden. Mittlerweile sind ein Drittel der heimischen Tier- und Pflanzenarten vom Aussterben bedroht (BMBF, 2022). Zu den wichtigsten Schutzmaßnahmen der Biodiversität gehört der Schutz der Wälder, da diese für rund 80 % aller an Land lebenden Arten einen Lebensraum bieten und gleichzeitig eine der wichtigsten Kohlenstoffsenken darstellen, welche wiederum eine Schutzmaßnahme gegen den Klimawandel bilden (B.A.U.M. e. V., 2023, S. 15). Einer der Haupttreiber des Biodiversitätsverlustes in Deutschland ist die starke Ausweitung der Landwirtschaft, wodurch der Lebensraum für viele Tier- und Pflanzenarten zerstört wird. Inzwischen ist mehr als die Hälfte der gesamten deutschen Fläche in landwirtschaftlicher Nutzung (Umweltbundesamt, 2022).

Insbesondere hinsichtlich der Verbreitung von Infektionskrankheiten wird die Relevanz des Schutzes von Biodiversität deutlich (RKI, 2023a, S. 11). In den letzten Jahrzehnten sind Menschen zunehmend in vorher ausschließlich von Tieren und Pflanzen besiedelte Lebensräume eingedrungen. Durch das starke Bevölkerungswachstum, die Intensivierung der Landwirtschaft und den Handel mit Wildtieren kommt es immer häufiger zu Kontakten zwischen Menschen und Wildtieren (Baker et al., 2022, S. 194). Dieser Kontakt steigert das Risiko für die Verbreitung von Zoonosen, welche in Pandemien ausarten können und damit die menschliche Gesundheit maßgeblich gefährden (RKI, 2023a, S. 11). So sind über

30 % der weltweit aufgetretenen Infektionskrankheiten auf die Intensivierung der Landnutzung zurückzuführen (Trapp, 2020). Es hat sich gezeigt, dass circa 60 % der bekannten und 75 % der neu auftretenden Infektionskrankheiten, zu denen Pandemien wie Influenza, HIV und Covid-19 zählen, durch zoonotische Erreger verursacht wurden (OroVerde, 2021, S. 2; WHO, 2023, S. 20). Eine der populärsten Infektionskrankheiten der letzten Jahre mit zoonotischem Ursprung ist die Covid-19-Pandemie. In Deutschland sind bis Anfang Februar 2024 etwa 38,8 Millionen Fälle registriert worden, wobei von einer deutlich höheren Dunkelziffer ausgegangen wird. 181.956 Menschen sind laut aktuellem Stand an dem Virus in Deutschland gestorben (Worldometer, 2024). Der Schutz von Biodiversität ist eine mögliche präventive Maßnahme zur Eindämmung von Infektionskrankheiten (Lehmann et al., 2021, S. 1). Daten zur Biodiversität können bei der Erforschung der Herkunft von Krankheitserregen und den Wirtstieren hilfreich sein (Astorga et al., 2023, S. 1). Der Schutz von Biodiversität kann nicht nur das Auftreten von Pandemien vorbeugen, sondern ist auch notwendig, um geeignete diagnostische und therapeutische Mittel zur Behandlung entwickeln zu können. Wirkstoffe von Medikamenten benötigen beispielsweise oft natürliche Ressourcen zur Herstellung (BMZ, o. J.).

1.2. Zielsetzung der Arbeit

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin, den aktuellen Forschungsstand über den Zusammenhang zwischen Biodiversitätsverlust und der Ausbreitung von Infektionskrankheiten zu analysieren und aufzubereiten. Die Wahrnehmung der Leser:innen soll durch das Begreifen dieses Zusammenhanges verbessert werden. Mithilfe der Analyse und der Durchführung von Expert:innen-Interviews sollen weiterhin Forschungslücken der Thematik aufgezeigt und mögliche Forschungsbedarfe identifiziert werden. Außerdem sollen in der Arbeit mögliche Handlungsempfehlungen durch die vorangegangene Analyse abgeleitet werden.

Zu diesem Zweck wird zunächst mithilfe einer umfassenden Literaturrecherche auf theoretische Hintergründe zur Biodiversität und zu Infektionskrankheiten eingegangen, um ein besseres Verständnis zu ermöglichen. Im Folgenden werden die gewählten Methoden der Literaturrecherche und die Durchführung der Expert:innen-Interviews näher erläutert und anschließend die analysierten Ergebnisse beschrieben. Diese Ergebnisse bilden die Grundlage für die folgende Diskussion, im Rahmen derer auch Limitationen und Handlungsempfehlungen

dargestellt werden. Die Arbeit schließt mit einem Fazit der dargestellten Ergebnisse und einer Reflexion.

1.3. Forschungsfrage und Hypothesen

Aus den dargestellten Inhalten hat sich die folgende Forschungsfrage ergeben: Welchen Einfluss nimmt der Verlust der Biodiversität auf die Verbreitung von Infektionskrankheiten am Beispiel der Covid-19-Pandemie in der deutschen Bevölkerung? Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

1. Durch den Verlust der Biodiversität steigt das Risiko der Verbreitung von Infektionserkrankungen, insbesondere in Form von Zoonosen, an.
2. Die Entstehung und Verbreitung der Covid-19-Pandemie ist durch den steigenden Verlust der Biodiversität beeinflusst worden.
3. Das Risiko des Auftretens von Infektionskrankheiten und folgenden Pandemien kann durch den Erhalt und Wiederaufbau der Biodiversität gesenkt werden.
4. Eine hohe biologische Vielfalt führt dazu, dass Krankheitserreger schwerer geeignete Wirte finden und die Infektionsraten somit geringer sind.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1. Biodiversitätsverlust

In den letzten Jahren hat sich zunehmend verdeutlicht, dass sich die Natur und die Biodiversität durch anthropogene Einflüsse stark verändern. So haben sich der Zustand und die Größe von Ökosystemen durchschnittlich um 47 % im Vergleich zu deren ursprünglichem Zustand verschlechtert. Ungefähr 25 % aller Tier- und Pflanzenarten sind vom Aussterben bedroht und die Häufigkeit von Wirbeltieren seit 1970 stark rückläufig. Bei der globalen Biomasse der Wildsäugetiere wurde ein Rückgang von 82 % verzeichnet. Berechnungen zufolge werden über 500.000 am Land lebende Arten langfristig keinen Lebensraum zum Überleben haben (Diaz et al., 2019, S. 27 f.).

Der Living Planet Index (LPI) des World Wide Fund for Nature (WWF) stellt den Artenreichtum dar. Es wird die durchschnittliche Veränderung von etwa 21.000 verschiedenen Tierpopulationen angegeben. Die Populationen umfassen Säugetiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische weltweit. Laut LPI haben die untersuchten Populationen im Jahr 2016 im Vergleich zum Jahr 1970 um 68 % abgenommen, wie in Abbildung 1 zu erkennen ist (WWF, 2020a, S. 28).

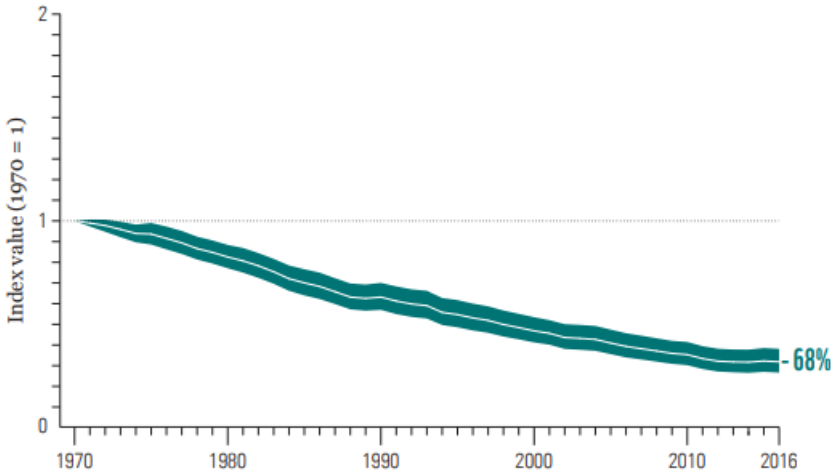

Abbildung 1 Living Planet Index des WWF im Jahr 2020 (WWF, 2020a, S. 28)

2.1.1. Definition von Biodiversität

Biodiversität beschreibt die biologische Vielfalt von Ökosystemen sowie innerhalb von Arten und zwischen verschiedenen Arten. Innerhalb der Ökosysteme wird die Vielfalt verschiedener Organismen und Gene betrachtet (Bonk & Reinisch, 2021, S. 233). Es werden alle Arten und Ökosysteme an Land, in Süßgewässern, Ozeanen und der Luft erfasst (MPG, o. J.). Neben der Beschreibung der biologischen Vielfalt wird der Biodiversität auch eine Bedeutung als zu schützendes Gut zugeschrieben, welches zunehmenden Gefährdungen ausgesetzt ist (Weber, 2018, S. 7). Innerhalb der letzten Jahrhunderte haben sich die Lebensräume und Ökosysteme fortlaufend verändert, wodurch sich die dort lebenden Arten kontinuierlich an ändernde Gegebenheiten anpassen müssen (Masztalerz, 2023, S. 25 f.). Im Laufe der Entwicklung der Erde hat sich gezeigt, dass ein Schwinden der Biodiversität bis zu einem bestimmten Grad zur Weiterentwicklung beiträgt, wenn beispielsweise aufgrund natürlicher Selektion Arten aussterben und somit andere Arten die Ökosysteme besetzen können (Bonk & Reinisch, 2021, S. 233).

Laut dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt („Convention on Biological Diversity“, kurz CBD) meint Biodiversität die „*Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, darunter unter anderem Land-, Meeres- und sonstige aquatische Ökosysteme und die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören; dies umfasst die Vielfalt innerhalb der Arten und zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme*“ (Weber, 2018, S. 8). Es handelt sich um einen wechselseitigen Prozess: Je mehr ökologische Interaktionen vorhanden sind, desto mehr neue Arten können sich aus diesen entwickeln (ebd., S. 158 f.).

Wittig und Niekisch beschreiben Biodiversität anhand von drei Ebenen: die der Gene, Taxa und Lebensgemeinschaften (Biozönosen) (Wittig & Niekisch, 2014, S. 4). Gene definieren die biologischen Eigenschaften von Individuen und weisen eine hohe Vielfalt auf, was z.B. zum unterschiedlichen Aussehen von Arten führt (ebd., S. 7 ff.). Taxa meint die Vielfalt verschiedener Gattungen, Arten und Unterarten, während Biozönosen Gruppen verschiedener Arten umfassen, die in Ökosystemen gemeinsam leben und interagieren (ebd., S. 4). Biodiversität ergibt sich aus Unterschieden innerhalb dieser Ebenen. Diese Unterschiede können beispielsweise in den einzelnen Elementen (z.B. den Genen) oder in der Interaktion zwischen den Ebenen (z.B. Beziehungen zwischen Parasiten und Wirten) auftreten (ebd., S. 7).

Biodiversität ist für die Sicherstellung der menschlichen Gesundheit unerlässlich, da der Großteil essenzieller Leistungen für den Menschen auf eine intakte Umwelt angewiesen ist (Hough, 2014, S. 269). Ebenso unterstützt eine hohe Biodiversität das ausgleichende Räuber-Beute-Verhältnis: Je mehr Arten in einem System leben, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass Raubtiere den Bestand der Beutetiere dahingehend regulieren und somit ein gesundes Ökosystem vorliegen kann. Auch Krankheitserreger können so reduziert werden, wenn diese Erreger Beutetiere als Wirte nutzen (ebd., S. 274).

Abbildung 2 zeigt die Relevanz der Natur und der dort vorhandenen Biodiversität für die menschliche Gesundheit. So sorgen intakte Ökosysteme dafür, dass Produkte zur Befriedigung menschlicher Grundbedürfnisse wie Arzneimittel und Lebensmittel hergestellt werden können. Zudem regulieren intakte Ökosysteme Prozesse, sodass beispielsweise das Klima oder auch die Verbreitung von Krankheitserregern

gesteuert werden können und das Immunsystem der Menschen durch eine intakte Umwelt gefördert wird (WHO, 2023, S. 8). Je mehr Arten existieren, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass diejenigen Arten, die für die Herstellung von notwendigen Produkten wichtig sind, überleben und sich auf vielfältige Weise weiterentwickeln können (Hough, 2014, S. 269).

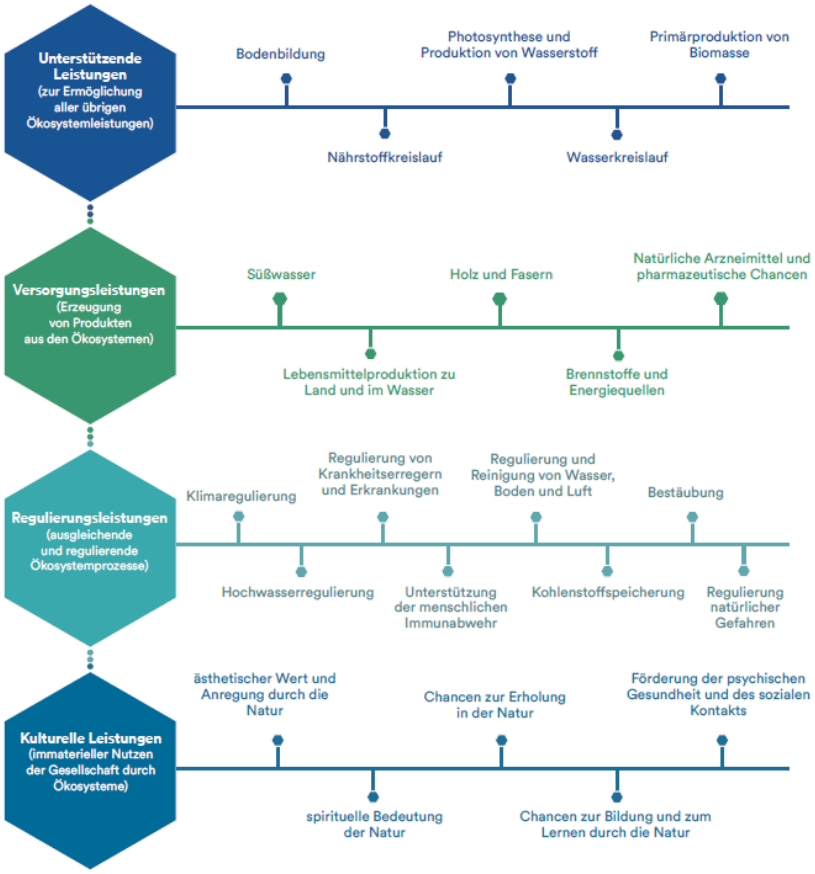

Abbildung 2 Funktion und Wichtigkeit der Natur für die menschliche Gesundheit (WHO, 2023, S. 8)

2.1.2. Ursachen für Biodiversitätsverlust

Allgemein werden fünf Gründe genannt, die für den Verlust von Biodiversität verantwortlich sind. Der Bedarf an Gütern wie Nahrung, Wasser, Treibstoff und Holz ist in den letzten Jahrzehnten stetig angestiegen, wodurch es immer häufiger zu einer Übernutzung der genannten Güter kommt. Auch das Überfischen und die Jagd auf Wildtiere wurde intensiviert (Weber, 2018, S. 241 f.). Menschliche Einflüsse auf die Natur und Lebensräume von Arten sind in den letzten Jahrzehnten verstärkt aufgetreten. Durch den vermehrten Bau von Industrie- und Wohngebieten werden Lebensräume zerstört und Populationen zurückgedrängt (BMZ, o. J.). Ein weiteres Problem stellen die invasiven Arten dar. Dies sind Arten, die durch den Menschen in

neue Gebiete umgesiedelt werden und sich ohne diese Einflussnahme dort nicht vermehrt hätten. Invasive Arten können jedoch eine Gefahr für die einheimischen Arten sein, wenn sie deren Lebensraum einnehmen und diese vertreiben. Menschliche Einflüsse verursachen zudem eine Verschmutzung der Umwelt, ein populäres Beispiel ist der Konsum von Plastik, der weltweit eine Gefahrenquelle für Arten darstellt. Als letzter Punkt ist die Erderwärmung zu nennen, da diese dafür sorgt, dass sich Arten in andere Gebiete bewegen müssen und eine Anpassung nicht für jede Art möglich ist. Dies sorgt für eine Veränderung der auftretenden Arten in den Ökosystemen. Die genannten Gründe für den Verlust der Biodiversität bedingen und verstärken sich gegenseitig (Weber, 2018, S. 242 f.).

Die Anzahl der Menschen, die in Städten wohnen, ist in den letzten Jahren gestiegen und wird bis 2050 85 % der Bevölkerung in Europa betreffen. Die zunehmende Errichtung von Städten erfordert die Nutzung natürlicher Flächen. Auf diesen Flächen werden die Böden versiegelt, was sich negativ auf die Biodiversität auswirkt. Die Lebensräume von Tieren und Pflanzen werden zerstört oder getrennt, wodurch die bereits vorhandene Belastung dieser Lebensräume verstärkt wird und zum Aussterben bestimmter Populationen führen kann (WHO, 2023, S. 5). Ebenso werden natürliche Flächen zunehmend zu landwirtschaftlichen Zwecken genutzt. Landwirtschaft erzeugt auf der Welt 13 % der anthropogenen Kohlenstoffdioxid-Emissionen (Wolf, 2023, S. 7). Durch die Nutzung von größeren und schwereren Landmaschinen wird der Lebensraum von Bodenlebewesen in landwirtschaftlich genutzten Flächen geschädigt (ebd., S. 10). Der Mensch hat für die Produktion von Pflanzen und Haltung von Nutztieren mehr als ein Drittel der vorhandenen Landesfläche und drei Viertel der Ressourcen von Süßgewässern in Anspruch genommen (Diaz et al., 2019, S. 31).

2.1.3. Folgen des Biodiversitätsverlustes

Der zunehmende Verlust von Biodiversität sorgt weltweit für einen drastischen Rückgang von Arten, welcher von Wissenschaftler:innen als das sechste Massenaussterben bezeichnet wird. Es wird angenommen, dass circa 8 Millionen Tier- und Pflanzenarten weltweit existieren, von denen bis zu eine Millionen Arten stark gefährdet sind (WHO, 2023, S. 10). Viele dieser Arten konnten noch nicht nachgewiesen werden (BfN, o. J.). Abbildung 3 zeigt, dass im Laufe der Evolution

bereits fünfmal ein Schwund und eine Änderung der Biodiversität zu verzeichnen war (Weber, 2018, S. 284).

Ungefähre Zeit	Geschätzter Arten-verlust	Mögliche Ursachen
Vor 66 Mio. Jahren	57–83 %, haupt-sächlich Tiere	Meteoriteneinschlag, starker Vulkanismus, Rückgang des Meeresspiegels
Vor 220 Mio. Jahren	70–88 % aller Arten	Starker Vulkanismus, Rückgang des Meeresspiegels
Vor 252 Mio. Jahren	93–97 % aller Arten	Globale Erwärmung, starker Vulkanismus, Sauerstoffmangel im Meer
Vor 380 Mio. Jahren	70–88 % aller Arten	Globale Abkühlung, Anstieg des Meeresspiegels, Vulkanismus
Vor 445 Mio. Jahren	77–91 % aller Arten	Kontinentale Vereisung, Rückgang des Meeresspiegels, danach rapider Temperaturanstieg

Abbildung 3 Die fünf Massenaussterben und mögliche Ursachen (Weber, 2018, S. 284)

Als Unterschied zum aktuellen sechsten Massensterben wird genannt, dass hier der Einfluss des Menschen die größte Rolle einnimmt. So sterben in jedem Jahr durch das Eingreifen der Menschen bis zu hundertmal mehr Wirbeltiere aus als ohne menschlichen Einfluss. Von 600 verlorenen Wirbeltierarten seit dem Jahr 1500 sind rund 83 % seit 1900 verschwunden. Heute gibt es 60 % weniger Wirbeltiere als 1970 und 75 % weniger Fluginsekten als 1989 (MPG, o. J.). Die Geschwindigkeit des aktuellen Massensterbens ist deutlich höher als in der Zeit vor anthropogenen Einflüssen: Es wird geschätzt, dass das Artensterben derzeit zehn bis hundert Mal höher ist (Bauer, 2023).

Biodiversität und die menschliche Gesundheit sind eng miteinander verknüpft, wie in Abbildung 4 zu erkennen ist. Ökologische Vielfalt bedeutet für Menschen den Zugang zu sauberer Luft, sauberem Trinkwasser, Nahrung, einem natürlichen Schutz vor Umweltkatastrophen und die Möglichkeit zur Erholung in der Natur, was für das menschliche Wohlbefinden sowie eine ausgeglichene Psyche als wichtiger Faktor gilt (Lenzer et al., 2024, S. 76).

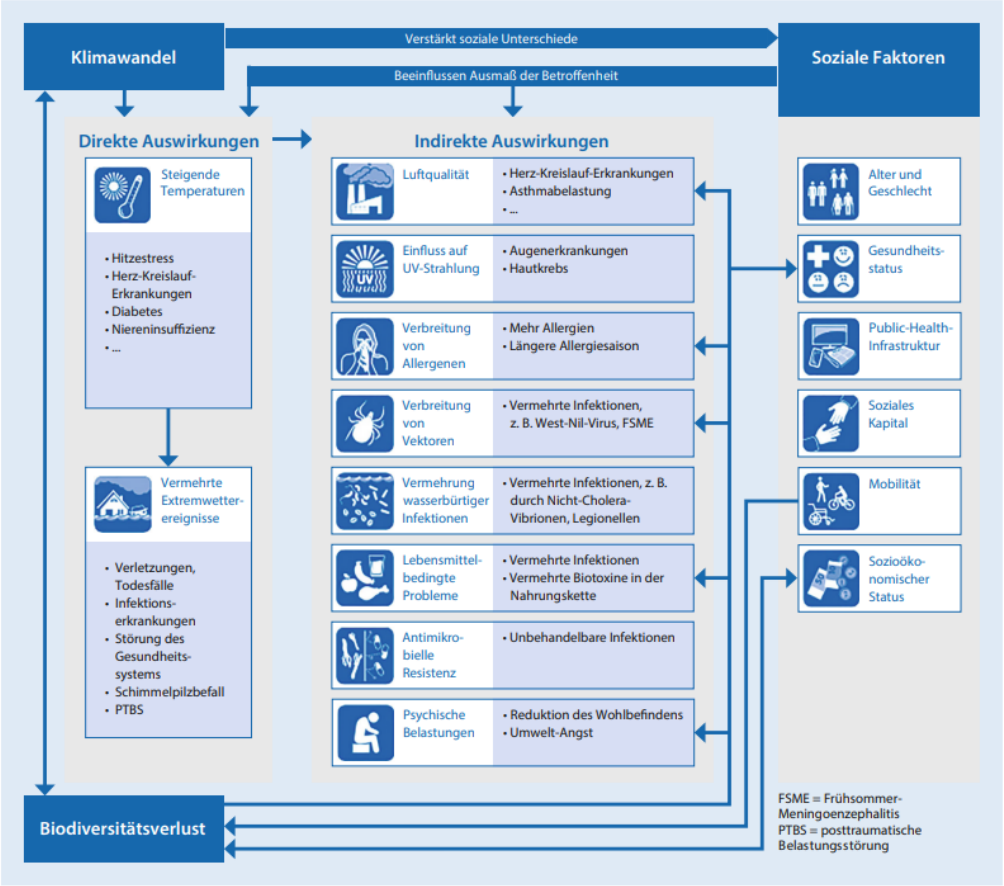

Abbildung 4 Auswirkungen des Klimawandels und Biodiversitätsverlustes (Lenzer et al., 2024, S. 76)

Beim Schwinden der biologischen Vielfalt können Prozesse und Vorgänge in Ökosystemen gestört und deren Funktionen somit eingeschränkt werden. Dies kann langfristig dazu führen, dass Produkte und Dienstleistungen nicht mehr im selben Umfang für die Menschheit zur Verfügung gestellt werden können (Hough, 2014, S. 271). Dabei ist die Natur fundamental für die Lebensqualität der Menschen (Diaz et al., 2019, S. 24).

Durch den Verlust des Lebensraumes gelangen Wildtiere zunehmend in die Nähe des Menschen und die Häufigkeit der Kontakte erhöht sich. Durch den vermehrten Kontakt zwischen Menschen und Tieren steigt das Risiko von Infektionskrankheiten, indem die Krankheitserreger von den Tieren auf den Menschen überspringen. Durch den Biodiversitätsverlust erhöht sich nicht nur das Krankheitsrisiko, sondern das Schwinden der Vielfalt erschwert auch die medizinische Diagnostik und Therapie von Krankheiten. Arzneimittel und Mittel zu diagnostischen Zwecken verfügen häufig über Inhaltsstoffe, die aus natürlichen Ressourcen stammen und

somit auf eine intakte Umwelt angewiesen sind (BMZ, o. J.) Die Massentierhaltung kann zudem aufgrund der Nutzung von Antibiotika in großen Mengen dazu führen, dass die Erreger zunehmend resistent werden, deren Wirksamkeit vermindern und dadurch weniger Medikamente zur Verfügung stehen (Diaz et al., 2019, S. 24).

Durch die zunehmende Zerstörung von Lebensräumen gibt es immer weniger Pufferzonen zwischen der Natur und den Menschen. Wenn Viren nur eine bestimmte Tierart als Wirt nutzen und diese Art in einem artenreichen Ökosystem vorkommt, sind die Auswirkungen eher gering. Eine nachlassende Artenvielfalt erhöht das Risiko, dass einzelne Arten dominieren, Viren in Folge mutieren und sich andere Wirtskörper suchen. Ein solcher Wirtswechsel auf den Menschen wird auch als Spillover bezeichnet (Berger et al., 2022, S. 7). Eine intakte Natur wirkt sich positiv auf das menschliche Immunsystem aus und hilft eine sogenannte Hintergrundimmunität zu erhalten. Hintergrundimmunität meint die Funktionen des Immunsystems, die seit der Geburt vorhanden sind und gegen Krankheitserreger im Körper vorgehen (Arvay, 2020, S. 204). Diese schützt entsprechend vor dem Auftreten von Infektionskrankheiten oder einem schweren Krankheitsverlauf. Werden natürliche Lebensräume zerstört, kann sich dies negativ auf die Immunität auswirken (ebd., S. 212).

2.1.4. Biodiversitätsverlust in Deutschland

Weltweit sind ungefähr 1,8 Millionen Tier-, Pflanzen- und Pilzarten sicher nachgewiesen. Deutschlandweit werden etwa 71.500 dieser Arten gezählt (BfN, o. J.). Von diesen Arten bilden die Tierarten mit etwa 48.000 Arten die größte Gruppe, gefolgt von Pilzen mit circa 14.400 Arten und Pflanzen mit etwa 9.500 Arten (WWF, 2020b). In Deutschland sind zunehmend Arten durch die Biodiversitätskrise gefährdet. Von allen einheimischen Arten sind rund 35 % aller Tierarten in ihrem Bestand gefährdet. 34.000 Arten gelten als kritisch bedroht, das bedeutet, dass diese vom Aussterben gefährdet sind (Bundesregierung, 2024). Einer der Hauptgründe ist die Nutzung der Hälfte der Fläche Deutschlands zu landwirtschaftlichen Zwecken (Berg, 2021).

Die 2017 veröffentlichte „Krefelder Studie“ hat starke Bestandsrückgänge von Fluginsekten in 63 deutschen Schutzgebieten aufgezeigt. Zwischen 1989 und 2016

betrug der Rückgang 76 %, in den Hochsommermonaten lag er bei circa 82 % (BMUV, 2023a). Fluginsekten nehmen eine besonders wichtige Rolle in Ökosystemen ein. Zum einen bieten sie für rund 60 % der Vögel eine Nahrungsquelle. Zum anderen bestäuben Insekten rund 80 % der Wild- und Nutzpflanzen (Berg, 2021). Vogelbestände haben sich in der Folge ebenfalls um circa ein Drittel innerhalb der letzten 25 Jahre reduziert. Hierzu zählen nicht nur seltene Arten, sondern auch ehemals weit verbreitete Vogelarten wie die Feldlerche (Bauer, 2023). Zudem ist die Vielfalt von Pflanzenarten in Deutschland zunehmend rückläufig. Laut einer Studie sind bei mehr als 70 % der einheimischen Pflanzenarten Populationsrückgänge um durchschnittlich 15 % zu verzeichnen. Ein Beispiel ist die Kornblume. In jedem Jahrzehnt sind zudem zwei Prozent der Arten ausgestorben. Als Gründe für den starken Rückgang der pflanzlichen Vielfalt werden neben der Intensivierung der Landwirtschaft auch der verstärkte Einsatz von Herbiziden und Düngemitteln genannt (Lingenhöhl, 2022, S. 9 f.).

Generell sind in Deutschland, wie Abbildung 5 verdeutlicht, derzeit circa zwei Drittel aller Biotoptypen gefährdet. Biotoptypen sind bestimmte Kategorien, anhand derer Lebensräume nach Merkmalen und den vorkommenden Biozönosen klassifiziert werden. 21,4 % sind demnach von vollständiger Vernichtung bedroht, 22,6 % stark gefährdet und 19,6 % gefährdet. 1,5 % sind bereits vollständig vernichtet und 3,2 % befinden sich auf einer Vorwarnstufe. Lediglich 25 % gelten als nicht gefährdet. Der Anteil von vollständig vernichteten und von vollständiger Vernichtung bedrohter Arten wird sich in den nächsten Jahren Prognosen zufolge weiter erhöhen (Finck et al., 2017).

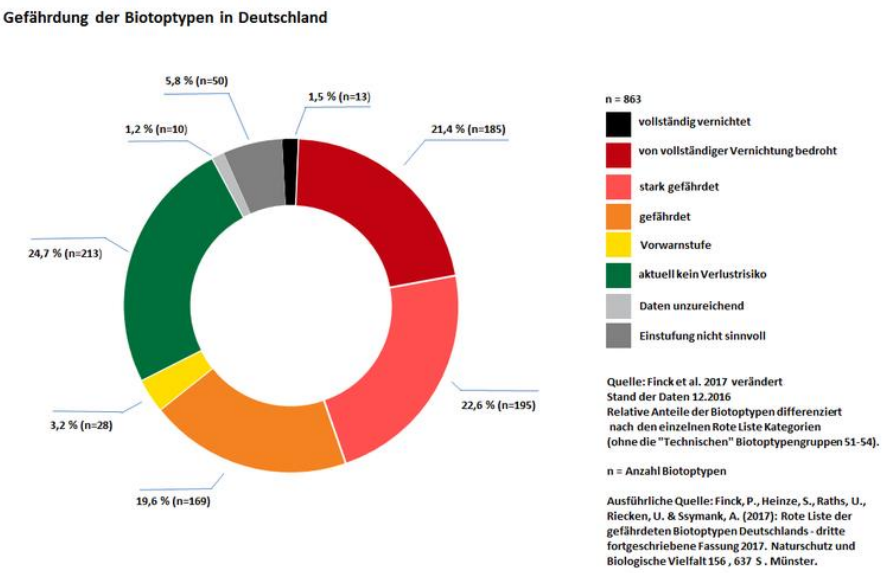

Abbildung 5 Gefährdung von Biotoptypen in Deutschland (Finck et al., 2017)

Auf Ackerflächen ist der größte Verlust von Biodiversität zu verzeichnen. Die sogenannten Natura-2000 Gebiete stellen ein Schutzgebietsnetz dar, welches zum Schutz von Pflanzen- und Tierarten sowie deren Lebensräumen aufgebaut wurde. Diese Gebiete unterliegen besonderen Schutzanforderungen, befinden sich jedoch derzeit zu 45 % auf Flächen, die zu landwirtschaftlichen Zwecken genutzt werden und folglich die Anforderungen zum Teil nicht einhalten können. Bezogen auf geschützte Flächen wurde nur bei 30 % ein guter Erhaltungszustand nachgewiesen. Bei 32 % wurde der Zustand als ungünstig und bei 37 % als ungünstig bis schlecht beurteilt (Wolf, 2023, S. 9).

Abbildung 6 zeigt eine Statistik des Bundeskriminalamtes, welche die polizeilich registrierten Fälle von Jagdwilderei in Deutschland von 1995 bis 2023 darstellt. Es ist zu erkennen, dass seit Beginn der Covid-19-Pandemie ein Anstieg der Wilderei zu erkennen ist. 2023 wurden beispielsweise 1.140 Fälle erfasst. Es ist davon auszugehen, dass die Anzahl an nicht durch die Polizei erfassten Fälle noch höher liegt. Durch Wilderei anstelle von nicht gezielter Jagd werden Ökosysteme und die dort lebenden Arten gestört, wodurch der Verlust von Arten verursacht werden kann (Bundeskriminalamt, 2024).

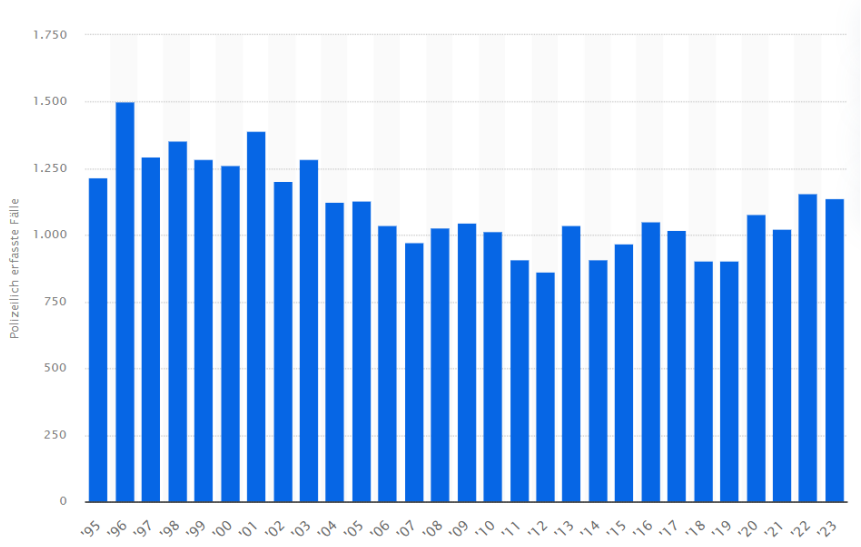

Abbildung 6 Polizeilich erfasste Fälle von Wilderei in Deutschland von 1995-2023 (Bundeskriminalamt, 2024)

Um die Biodiversität in Deutschland zu erhalten und wiederherzustellen, wurde 2007 eine Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt verabschiedet. Seit Dezember 2022 ist diese aktualisiert und mit neuen Zielen bis 2030 ergänzt worden. Mithilfe dieser Strategie soll Deutschland auch internationale Vereinbarungen zum Biodiversitätsschutz besser durchführen können (BMUV, 2023b). Zudem sollen bis zum Jahr 2025 1,5 Milliarden Euro für Schutz- und Wiederaufbaumaßnahmen bereitgestellt werden. Mit diesen Mitteln sollen u.a. strengere Vorgaben für die Wirtschaft geschaffen werden, um Greenwashing zu verhindern (Bundestag, 2023).

2.2. Infektionskrankheiten und Covid-19

Innerhalb der vergangenen 20 Jahre kam es zunehmend zum Auftreten neuer und zum Wiederauftreten bekannter Infektionskrankheiten (Prazeres da Costa, 2021, S. 165). Insbesondere die Covid-19-Pandemie hat in den vergangenen Jahren für wirtschaftliche und gesundheitliche Folgen in der Bevölkerung gesorgt. So kam es zu starken Wirtschaftseinbrüchen, das weltweite Bruttoinlandsprodukt (BIP) ist im Jahr 2020 um 4,3 % gesunken. Covid-19 sowie weitere Infektionskrankheiten entstehen u.a. aufgrund des Klimawandels und der Biodiversitätskrise (Lehmann et al., 2021, S. 2). Über 50 % aller Infektionserkrankungen des Menschen werden als klimasensibel beschrieben. Dies bedeutet, dass das Vorkommen von Erregern und der Ausbruch der Erkrankungen maßgeblich vom Klimawandel beeinflusst werden und die Prävalenz vieler Infektionskrankheiten zukünftig deshalb weiter zunehmen wird (Eckerle, 2023, S. 243). Aus diesem Grund ist es notwendig, zur Erforschung der möglichen Ursachen Umweltfaktoren zunehmend in die Betrachtung von Infektionskrankheiten einzubeziehen (Lehmann et al., 2021, S. 2).

2.2.1. Definition von Infektionskrankheiten und Zoonosen

Infektionskrankheiten sind Erkrankungen, welche durch Erreger wie Bakterien, Viren, Pilze oder Parasiten ausgelöst werden können (BMG, 2024a). Weltweit gelten Infektionskrankheiten als die zweithäufigste Todesursache (Prazeres da Costa, 2021, S. 165). Die Ansteckung kann auf direktem oder indirektem Weg erfolgen. Direkte Wege sind beispielsweise Tröpfcheninfektionen durch Husten oder Berührungen. Indirekt kann eine Infektion über den Konsum von kontaminierten Nahrungsmitteln übertragen werden. Infektionen können auch symptomlos erfolgen, dennoch können Betroffene die Pathogene übertragen (BMG, 2024a).

Generell treten neue Infektionskrankheiten dann auf, wenn die Krankheitserreger ihr Reservoir und somit das Biotop wechseln (Prazeres da Costa, 2021, S. 165). Ein Reservoir kennzeichnet sich durch drei Kriterien: Innerhalb eines Reservoirs ist die größte genetische Vielfalt eines Virus vorhanden. Außerdem muss das Virus dauerhaft in diesem Reservoir nachweisbar sein. Der letzte Aspekt besteht darin, dass sich die Erreger über geografische Grenzen von bestehenden Gemeinschaften ausbreiten (Eckerle, 2023, S. 37). Zur Anpassung an neue Reservoire und Wirte ist eine Änderung in der Genetik notwendig. Aufgrund dieser genetischen Änderungen ist auch die Übertragung auf den Menschen möglich (Prazeres da Costa, 2021, S. 165).

Werden Infektionserkrankungen nach Kontakt von Tieren auf den Menschen übertragen, wird von einer Zoonose gesprochen. Es werden drei Kategorien von infektiösen Zoonosen unterschieden. Bei den direkt übertragenen Krankheiten, zu welchen auch beispielsweise Covid-19 zählt, werden die Pathogene direkt von dem Wirt auf den Menschen übertragen. Eine weitere Möglichkeit ist die Übertragung durch Vektoren wie z.B. Mücken. Die Erreger werden hier ursprünglich von einem Wirt, beispielsweise Kühe oder Hirsche, durch den Vektor auf den Menschen übertragen. Die dritte Kategorie umfasst Erkrankungen, welche von Parasiten wie Hakenwürmern verbreitet werden (WHO, 2023, S. 20). Zoonosen machen mit rund 60 % den größten Anteil an neu aufgetretenen Infektionskrankheiten aus. Von diesem Anteil handelt es sich bei knapp 72 % um Erreger, welche von Wildtieren übertragen wurden (Jones et al., 2008, S. 990). Die Zunahme der Übertragung durch Wildtiere wird durch die zunehmende Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen sowie durch die Jagd auf Wildtiere in Zukunft weiter zunehmen und durch den vermehrten Kontakt zwischen Menschen und Wildtieren begünstigt werden (Berger et al., 2022, S. 27).

Die Krankheitserreger können Viren, Bakterien, Parasiten, Pilze oder Prionen darstellen, wobei Viren am häufigsten zu der Entstehung einer Epidemie oder Pandemie führen können. Bekannte Zoonosen, welche durch Viren übertragen wurden, sind beispielsweise HIV, Tollwut, Ebola, Affenpocken, die Vogel- und Schweinegrippe sowie das SARS-Corona- und Hanta-Virus (Eckerle, 2023, S. 19). Zoonosen können sich auf zwei verschiedene Wege übertragen. Zum einen vom Menschen auf das Tier, zum anderen von dem Tier auf den Menschen, wobei

letztere Variante die häufigere Übertragungsform darstellt (ebd., S. 22). Die Übertragungsformen können ähnlich wie bei einer Ansteckung zwischen Menschen Tröpfcheninfektionen durch Husten oder Niesen sein. Weiterhin kann eine Übertragung über das Blut, Speichel und andere Körperflüssigkeiten, Fäkalien oder durch Vektorenstiche stattfinden (Keesing & Ostfeld, 2021b, S. 2). Es erfolgt eine Übertragung über einen Zwischenwirt, welcher bei Übertragung auf den Menschen häufig Haus-, Nutz- oder gefangene Wildtiere sind. Innerhalb des Zwischenwirts kommt es zu einer zunehmenden Verbreitung des Virus, wodurch sich wiederum die Wahrscheinlichkeit der Infektion von Menschen erhöht (Eckerle, 2023, S. 37). Es werden verschiedene Kriterien unterschieden, welche dafür verantwortlich sind, ob eine Übertragung vom Tier auf den Menschen erfolgt. Diese Kriterien umfassen die Erregereigenschaften, die Infektion, das Verhalten und die Ökologie des Ursprungswirtes. Außerdem wird die Art und Weise, wie der Erreger in die Umwelt abgegeben wird, seine Überlebenschance und die Anfälligkeit des Menschen für diese Erregerformen berücksichtigt (Keesing & Ostfeld, 2021b, S. 2).

Beim Auftreten von Zoonosen spielen nicht nur Krankheitserreger in Form von Viren, sondern auch die Beziehungen zwischen Umwelt, Tier und Mensch eine entscheidende Rolle. Dieses Konzept wird auch One Health genannt, auf das im Kapitel *4.1. Ergebnisse der Literaturrecherche* noch näher eingegangen wird (Eckerle, 2023, S. 29). Neben dem Biodiversitätsverlust beeinflusst auch der Klimawandel die Verbreitung von Zoonosen, da sich zoonotische Erreger durch klimatische Veränderungen in anderen geografischen Gebieten aufgrund der Änderung der dort vorliegenden Verhältnisse leichter verbreiten können (Prazeres da Costa, 2021, S. 165).

2.2.2. Hintergründe zu Covid-19 und Lage in Deutschland

SARS-Corona-Virus 2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Corona-Virus 2, kurz SARS-CoV2) ist eine Virenart der Corona-Viren, welche Mitte bis Ende 2019 auf den Menschen übertragen wurde und die Menschheit weltweit betroffen hat (Eckerle, 2023, S. 54). Atemwegserkrankungen weisen ein großes Risiko für die menschliche Gesundheit auf, was sich an den hohen Mortalitätsraten zeigt (Arvay, 2020, S. 63). Die SARS-CoV2 Viren verbreiten sich insbesondere durch Aerosole bei einer kühlen, trockenen Luft. Weitere Risikofaktoren sind der Aufenthalt in klimatisierten Gebäuden mit einer großen Personenansammlung sowie eine

schwache Durchlüftung (Umweltbundesamt zitiert in Prazeres da Costa, 2021, S. 168). Es ist bekannt, dass das Corona-Virus auch nach Überstehen der akuten Krankheitsphase zu Langzeitfolgen wie Kurzatmigkeit, Schwindel, Hitze-empfindungen oder Schwächegefühl führen kann. Ebenso sind Organschäden möglich (Arvay, 2020, S. 108).

Die Herkunft des SARS-CoV2 vermuten Wissenschaftler:innen bei Fledermäusen. Es ist bekannt, dass Fledermäuse von Natur aus Corona-Viren in sich tragen (Arvay, 2020, S. 28). Durch den Verlust von Lebensräumen und der Artenvielfalt rücken unterschiedliche Fledermausarten immer näher zusammen, wodurch sich das Risiko für die sonst seltene Übertragung von Viren erhöht. Durch ein reduziertes Angebot an Nahrung sind Fledermäuse zudem gezwungen, sich in menschennahen Gebieten und Städten anzusiedeln (ebd., S. 31 f.). Fledermäuse zählen zu den Generalisten, was bedeutet, dass sie sich einer neuen Umgebung sehr gut und schnell anpassen können. So ist es ihnen möglich, in der Nähe von Menschen ungestört leben zu können. Sie profitieren hierbei auch von der menschlichen Nähe, da sich die Anzahl der Fressfeinde verringert, die Konkurrenz abnimmt und neue Ressourcen zum Überleben, z.B. bestimmte Baumarten wie Mangobäume, genutzt werden können. Mit den Fledermäusen vermehren sich jedoch auch Viren zunehmend in der Nähe des Menschen (Eckerle, 2023, S. 190). Durch den Biodiversitätsverlust, schwindende Lebensräume und vermehrte Nahrungsmittel-knappheit sind Fledermäuse häufiger Stress ausgesetzt. Unter Stress steigt die Virenlast und somit die Infektiosität (Arvay, 2020, S. 50). Laut dem aktuellen Stand der Wissenschaft kann nicht klar nachgewiesen werden, welches Tier als Zwischenwirt für die Übertragung von Corona-Viren auf den Menschen verantwortlich war (ebd., S. 37 f.).

Insgesamt bestehen zwei Möglichkeiten, wie ein Organismus Immunität gegenüber den SARS-CoV2 Viren entwickeln kann: der Aufbau von Antikörpern oder von T-Zellen (Arvay, 2020, S. 69). Das Corona-Virus hatte bei der Ausbreitung den Vorteil, dass Menschen noch keine Immunität gegen dieses Virus aufweisen konnten und somit immun-naiv waren. Diese Bedingungen sind für die Verbreitung eines Virus optimal, zumal für das Virus zu Beginn keine Anpassung erforderlich ist. Dies fördert eine schnelle Rekombination des Virus innerhalb der Zellen eines Organismus. Wissenschaftler:innen zufolge wurden bei einem 70 Kilogramm schwerem

Erwachsenen zum Höhepunkt der Virusinfektion bis zu 100 Milliarden Viruspartikel gebildet (Eckerle, 2023, S. 26 f.).

In Deutschland sind seit Beginn der Pandemie circa 38,8 Millionen Infektionen gemeldet worden, was bei einer Einwohnerzahl von rund 83,1 Millionen Menschen eine Infektionsrate von 46,71 % ergibt. 183.326 infizierte Personen sind aufgrund der Erkrankung verstorben (Siekmann, 2024). Das RKI hat 2023 eine Statistik veröffentlicht, welche die Covid-19-Infektionen in Deutschland bis Ende März 2023 nach Alter und Geschlecht zeigt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 7 dargestellt. Die meisten Infektionen sind in der Altersgruppe von 35-59 Jahren aufgetreten. Hier waren etwa 6,92 Millionen Männer und 7,89 Millionen Frauen betroffen. Generell sind Frauen ab 15 Jahren häufiger erkrankt als gleichaltrige Männer (RKI, 2023b).

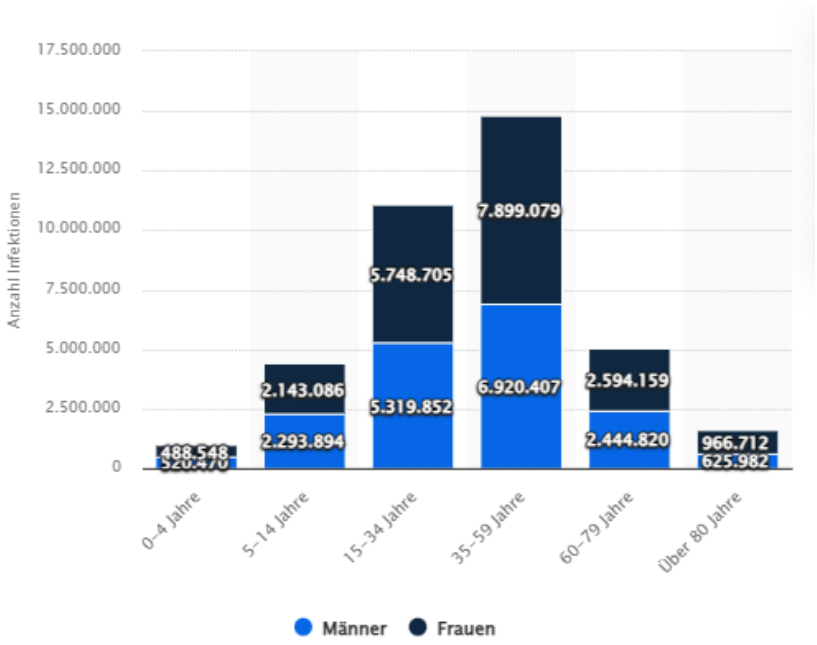

Abbildung 7 Covid-19-Infektionen nach Altersgruppen und Geschlecht in Deutschland bis 2023 (RKI, 2023b)

Abbildung 8 zeigt die Infektionskrankheiten mit den häufigsten Todesfällen in Deutschland 2020. Es wird deutlich, dass Covid-19 mit 42.182 Toten die tödlichste Infektionskrankheit in diesem Jahr dargestellt hat (RKI, 2021).

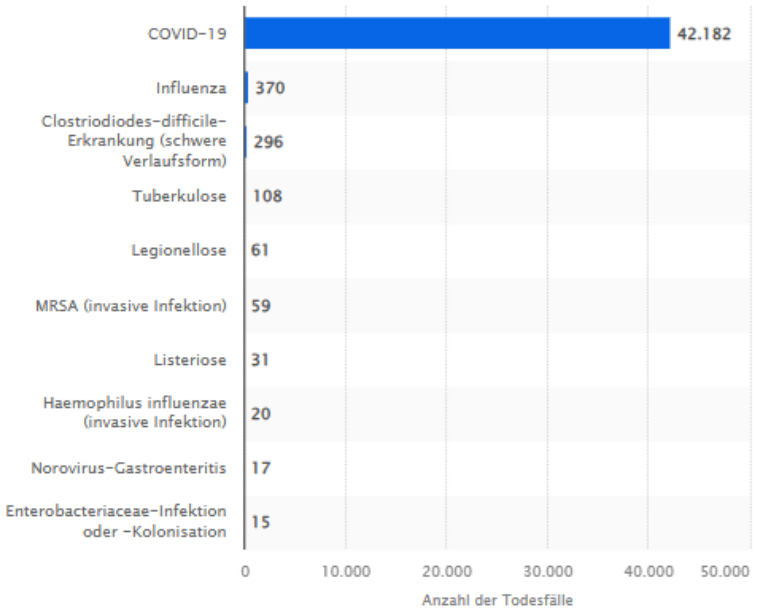

Abbildung 8 Häufigste Todesfälle verschiedener Infektionskrankheiten in Deutschland 2020 (RKI, 2021)

Die aktuelle Lage in Deutschland kann mithilfe eines Infektionsradars des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) nachvollzogen werden, welches durch verschiedene Indikatoren die aktuelle Situation von akuten Atemwegserkrankungen, beispielsweise von Covid-19, in Deutschland zeigt. Dabei werden Daten des RKI genutzt. Das Infektionsradar zeigt die 7-Tage-Inzidenz nach Bundesländern, nach Altersgruppen und im Zeitverlauf dargestellt. Aus diesem ist abzulesen, dass die 7-Tage-Inzidenz am 24. März 2022 mit einer Inzidenz von 1.962 Fällen je 100.000 Einwohner:innen am höchsten war (BMG, 2024b).

2.2.3. Folgen der Covid-19-Pandemie

Die im Rahmen der Covid-19-Pandemie durchgesetzten Lockdowns führten zu einem erhöhten Bedarf an natürlichen Ressourcen, wodurch ein Anstieg bei Wilderei und dem Verkauf und Verbrauch von Wildfleisch, vor allem auf Lebendtiermärkten, verzeichnet wurde (Lehmann et al., 2021, S. 3). Dies war beispielsweise zu Beginn der Corona-Pandemie auf dem Markt in Wuhan (China) der Fall, welcher als möglicher Ursprungsort für das Corona-Virus gilt. Die Tiere auf den Märkten weisen häufig Krankheiten oder eine starke Stressbelastung auf, wodurch das Infektionsrisiko steigt und auf engen Märkten mit einer großen Menge an Tieren schnell verbreitet werden kann. Da solche Märkte von vielen Menschen besucht werden, können sich die Menschen vor Ort bei den Tieren anstecken oder sich über

den Konsum des dort gehandelten Wildtierfleischs infizieren (Wiebers & Feigin, 2020, S. 284). Weiterhin kommt es vermehrt zur Interaktion zwischen Menschen und Wildtieren, wenn beispielsweise in Parks die Fütterung oder Berührung von Wildtieren erlaubt ist. Die Covid-19-Pandemie und die daraus resultierenden Kontaktbeschränkungen haben dazu geführt, dass die Menschen zunehmend solche Parks als Freizeitbeschäftigung aufgesucht haben (Lehmann et al., 2021, S. 3).

Durch die Covid-19-Pandemie ist zudem der Tourismus zurückgegangen, was sich negativ auf die wirtschaftliche Lage ausgewirkt hat. Durch Tourismus generierte Einnahmen können unter normalen Umständen Schutzgebieten oder dem Schutz von Wildtieren zugutekommen (Lehmann et al., 2021, S. 3). Die Pandemie hat in den Medien und in der Gesellschaft große Präsenz gezeigt. Dies war problematisch für den Biodiversitätsschutz und Maßnahmen gegen den Klimawandel. Da die Pandemie direkt die menschliche Gesundheit bedroht, wurde ihr eine höhere Priorität zugeordnet als Krisen wie beispielsweise dem Biodiversitätsverlust oder dem Klimawandel, deren Auswirkungen auf den Menschen nicht direkt sichtbar sind. Insbesondere bei diesen Krisen spielt der Faktor Zeit jedoch eine entscheidende Rolle, um die Auswirkungen auch langfristig begrenzen zu können (Berger et al., 2022, S. 13).

Die zunehmende Verbreitung von Infektionskrankheiten und Ausweitung zu Epidemien oder Pandemien ist das Ergebnis des Biodiversitätsverlustes, der Zerstörung von Lebensräumen und des Eingriffes in die Entwicklung von Wildtierarten (Arvay, 2020, S. 41).

3. Methodik

3.1. Durchführung der Literaturrecherche

Zur Erarbeitung und Beantwortung der Forschungsfrage wird im ersten Schritt eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt. Es sollen verschiedene durchgeführte Studien analysiert und verglichen werden. Zur Durchführung der Literaturrecherche werden zunächst einige wissenschaftliche Datenbanken nach relevanter und

qualitativer Literatur durchsucht. Die genutzten Datenbanken und verwendeten Schlagworte sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1 Datenbanken und Schlagworte der systematischen Literaturrecherche (eigene Darstellung)

Datenbank	Schlagworte	Bool'sche Operatoren
Base	„Biodiversität", „Biodiversitätsverlust", „Covid-19" „Pandemien", „Zoonosen"	„UND" „ODER"
HAW Katalog	„Biodiversitätsverlust", „Covid-19", „Zoonosen", „Infektionskrankheiten"	„UND" „ODER"
Livivo, PubMed	„biodiversity"; „biodiversity loss", „infectious diseases", „Covid-19", „zoonotic diseases"	„AND" „OR"
RKI	„Infektionskrankheiten", „Covid-19", „Pandemieprävention"	„UND" „ODER"
Science Direct	„biodiversity"; „biodiversity loss", „infectious diseases", „Covid-19", „zoonotic diseases", „pandemic prevention"	„AND" „OR"
Scopus	„biodiversity"; „biodiversity loss", „infectious diseases", „Covid-19", „zoonotic diseases", „pandemic prevention"	„AND" „OR"
Springer Verlag	„Biodiversität", „Biodiversitätsverlust", „Pandemien", „Zoonosen", „Covid-19", „Infektionskrankheiten"	„UND" „Oder"

Zur Beantwortung der Forschungsfrage kann eine Reihe von Grundlagenliteratur gefunden werden. Diese Literatur bezieht sich überwiegend auf die letzten fünf Jahre, wodurch aktuelle Daten in die Arbeit einbezogen werden können. Ergebnisse der ersten Literaturrecherchen sind sowohl Fachbücher und Fachartikel aus Fachzeitschriften als auch veröffentlichte Studien. In den Fachartikeln und -büchern ist Grundlagenwissen zu den einzelnen Komponenten der Fragestellung, beispielsweise zu der Entstehung von Infektionskrankheiten oder den Auswirkungen des Biodiversitätsverlustes, zu finden. Die wissenschaftlichen Studien zeigen mögliche Zusammenhänge zwischen dem Biodiversitätsverlust und dem Auftreten von Infektionskrankheiten.

3.2. Erstellung eines Interview-Leitfadens

Zur Unterstützung der Literaturrecherche sollen Daten mithilfe einer qualitativen Methode erhoben werden. Diese besteht in der Durchführung von Interviews mit ausgewählten Expert:innen zu der Thematik. Durch diese Methodik kann ein tieferes Verständnis über den vorliegenden Sachverhalt erreicht werden und die Ergebnisse der Interviews mit den bereits vorliegenden Studien verglichen werden (Wassermann, 2015, S. 53 f.). Ziel der Durchführung eines Expert:innen-Interviews ist es, die vorliegenden Hypothesen aus der Literaturrecherche zu verifizieren oder falsifizieren. Zudem können Informationen über den recherchierten Forschungsstand hinaus erlangt werden (ebd., S. 57). Vor der Durchführung der Interviews wird ein Interview-Leitfaden entwickelt, welcher in Anhang 1 zu finden ist.

3.2.1. Auswählen der Expert:innen

Zur Durchführung der Interviews wurden bundesweit verschiedene Expert:innen angefragt. Charakteristisch für Expert:innen sind ein umfangreiches, spezifisches Wissen zu einem bestimmten Fachgebiet (Wassermann, 2015, S. 51 f.). Zur Auswahl wurde zunächst eine Recherche durchgeführt, um die Expert:innen zu identifizieren. Hierfür sind die Internetseiten verschiedener Institutionen, die sich mit den Themen Biodiversität, Virologie, Umweltforschung, Planetary Health und One Health beschäftigen, durchsucht worden. Als mögliche Institutionen kamen im Laufe der Recherche z.B. der WWF, die Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit (KLUG), Charité Berlin, das Bernhard-Nocht-Institut (BNITM), das Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) und die Stiftung Gesunde Erde – Gesunde Menschen in Frage. Im Folgenden sind Veröffentlichungen von Expert:innen der Institutionen gelesen

worden, um passende Gesprächspartner:innen zu identifizieren. Diese Expert:innen wurden daraufhin per E-Mail angefragt.

Nach Anfrage der Expert:innen war die Durchführung eines Interviews mit drei Expert:innen möglich. Die Rückmeldungen kamen von der Charité Berlin (Expert:in (E) 1), der Internationalen Allianz gegen Gesundheitsrisiken im Wildtierhandel (E2) und dem Bernhard-Nocht-Institut (E3). Die Charité Berlin verfügt über verschiedene Forschungsgruppen, die an der Schnittstelle Biodiversität und Virologie forschen. Die Internationale Allianz gegen Gesundheitsrisiken im Wildtierhandel ist ein Zusammenschluss verschiedener Akteur:innen aus Bereichen wie Human- und Tiermedizin, Naturschutz, aber auch Landwirtschaft, die im Auftrag des BMZ und des BMUV agieren. Ziel dieser Allianz ist es, die Treiber von Pandemien zu identifizieren und somit das Auftreten neuer Zoonosen zu verhindern (BMZ, 2021). Das BNITM ist auf Viruserkrankungen und deren Verbreitung spezialisiert.

3.2.2. Erklärung der ausgewählten Fragen

Der Fragebogen wurde im Laufe der ersten Recherche und des Einlesens in das Thema verfasst. Es wurden insgesamt fünf Kategorien gebildet, welchen im Anschluss offene Fragen zugeordnet wurden. In der ersten Kategorie Einführung werden die Interviewpartner:innen zu ihrem beruflichen Werdegang und ihren bisherigen Berührungspunkten zum Forschungsthema befragt. Dies dient der Einordung der Interviewpartner:innen und der Relevanz ihrer Aussagen für die vorliegende Forschungsarbeit.

Der erste inhaltliche Block umfasst das Thema Biodiversität. Zunächst soll eine Einordnung der aktuellen Lage in Deutschland und die Ursachen für Biodiversitätsverlust behandelt werden, um einen genaueren Überblick über die Hintergründe zu erhalten. Zudem soll die Relevanz der Thematik verdeutlicht werden. Weiterhin soll in dem Abschnitt die Rolle der Menschen und die wechselseitigen Auswirkungen der Biodiversitätskrise und menschlichen Gesundheit beleuchtet werden. Der folgende Block behandelt die Zusammenhänge zwischen der biologischen Vielfalt und dem Auftreten von Infektionskrankheiten. Hier werden spezifische Fragen zur Covid-19-Pandemie gestellt und auch die Rolle von Wirten, beispielsweise Fledermäusen, näher betrachtet. Weiterhin spielen auch die

Chancen der Umsetzung des One-Health-Konzeptes in diesem Abschnitt eine Rolle. Abschließend werden Fragen zur näheren wissenschaftlichen Ausarbeitung wie weiterführende Hinweise zu Studien und Daten gestellt. Der dritte Block des Fragebogens beschäftigt sich mit Handlungsempfehlungen. Hierdurch sollen Ansätze ermittelt werden, wie im Gesundheitssystem, der Politik und der Bevölkerung die Biodiversitätskrise mehr in das Bewusstsein rücken kann. Weiterhin werden Strategien und Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität einbezogen.

Um die im Verlauf des Interviews erfragten Daten und Aussagen richtig einordnen zu können, wird am Ende des Fragebogens noch einmal nach der wichtigsten Maßnahme beim Umgang mit der Biodiversitätskrise gefragt. Weiterhin wird um eine Prognose der Expert:innen für die Zukunft gebeten. Abschließend werden die Expert:innen nach offenen Punkten und Themen zu dem Forschungsthema befragt.

3.3. Durchführung der Interviews

Zur Vorbereitung auf die Interviews wurden Veröffentlichungen der ausgewählten Expert:innen gelesen, um sich spezifisch auf jede:n Expert:in einstellen zu können. Im Vorfeld wurde eine Einverständniserklärung (siehe Anhang 2) erstellt, welche die Interviewten über deren Rechte zum Widerruf sowie den Ablauf der Interviews, die Aufzeichnung und Verschriftlichung aufklärt. Diese Aufklärung erfolgte im ersten Schritt mündlich vor Beginn der Interviews. Die Erklärung wurde den Interviewpartner:innen nach der Durchführung des Interviews zum Unterschreiben per E-Mail zugeschickt. Als Tool für die Durchführung wurde Microsoft Teams genutzt, da ein persönliches Treffen aufgrund der Entfernungen nicht möglich war. Zur Aufzeichnung der Interviews wurde die App *Diktiergerät* auf einem digitalen Endgerät verwendet. Aufgrund der anonymen Nutzung der Daten wurden die Unterschriften und Namen geschwärzt. Die Dauer der Interviews wurde zwischen 30 und 45 Minuten angesetzt. Das erste Interview mit E1 hatte eine Gesprächsdauer von 30 Minuten, E2 45 Minuten und das abschließende Interview betrug 25 Minuten. Interview 3 lag somit leicht außerhalb des geplanten Zeitfensters.

3.4. Datenauswertung

Zur Auswertung der qualitativ erhobenen Daten wurde die qualitative Inhaltsanalyse nach Philipp Mayring (2015) angewendet. Die Inhaltsanalyse untersucht Ergebnisse und Unterlagen aus der Kommunikation zwischen mindestens zwei Personen. Voraussetzung für die Analyse ist, dass die Kommunikation schriftlich festgehalten wurde, z.B. durch ein Transkript. Zudem ist ein systematisches Vorgehen erforderlich (Mayring, 2015, S. 11 f.). Das heißt, dass im Vorfeld der Analyse konkret der Ablauf festgelegt wird, da die qualitative Inhaltsanalyse kein standardisiertes Instrument darstellt. Sie ist je nach konkretem Forschungsgegenstand und zu analysierenden Unterlagen anzupassen (ebd., S. 50 f.).

Zentral bei der Auswertung nach der qualitativen Inhaltsanalyse ist das Bilden von Kategorien, wodurch die Ergebnisse der Analyse nachvollziehbar sind (ebd., S. 51). Aus den drei Interpretationsformen nach Mayring - Zusammenfassung, Explikation und Strukturierung - wurde die Methodik der Strukturierung gewählt (ebd., S. 52). Das Ziel der Strukturierung besteht darin, spezifische Inhalte zu extrahieren oder die Inhalte nach bestimmten Kriterien zu bewerten. Im Rahmen der Strukturierung werden bereits vor der Auswertung die Kategorien und Unterkategorien bestimmt, was auch als deduktive Kategorienanwendung bezeichnet wird (ebd., S. 67 f.). Die Strukturierung unterscheidet weitere Unterformen, die formale, inhaltliche, typisierende und skalierende Strukturierung. Für die Analyse der vorliegenden Interviews wurde die inhaltliche Strukturierung gewählt, die Inhalte aus bestimmten Themenbereichen analysiert (ebd., S. 68).

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte mithilfe des Programm MAXQDA, welches ein Tool zur Analyse qualitativer Daten darstellt. Zunächst wurde ein Transkript der Audiodateien erstellt, welche im Anschluss in MAXQDA überarbeitet wurden. Zur Durchführung der inhaltlichen Strukturierung wurden zunächst basierend auf der Forschungsfrage und den Ergebnissen der Literaturrecherche Kategorien gebildet. Die gebildeten Kategorien sind der Abbildung 9 zu entnehmen.

Abbildung 9 Kategoriensystem inhaltliche Strukturierung (eigene Darstellung)

Anschließend wurde in MAXQDA anhand des Kategoriensystems ein Codesystem erstellt und die einzelnen Transkripte entsprechend kodiert. MAXQDA liefert im Anschluss eine Übersicht über die kodierten Aussagen, welche als Grundlage für die Erstellung einer Excel-Tabelle zur Auswertung genutzt wurde. Ein Ausschnitt der Excel-Tabelle ist dem Anhang 3 zu entnehmen. Um eine genaue Zuordnung zu den Kategorien zu ermöglichen, wurde ein Drei-Schritte-Verfahren nach Mayring angewendet. Dieses sieht vor, dass im ersten Schritt die Kategorien definiert werden, um die Inhalte zuordnen zu können. Zudem werden Kodierregeln aufgestellt, um die Abgrenzungen zwischen den einzelnen Kategorien zu verdeutlichen. Die Aussagen der Expert:innen werden als Ankerbeispiele zugeordnet. Nach dem Kodieren des ersten Transkriptes wurde überprüft, ob die Kategorien geeignet und sinnvoll für die Analyse sind. Im Anschluss wurden die Kategorien zum Teil noch einmal an die Erkenntnisse aus dem Probedurchlauf angepasst und überarbeitet (Mayring, 2015, S. 97 f.). Die Aussagen der Expert:innen wurden im Anschluss entsprechend den einzelnen Kategorien zugeordnet und die Inhalte der einzelnen Aussagen paraphrasiert. Die Paraphrasen wurden dann zusammenfassend in Kapitel 4.2. *Ergebnisse der durchgeführten Interviews* dargestellt und die Aussagen der einzelnen Expert:innen miteinander verglichen (ebd., S. 103 f.).

Für die Durchführung der qualitativen Inhaltsanalyse sind zudem acht inhaltsanalytische Gütekriterien nach Krippendorff definiert worden. Das Kriterium der semantischen Gültigkeit bezieht sich auf eine angemessene Strukturierung der Kategorien, die durch Expert:innen bestätigt werden sollte. Diese Validierung ist aufgrund des kurzen Bearbeitungszeitraumes nicht durchgeführt worden. Die Gültigkeit der Stichprobe ist nicht näher untersucht worden, da es sich bei den Teilnehmenden der Interviews um Expert:innen gehandelt hat, die nach sorgfältiger Recherche und nicht willkürlich ausgewählt wurden. Die korrelative Gültigkeit wurde ebenfalls nicht kontrolliert, da keine ähnlichen Forschungsprojekte, die zur Untersuchung des Themas auf eine andere Methodik zurückgreifen, vorliegen. Die Vorhersagegültigkeit ist nicht gesichert anwendbar, da kein spezifisches Modell oder Theorie untersucht werden. Ein weiteres Kriterium ist die Konstruktvalidität, welche überprüft, ob die recherchierten und erhobenen Daten die Fragestellung beantworten und die Hypothesen verifizieren oder falsifizieren können. Diese konnte für die vorliegende Untersuchung anhand der durchgeführten Analyse bestätigt werden. Die kommunikative Validierung wurde durchgeführt, indem die Ergebnisse der durchgeführten Literaturrecherche in Rücksprache mit den Teilnehmenden der Interviews bestätigt wurden. Die Stabilität der Ergebnisse bei Wiederholung der Datenauswertung und Reproduzierbarkeit durch andere analysierende Personen sind bei der vorliegenden Untersuchung nicht getestet worden. Aufgrund der Tatsache, dass Stabilität und Reproduzierbarkeit nicht angewandt wurden, kann auch die Exaktheit nicht überprüft werden. Die Beachtung der inhaltsanalytischen Gütekriterien ermöglicht, die Ergebnisse zu den Auswirkungen des Biodiversitätsverlustes und den Auswirkungen auf Infektionskrankheiten wissenschaftlich fundiert darzustellen und mögliche Handlungsempfehlungen abzuleiten (Mayring, 2015, S. 125 ff.). Das folgende Kapitel stellt die Ergebnisse der Literaturrecherche und der ausgewerteten Interviews vor.

4. Biodiversitätsverlust und Infektionskrankheiten

4.1. Ergebnisse der Literaturrecherche

In den letzten Jahren haben Studien vermehrt eine Korrelation zwischen dem Biodiversitätsverlust und einem erhöhten Risiko für neu auftretende Zoonosen gezeigt. Aus diesem Grund lässt sich die Verhinderung des Biodiversitätsverlustes auch als präventive Maßnahme zum Schutz der Gesundheit betrachten (Berger et al., 2022, S. 14).

Forschende und Wissenschaftler:innen beobachten einen Zusammenhang zwischen der Artenvielfalt und dem Auftreten von Infektionskrankheiten. Eine große Artenvielfalt bildet eine Art Schutzfunktion gegenüber Infektionskrankheiten. Dieser Zusammenhang wurde erst mit der zunehmenden Zerstörung intakter Lebensräume und dem damit einhergehenden Verlust von Artenvielfalt deutlich (Weber, 2018, S. 191 f.). Das Sicherstellen von intakten Ökosystemen und Biodiversität kann also als präventive Maßnahme gegen das Auftreten von Infektionskrankheiten wirken. Dies liegt daran, dass bei einer Reduzierung der möglichen Wirtsarten Erreger auf andere Wirtskörper umsteigen müssen. Durch das zunehmende Eingreifen der Menschen in verschiedene Ökosysteme kommt es häufiger zu Kontakten zwischen Menschen und Pathogenen. Durch die Zerstörung von Ökosystemen ändert sich der Erregerdruck, sodass invasive und gefährliche Arten dominieren und neue Infektionserkrankungen auftreten können (WHO, 2023, S. 20 f.).

Der Mensch ist zur Sicherstellung der Gesundheit und des Wohlbefindens auf die Natur angewiesen. Der Verlust der Vielfalt in der Natur kann zur Störung wichtiger Prozesse, wie beispielsweise der Bestäubung, führen, aber auch eine direkte Gesundheitsgefahr durch Extremwetterereignisse oder Zoonosen darstellen (WHO, 2023, S. 1). Die Natur leistet für den Menschen Beiträge, durch welche dieser Lebensfähigkeit erlangt. Diese Beiträge werden auch Natures's contributions to people (NCP) genannt. Man unterscheidet zwischen regulierenden, materiellen und unterstützenden sowie kulturellen Beiträgen. Ein kultureller Beitrag wäre beispielsweise die Möglichkeit zur Bildung, da die Vielfalt der Natur und des Lebens viele Forschungsmöglichkeiten bietet. Materiell und unterstützend sind lebensnotwendige Güter wie Energie, Nahrung und Medikamente. Zu den regulierenden Beiträgen zählen z.B. neben der Bestäubung sowie Regulierung der Luftqualität und des Klimas auch die Kontrolle von Schädlingen und Krankheitserregern, unter welchen auch die SARS-CoV-2-Erreger fallen. Die Natur kann durch eine Vielzahl geeigneter Wirte die Übertragungsraten auf den Menschen reduzieren. Diese Beiträge der Natur sind zum Großteil nicht durch von Menschen entwickelte Ersatzlösungen austauschbar (Diaz et al., 2019, S. 25). Eine weitere Folge der anthropogenen Veränderungen von Biodiversität stellt die immer schneller ablaufende biologische Evolution dar. Durch die fortlaufende Veränderung in einer hohen Geschwindigkeit können sich auch Krankheitserreger an immer mehr Wirtskörper anpassen (ebd., S. 30).

„Zu den kritischen Bedürfnissen des Menschen gehören die Bekämpfung von Krankheiten, die Sicherstellung einer ausreichenden Ernährung, eine angemessene Umweltqualität und eine Gesellschaft, in der humane Werte vorherrschen.“

(Calvin Schwabe, Mitbegründer des One Health-Konzeptes, 1984 in Eckerle, 2023, S. 30)

Biodiversität hat verschiedene Wirkungen auf die Verbreitung von Krankheitserregern. Der Verlust von Biodiversität führt häufig zu einer Zunahme von Infektionsereignissen in unterschiedlichen Ökosystemen, unabhängig von der Art des Krankheitserregers, des Wirts, des ökologischen Systems oder der Art der Übertragung (Keesing et al., 2010, S. 647). Handelt es sich bei den aussterbenden Arten um keine oder nicht kompetente Wirte für den Krankheitserreger, steigt die Übertragung von Erkrankungen, da kompetente Wirte folglich oft in größerer Anzahl auftreten (ebd., S. 648). Ein kompetenter Wirt ist ein Lebewesen, das einen Krankheitserreger aufnehmen, in sich tragen und auf andere Lebewesen übertragen kann. Diese Wirte sind häufig Generalisten und somit sehr anpassungsfähig (Keesing & Ostfeld, 2021a, S. 2491).

Um das Risiko für das Auftreten von Zoonosen abschätzen zu können, ist es wichtig, die verschiedenen Arten auf ihre Wirtstauglichkeit zu untersuchen. Nagetiere sind häufig Träger vieler Krankheitserreger. Aber auch Huftiere und fleischfressende Arten beherbergen eine große Anzahl an potenziell zoonotischen Erregern. Eine genaue Einschätzung von Wirten ermöglicht ein gezieltes Monitoring dieser Arten, sodass risikoreiche Arten und Orte für den Menschen identifiziert werden können (Keesing & Ostfeld, 2021b, S. 3). In Abbildung 10 wird die Rolle unterschiedlicher Säugetierarten für das Auftreten von Zoonosen deutlich. Es wurden fünf Säugetierordnungen, welche die häufigsten Quellen für Wirte darstellen, anhand von vier Messgrößen verglichen. Bei den Säugetierordnungen handelt es sich um Raubtiere (Carnivora), Paarhufer und Wale (Cetartiodactyla), Fledertiere (Chiroptera), Primaten (Primates) und Nagetiere (Rodentia). Diese Arten werden anhand folgender Messgrößen untersucht: mittlere Virenanzahl je Wirt für alle Arten der Ordnung (A), mittlere Virenanzahl je Wirt für die Arten, die mindestens ein Virus in sich tragen (B), Anteil aller Arten, die mindestens ein Virus in sich tragen (C) sowie Gesamtzahl der Arten einer Ordnung, die mindestens ein Virus in sich tragen (D). Die Abbildung verdeutlicht, dass Fledertiere, Nager und Primaten als besonders kompetente Wirte gelten. Bei den Nagetieren und Fledertieren ist die Gesamtzahl der Arten, die mindestens ein Virus in sich tragen, sehr hoch. Die

Primaten weisen durchschnittlich eine hohe Virenanzahl pro Art auf. Betrachtet werden dabei die Arten, die mindestens ein Virus in sich tragen (ebd., S. 3 f.).

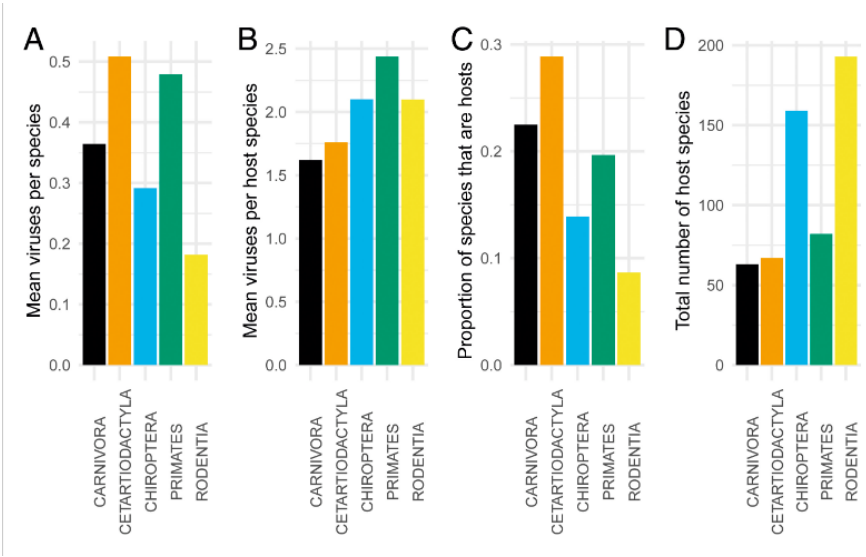

Abbildung 10 Vergleich von fünf Säugetierordnungen als Wirte für zoonotische Erreger (Keesing & Ostfeld, 2021b, S. 4)

Insbesondere durch die Covid-19-Pandemie hat sich die Betrachtung von Fledertieren als Überträger gefährlicher Viren sehr gefestigt. Die hohe mediale Präsenz hat in der Bevölkerung zunehmend zu Forderungen geführt, Fledermausbestände stark zu reduzieren oder vollständig zu eliminieren. Studien haben jedoch bewiesen, dass eine Verringerung, Vertreibung oder Tötung von Fledermäusen und generell von Wirtstieren eher einen negativen Effekt hat. Durch das Schwinden von kompetenten Wirten sind Viren eher dazu bereit, den Wirtskörper zu wechseln, wodurch das Risiko einer Übertragung ansteigt (Eckerle, 2023, S. 110). Neben diesem Aspekt übernehmen Fledermäuse in den von ihnen bewohnten Ökosystemen entscheidende Rollen, die die Funktion des Ökosystems erhalten und sich positiv auf andere Lebewesen, u.a. auch auf den Menschen, auswirken können. Ein Beispiel für eine solche Aufgabe ist der Verzehr von Pflanzenschädlingen und somit die Verhinderung von großen Insektenplagen, die u.a. auch für menschliche Bedürfnisse wichtige Pflanzen befallen und Ernten beeinträchtigen (ebd., S. 117 f.).

Wie die Abbildung 11 zeigt, sind Veränderungen der Landnutzung sowie der Lebensmittelbranche, die Intensivierung der Landwirtschaft und die gleichzeitige Zunahme der Infektanfälligkeit Ursachen für die Entstehung von Zoonosen. Eine mögliche Gegenmaßnahme ist die Verbreitung von natürlichen Fressfeinden oder

Konkurrenten. Somit können kompetente Wirte, die sich unter den genannten Bedingungen leichter vermehren können, auf natürliche Weise reguliert und die Zahl von Krankheitserregern in einem Ökosystem reduziert werden. Handelt es sich um neu aufgetretene Infektionskrankheiten, sollten Hotspots, welche beispielsweise durch zunehmende anthropogene Einflüsse in Lebensräumen entstehen, modelliert und prognostiziert werden. Der Schutz von Ökosystemen und Lebensräumen verhindert einen vermehrten Kontakt zwischen Menschen und Wildtieren und kann somit ebenfalls zur Reduktion von Krankheiten beitragen (Keesing et al., 2010, S. 651).

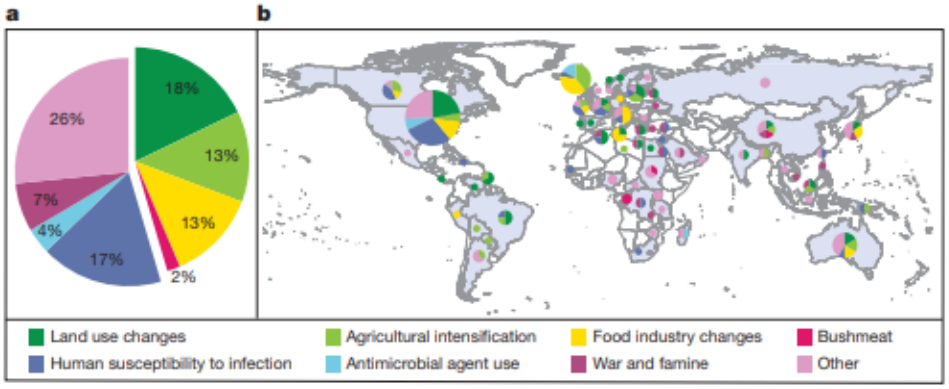

Abbildung 11 Ursachen und Entstehungsorte für das Auftreten von Zoonosen (Keesing et al., 2010, S. 651)

Bezüglich der Veränderungen der Landnutzung gibt es nach Keesing & Ostfeld zwei Hypothesen. Die Veränderungen der Landnutzung führen zu vermehrten Kontakten zwischen Menschen und einem Reservoir unterschiedlicher Krankheitserreger. Die häufigeren Kontakte haben jedoch keine Auswirkung auf die Krankheitserreger selbst. Die zweite Hypothese besagt, dass durch die Veränderungen der Landnutzung Lebensgemeinschaften negativ beeinflusst werden. Dies beeinflusst wiederum das Auftreten von kompetenten Wirten wie Nagetieren und Fledermäusen und kann dafür sorgen, dass sich die Anzahl der Übertragung zwischen den Arten verändert. Der Grund ist das Profitieren kompetenter Wirte von veränderten Landesflächen, z.B. hinsichtlich des Findens von Nahrung (Keesing & Ostfeld, 2021b, S. 4). Problematisch ist, dass diese kompetenten Wirte, die natürlicherweise viele Pathogene in sich tragen, gleichzeitig am wenigsten durch anthropogene Einflüsse gefährdet sind und Arten, welche keine oder seltene Wirte sind, als kritisch gefährdet eingestuft werden. Beim Verlust der biologischen Vielfalt in Ökosystemen ist es wahrscheinlich, dass große Arten mit einer längeren Lebensdauer eher

bedroht sind als kleine, kurzlebige Arten, welche nach aktuellem Stand der Forschung häufiger Wirte für Zoonoseerreger darstellen (ebd., S. 5 f.).

Laut Wood et al. können Biodiversität und Infektionserkrankungen in negativer, positiver und neutraler Position zueinanderstehen. Generell führt Biodiversität in vielen Fällen zu einer Verringerung des Infektionsrisikos. Eine negative Beziehung liegt dann vor, wenn eine hohe Biodiversität Infektionserkrankungen durch Übertragungsstörungen und Wirtsregulierung verhindert, beziehungsweise das Risiko für das Auftreten reduziert. Dies wird als Dilutionseffekt, auch Verdünnungseffekt, bezeichnet. Übertragungsstörungen treten auf, wenn viele weniger kompetente Wirte mit Erregern infiziert werden, was im Folgenden nicht oder selten zu einer Übertragung führt. Je mehr weniger kompetente Wirte in einem Ökosystem leben und das Vorkommen von kompetenten Wirten regulieren, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich Krankheitserreger Menschen als Wirte suchen. Positive Beziehungen entstehen, wenn Krankheitserreger bei hoher Biodiversität nicht reduziert werden, sondern sich besser vermehren können, da eine hohe Vielfalt an Arten viele Wirtskörper bieten kann. Dies wurde insbesondere in Entwicklungsländern beobachtet (Wood et al., 2014, S. 819 ff.).

Ein erstes Beispiel für einen Zusammenhang, der zwischen dem Biodiversitäts-verlust und dem Auftreten einer Infektionskrankheit entdeckt wurde, war die Lyme-Borreliose. Der Erreger wird über Zecken übertragen, welche sich zum Großteil beim Saugen des Blutes von Weißfußmäusen mit dem Erreger infizieren. Diese Mäuse stellen das Hauptreservoir für Borrelia-Bakterien dar und vermehren sich insbesondere in Ökosystemen mit geringerer Artenvielfalt, da dort weniger Konkurrenz und Fressfeinde vorhanden sind, sodass Mäuse mehr Nahrung und Ruhemöglichkeiten finden. Dies zeigt den Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Erkrankung und einer geringen Biodiversität (Granter et al., 2016, S. 644).

Die Covid-19-Pandemie hatte auf die Natur einen positiven Einfluss. Durch die Lockdowns wurden Lebewesen in ihrer natürlichen Umgebung weniger bis gar nicht durch den Menschen gestört. Weiterhin konnten sich Ökosysteme und Pflanzen erholen und für Tierarten einen ausgewogenen Lebensraum bieten. Auch die Umweltverschmutzung ist durch die Pandemie reduziert worden, da beispielsweise

weniger Straßenverkehr und weniger Flugverkehr vorhanden waren (Dey, 2020, S. 33).

Vergangene Studien haben einen negativen Einfluss von einer hohen Biodiversität in einer intakten Umwelt gezeigt, da eine solche Umgebung als Faktor für das vermehrte Auftreten von Zoonosen vermutet wurde. Laut neuen Forschungsergebnissen vermehren sich viele kompetente Wirtstiere jedoch eher in Landschaften, in welchen die Menschen über eine hohe Präsenz verfügen (Berger et al., 2022, S. 27). Dies ist damit zu erklären, dass menschengemachte Veränderungen wie Gebäude oder Kanalisationen für einige Arten Lebensräume bieten können und beispielsweise das vermehrte Aufkommen von Abfällen neue Nahrungsquellen erschließen kann (Shochat et al., 2010, S. 200 f.).

Ein Kapitel des Buches „Covid-19 and the Sustainable Development Goals“ aus dem Jahre 2022 beschreibt die globalen Auswirkungen des Verlustes biologischer Vielfalt auf die Verbreitung von pandemischen Erkrankungen anhand des Beispiels Covid-19. Es werden die Treiber untersucht, die zum Auftreten von Infektionskrankheiten führen. Die Biodiversitätskrise wurde als neuer Treiber miteingeschlossen. Ziel ist das Entwickeln neuer Lösungsansätze für eine frühzeitige Prognose und bestenfalls Verhinderung von Infektionserkrankungen. Dabei werden Verbindungen zu den SDGs aufgezeigt (Brema et al., 2022, S. 305 ff.). Die in dem Kapitel dargestellten Inhalte zeigen, dass Faktoren, welche den Klimawandel und den Biodiversitätsverlust begünstigen, auch die Gefahr für das Auftreten von Infektionskrankheiten erhöhen. Beispielsweise wird eine vermehrte Nutztierhaltung als Auslöser genannt, da so Infektionen von Tieren schneller auf Menschen übertragen werden können. Eine Reduzierung der Nutztierhaltung hätte sowohl Vorteile für die menschliche Gesundheit als auch für den Klimawandel: Weniger Nutztiere verringern das Risiko, dass Erreger von den Tieren auf den Menschen überspringen. Gleichzeitig ist die Nutztierhaltung einer der Hauptverursacher für hohe Treibhausgasemissionen, welche durch eine Reduzierung signifikant sinken würden. Ein weiteres Problem stellt die Abholzung der Wälder dar, wodurch Lebensraum z.B. für Fledermäuse verloren geht. Die Fledermäuse, welche auch als Überträger des Covid-19-Virus gelten, müssen dadurch ihre Ruhestätten vermehrt in der Nähe des Menschen suchen, beispielsweise unter den Dachrinnen. Der Kot der Fledermäuse kann dann

wiederum z.B. die Fensterbänke beschmutzen und bei der Reinigung können sich Krankheitserreger übertragen (ebd., S. 313; Reusswig, 2022, S. 27). Auch ein Scoping-Review von Robinson et al. unterstützt die beschriebenen Ergebnisse (Robinson et al., 2024, S. 3 ff.).

Ein Fachartikel von Khetan beschreibt die Auswirkungen des Rückgangs von biologischer Vielfalt auf das Risiko von neu aufgetretenen Infektionskrankheiten. Demnach machen Zoonosen den größten Anteil der neu aufgetretenen Infektionskrankheiten aus. Diese Zoonosen werden zum Großteil von Wildtieren übertragen. Als aktuelles Beispiel wird Covid-19 genannt. Da immer mehr Arten vom Aussterben bedroht sind, sind Viren und andere Erreger darauf angewiesen, sich genetisch weiterzuentwickeln und zum eigenen Überleben die Wirtskörper zu wechseln. Das zunehmende Artensterben in Kombination mit der starken Verbreitung des Menschen begünstigt folglich, dass Erreger immer häufiger auch den Menschen als Wirtskörper nutzen. Menschen haben schon immer eine Rolle beim Artensterben gespielt. Problematisch an der aktuellen Entwicklung ist, dass sich die Aussterberaten um das 100- bis 1000-fache erhöht haben und sich innerhalb der kommenden 50 Jahre nochmals schätzungsweise um das 10- bis 100-fache erhöhen werden (Khetan, 2020, S. 2746). Notwendige Maßnahmen, die in dem Artikel genannt werden, sind u.a. die Reduzierung der landwirtschaftlichen Ausweitung und somit der Entwaldung sowie die Reduzierung des Fleischkonsums, um den Anbau von Soja zu reduzieren. 80 % der angebauten Sojabohnen werden als Futtermittel für Nutztiere verwendet (ebd., S. 2746 f.).

Neue Forschungsergebnisse der letzten Jahre deuten somit auf ein geringeres Expositionsrisiko für Infektionskrankheiten bei einer ausgeglichenen Biodiversität hin. Mit diesen Ergebnissen kann die These, dass eine intakte Umwelt mit einer großen genetischen Vielfalt eine Quelle für Krankheitserreger und somit ein Risiko darstellt, zunehmend zurückgewiesen werden. Es bedarf jedoch noch weiterer Forschungsarbeit, um kausale Zusammenhänge nachweisen zu können (Reusswig, 2022, S. 27).

Eine weitere Studie, welche von Astorga et al. im Juni 2023 veröffentlicht wurde, beschäftigt sich mit aktuellen Möglichkeiten und Hindernissen, die im Rahmen der

Nutzung von Informationen und Daten über Biodiversität zur Untersuchung von Infektionskrankheiten und Zoonosen auftreten. Zur Erforschung von Zoonosen werden zunehmend Biodiversitätsdaten verwendet, welche Aufschlüsse über die Struktur, Ökologie, das Habitat, die Klassifikation und die Molekularstruktur von Arten geben. Diese Daten werden auf Portalen oder Plattformen zur Verfügung gestellt, beispielsweise auf der Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Diese verfügt über zwei Milliarden Daten zum Vorkommen von Arten (Astorga et al., 2023, S. 1 f.). Neben der Datennutzung für die Analyse von Infektionskrankheiten werden Biodiversitätsdaten auch in Bereichen wie dem Naturschutz oder Wildtier-management eingesetzt. Im Bereich der Forschung zu Infektionskrankheiten werden insbesondere Daten zum Vorkommen von Krankheitserregern und weiteren Organismen, die bei der Verbreitung von Krankheiten eine Rolle spielen, benötigt. Diese Daten können z.B. dann Nutzung finden, wenn die Verbreitung von Vektoren und Krankheitserregern modelliert wird. Im Rahmen der Untersuchung sollen Studien, die sich mit der menschlichen Gesundheit beschäftigt haben und zu diesem Zweck auf Biodiversitätsdaten zurückgegriffen haben, analysiert werden. Hierzu wird ein Vergleich verschiedener Studien, die auf Daten der GBIF basieren, mit Studien basierend auf anderen Datenquellen durchgeführt (ebd., S. 2). Ergebnis des Vergleichs ist, dass Biodiversitätsdaten in der Forschung von Infektions-krankheiten zunehmend eine bedeutende Rolle einnehmen. Die Erreger sind häufig Zoonosen oder vektorbedingte Erkrankungen. In der GBIF sind insbesondere Daten über Mücken, Fledermäuse und Nagetiere zu finden. Mithilfe der Daten ist ein besseres Verständnis über die Verteilung und Ausbreitung von solchen Arten, die für den Menschen gefährliche Krankheiten übertragen, möglich (ebd., S. 4 f.).

Zoonosen wie das Corona-Virus entstehen wie bereits genannt durch die Tatsache, dass viele Tierarten durch den menschlichen Einfluss auf immer kleinerem Lebensraum zusammenleben müssen und es so zu mehr Übertragungen kommen kann. Auch die Massentierhaltung birgt Gefahren für die menschliche Gesundheit, da es hier ebenfalls zu vermehrten Infektionen kommen kann. Da nicht bei jedem Wirtskörper eine Infektion mit Symptomen ausbricht, können sich die Erreger teilweise vermehren, ohne dass dies erkannt wird (Arvay, 2020, S. 148).

Eine Studie von Keesing und Ostfeld hat sich mit Dilutionseffekten in der Krankheitsökologie beschäftigt. Ein Dilutionseffekt beschreibt den Mechanismus,

wenn eine hohe Biodiversität die Übertragungshäufigkeit eines Pathogens mindert (Keesing & Ostfeld, 2021a, S. 2490 f.). Lebt eine Art, die kompetente Wirte bietet, zwischen vielen nicht kompetenten Wirten, haben Viren eine geringere Chance, zum geeigneten Zeitpunkt den nächsten passenden Wirt zu finden, sodass sich die Übertragungsraten verringern (Eckerle, 2023, S. 191). Für das Auftreten von Dilutionseffekten gibt es zwei zu beachtende Kriterien. Zum einen muss die Wirtsfähigkeit zwischen den einzelnen Arten eines Systems unterschiedlich sein. Das zweite Kriterium stellt eine hohe Biodiversität dar, sodass die Übertragung der Erreger von kompetenten Wirten eingeschränkt wird (Keesing & Ostfeld, 2021a, S. 2494).

Abbildung 12 zeigt die möglichen Zusammenhänge zwischen Biodiversität und dem Risiko einer Erkrankung. Der Graph mit der nicht-monotonen rechtsschiefen Verteilung verdeutlicht den Dilutionseffekt, während der nicht-monotone linksschiefe Graph den Amplifikationseffekt (Verstärkungseffekt) zeigt. Der Graph des Dilutionseffektes zeigt, dass eine geringe Wirtsdiversität zu einer hohen Krankheitslast führen kann, da die in geringer Anzahl vorkommenden Arten meist kompetente Wirte für die Erreger darstellen und in hoher Dichte infiziert werden. Mit dem Anstieg der Artenvielfalt haben Krankheitserreger Probleme, geeignete Wirte zu finden. Der Amplifikationseffekt tritt insbesondere bei nicht spezialisierten Krankheitserregern auf. Viele Arten in einem System, die kompetente Wirte sind, können die Entstehung von Krankheiten fördern, wenn es sich um nicht spezialisierte Erreger handelt. Für diese können viele Arten eine hohe Anzahl an Wirten bieten und zu höheren Infektionsraten führen. Das Auftreten von Dilutions- oder Amplifikationseffekten ist von den einzelnen Ökosystemen und der betrachteten Krankheit abhängig (Halliday & Rohr, 2019, S. 2).

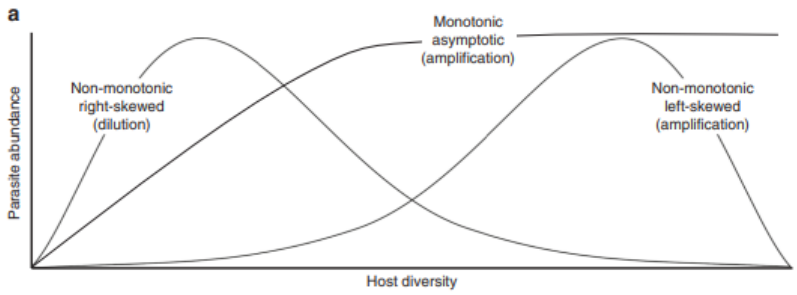

Abbildung 12 Mögliche Zusammenhänge zwischen Biodiversität und Krankheitsrisiko (Halliday & Rohr, 2019, S. 2)

Eine weitere Möglichkeit, wie eine hohe Biodiversität Infektionen unterbinden kann, liegt dann vor, wenn in einem Gebiet eine geringe Anzahl an kompetenten Wirten vorkommt. Gründe hierfür können eine hohe Anzahl an Konkurrenten oder Raubtieren sein (Keesing & Ostfeld, 2021a, S. 2495). Forschungsergebnisse zeigen, dass bestimmte Taxa eine höhere Wahrscheinlichkeit besitzen, als Wirte kompetent zu sein. Bei diesen wurde eine stärkere Vermehrung bei einer geringen Biodiversität festgestellt (ebd., S. 2501).

Abbildung 13 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen Biodiversität und dem Auftreten von Zoonosen. Sie verdeutlicht, inwiefern der Verlust von biologischer Vielfalt sich auf die Verbreitung von Krankheitserregern auswirkt (Keesing & Ostfeld, 2021b, S. 2).

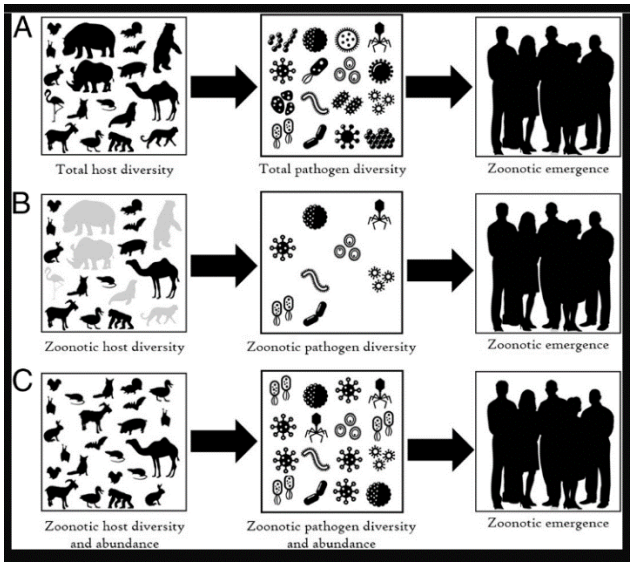

Abbildung 13 Zusammenhang zwischen Biodiversität und dem Auftreten von Zoonosen (Keesing & Ostfeld, 2021b, S. 2)

Modell A zeigt, dass in Ökosystemen mit einer hohen Biodiversität eine Vielzahl verschiedener Arten lebt, welche untereinander komplexe Beziehungen aufweisen. Zu diesen Beziehungen zählt beispielsweise das Räuber-Beute-Verhältnis. Die Arten können in der Theorie alle als Wirte für eine Vielzahl von Krankheitserregern dienen, deren Anzahl in einem biodiversitätsreichen Lebensraum entsprechend höher ist. Durch die Vielfalt an Arten wird das Risiko eines zoonotischen Ausbruchs reduziert. Die gegebene Vielfalt verhindert, dass bestimmte kompetente Wirte in zu großen Mengen vorkommen und sich zu stark vermehren. Dieses Modell wird als Modell der totalen Wirtsvielfalt bezeichnet (ebd.). Modell B der Abbildung 12

beschreibt das Modell der zoonotischen Wirtsvielfalt. Wenn durch den Verlust der Biodiversität die Vielfalt der Arten in einem Ökosystem abnimmt, dominieren kleine Arten wie z.B. Nagetiere in dem System. Ratten und Mäuse sind beispielsweise kompetentere Wirte als Nashörner oder Bären, da sie aufgrund ihrer geringeren Lebensdauer und einem schlechteren Immunsystem anfälliger für Infektionserkrankungen sind und somit häufiger als Wirte fungieren. Um das Risiko für das Auftreten von Zoonosen abschätzen zu können, ist es notwendig, dass die Vielfalt der möglichen zoonotischen Wirte in einem Ökosystem bestimmt wird (ebd., S. 2 f.) Das letzte Modell C der Abbildung 12 zeigt die zoonotische Wirtsvielfalt und -häufigkeit. Bei Verlust der Biodiversität und einem wie in Modell B erklärten höherem Vorkommen von kompetenten Wirten steigt die Häufigkeit von Krankheitserregern und es kommt zunehmend zu einem Überfluss an Erregern. Dieser Überfluss an kompetenten Wirten und Krankheitserregern erhöht das Risiko einer Übertragung auf den Menschen (ebd., S. 3).

Der One Health Ansatz hat sich ursprünglich aus der Epidemiologie der Zoonosen entwickelt. Bei diesem Ansatz werden insbesondere die Beziehungen zwischen der Gesundheit von Tieren, der Umwelt und der menschlichen Gesundheit betrachtet, um diese zu erhalten oder zu verbessern (Graalmann et al., 2024, S. 13). Er wird auch als eine Handlungsorientierung genutzt, welche den Fokus auf die Umwelt legt (Verbeek et al., 2023, S. 593). Der One Health Ansatz zeigt damit, dass die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen eng mit einer gesunden Umgebung verknüpft sind (BMZ, 2022). Diese Berücksichtigung ist hinsichtlich der gesundheitlichen Folgen durch den Biodiversitätsverlust notwendig, um geeignete Maßnahmen ergreifen zu können. One Health ist ein wichtiger Ansatz für Forschungsfelder wie Pandemieprävention, -vorsorge und -reaktion (Verbeek et al., 2023, S. 594).

4.2. Ergebnisse der durchgeführten Interviews

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse dargestellt und erläutert. Die beschriebenen Ergebnisse orientieren sich an den bereits in Kapitel 3.2.2. *Erklärung der ausgewählten Fragen* vorgestellten Fragen, die in den durchgeführten Interviews gestellt worden sind, um die untersuchte Forschungsfrage „Welchen Einfluss nimmt der Verlust der Biodiversität auf die

Verbreitung von Infektionskrankheiten am Beispiel der Covid-19-Pandemie in der deutschen Bevölkerung?“ zu beantworten.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden die Expert:innen zunächst gebeten, den Begriff Biodiversität aus ihrer Sichtweise zu erläutern. Biodiversität wird als die Vielfalt von Arten, Ökosystemen und Genen beschrieben. E1 und E3 haben die Vielfalt von Krankheitserregern spezifisch als Beispiel genannt (E1, Pos. 7; E3, Pos. 10). E2 hat neben der Definition betont, wie wichtig Biodiversität für eine hohe Resilienz und Anpassungsfähigkeit ist, „*weil […] je mehr wir an genetischer Information eben auch haben, desto resilienter sind wir halt auch. […] Also jede Spezies hat sich irgendwann in eine Richtung entwickelt, in der Anpassung an eben bestimmte Umweltbedingungen. Und wir brauchen diese Gene und das Wissen, was darin steckt, um uns jetzt halt auch künftig so anpassen zu können."* (E2, Pos. 15).

Der aktuelle Zustand der Biodiversität in Deutschland ist laut den Expert:innen kritisch zu sehen. So ist nach E1 ein hoher Rückgang an Insekten in Deutschland, eine starke Abholzung der Wälder und Trockenlegung der Moore zu verzeichnen (E1, Pos. 9). E1 und E2 stimmen darin überein, dass die intensive landwirtschaftliche Nutzung von Flächen dazu führt, dass wenig natürliche Flächen vorhanden sind (E1, Pos. 9; E2, Pos. 9). Jedoch ist in Deutschland insbesondere im Bereich der wirbellosen Tiere und Böden noch Vielfalt vorhanden (E2, Pos. 9&11). E2 nennt zudem globale Zahlen in der folgenden Aussage: „*[…] also wir kennen ja ungefähr 2 Millionen Spezies und es wird geschätzt zwischen acht und 10 Millionen gibt es, das heißt, ein Großteil kennen wir auch noch gar nicht. Das sind natürlich auch in erster Linie Wirbellose, muss man dazu sagen. Und dann wird geschätzt ungefähr, dass wir rund zwischen 100 und 200 Spezies pro Tag verlieren“* (E2, Pos. 9&11). Die Arten, die besonders bedroht sind, sind auf der Red List der International Union for the Protection of Nature (IUCN) zu finden (E2, Pos. 13).

Die Ursachen für den Verlust von Biodiversität sind in der Aussage von E2 komprimiert zusammengefasst: *"Und ja, das ist einmal Habitatverlust, also einfach Zerstörung der Ökosysteme, Exploitation of Organisms, also halt die Ausbeutung, […] eben Wildtierhandel und aber auch Wildartenhandel, auch natürlich Pflanzen*

und Holz usw. Dann auf Platz drei ist die Klimakrise, also Klimaveränderung, wobei das jetzt scheinbar sich wohl zu verschieben scheint, also seit 2019 hat sich das wohl auch noch mal ein bisschen verändert und Klima wird tatsächlich da wichtiger. Und dann Verschmutzung […] ist auf Platz vier und auf Platz fünf sind die invasiven Arten. Also das sind die Top fünf und auch das wird sich immer mal wieder ein bisschen verschieben, aber vieles davon hängt eben auch miteinander zusammen und steht im unmittelbaren Zusammenhang. Also Habitatszerstörung steht häufig auch im Zusammenhang mit der Extraktion von Lebewesen und umgekehrt Ökosysteme werden über die Extraktion von Lebewesen natürlich auch belastet oder zerstört und dadurch auch eben Habitate degradiert oder Ökosysteme degradiert." (E2, Pos. 17). E1 betont insbesondere die Landnutzungsveränderungen und den Klimawandel (E1, Pos. 13). E3 bekräftigt in seinen Aussagen, dass die Ursachen für den Biodiversitätsverlust zum Großteil durch den Menschen erfolgen (E3, Pos. 12&16).

Zu den gesundheitlichen Folgen der Biodiversitätskrise nennt E2, dass die menschlichen Grundbedürfnisse wie Medikamente, Nahrung, Wasser und saubere Luft von einer intakten Umwelt abhängig sind. Nutzpflanzen können ohne Vielfalt in den Böden nicht gedeihen und die Böden werden nicht dauerhaft zu nutzen sein. Zudem schützen intakte Ökosysteme vor Naturkatastrophen, die durch den Klimawandel vermehrt auftreten (E2, Pos. 19). Darüber hinaus wird der positive Einfluss auf die psychische Gesundheit erwähnt (ebd., Pos. 29). Alle drei Expert:innen nennen durch den Verlust von Vielfalt ein höheres Risiko für die Entstehung von Zoonosen (E1, Pos. 17; E2, Pos. 19; E3, Pos. 14). E3 sagt, *„dass bestimmte Arten, die […] eher Pathogene auf den Menschen übertragen (...) eben häufiger werden und andere verdrängen und dadurch auch ein Risiko entsteht, dass eben Pathogene mit einer höheren Wahrscheinlichkeit auf den Menschen übertragen werden"* (E3, Pos. 14). Die Gründe für ein gesteigertes Risiko von Übertragungen sind die dichte Besiedlung von Städten und die zunehmende Tierhaltung auf engem Raum, wodurch der Mensch und seine Nutztiere vermehrt mit Wildtieren in Kontakt kommen (E1, Pos. 17&21; E3, Pos. 14). Studien zufolge sind in Gebieten mit einer hohen Vielfalt die Übertragungsraten geringer, sodass bei Eingreifen des Menschen in intakte Ökosysteme das Risiko steigt, dass die Erreger auf den Menschen überspringen (E3, Pos. 14). Für die Covid-19-Pandemie ist eine vermutete Ursache die Marderhundhaltung. Durch deren dichte Haltung und das regelmäßige Integrieren von Tieren aus der Wildnis konnte sich das Virus innerhalb

der Population vermehren. Die aus der Wildnis eingeführten Marderhunde hatten vermutlich Kontakt zu infizierten Fledermäusen. Marderhunde sind somit ein möglicher Zwischenwirt für das Corona-Virus, welcher die Übertragung auf den Menschen durch den engen Kontakt ermöglicht haben könnte (E1, Pos. 21). E2 bestätigt, dass die Pandemie aus einem Erreger entstand, zu dem Menschen vorher keinen Kontakt hatten und sich Menschen durch das Eindringen in Ökosysteme mit dem Erreger infiziert haben (E2, Pos. 19). Auch E3 nennt die Zerstörung von Habitaten und Nutztierhaltung in vorher unberührter Fläche als Gründe, warum Covid-19 auf den Menschen übertragen wurde (E3, Pos. 16).

Ein möglicher Überträger des Covid-19-Virus sind Fledermäuse, wie alle drei Expert:innen bestätigen (E1, Pos. 23; E2, Pos. 19; E3, Pos. 16). Dennoch sollten Fledermäuse nicht generalisiert als Bedrohung angesehen oder bejagt werden (E1, Pos. 23). E1 und E2 benennen die wichtigen Funktionen von Fledermäusen in Ökosystemen. So sagt E2: *„Also Fledermäuse tragen bekanntermaßen einfach aus verschiedenen Gründen halt sehr, sehr viele Erreger, die auch das Potenzial haben, auf Menschen überzuspringen. Aber zum Beispiel, Fledermäuse fangen halt auch sehr viele Insekten weg, die Vektoren sind für die Übertragung von Infektionskrankheiten. Also […] eine Fledermaus kann bis zu 4000 Mücken pro Nacht fressen. […] Und […] das kann man natürlich jetzt schwer gegeneinander aufwiegen, aber viele Infektionskrankheiten, die eben über Vektoren übertragen werden, können eben auch dadurch im Zaum gehalten werden. Also das ist eben auch eine wichtige sozusagen Ökosystemleistung […]."* (E2, Pos. 19). E3 ergänzt hierzu, dass die Jagd auf Wildtiere und der Verkauf auf Wildtiermärkten den Kontakt zwischen Menschen und Wirtstieren fördert, woran Wirtstiere keine Schuld tragen (E3, Pos. 16). E1 betont, dass die Vernichtung ganzer Arten zu einem ökologischen Ungleichgewicht führt, da jede Art eine Funktion in Ökosystemen übernimmt (E1, Pos. 23). Anstelle des Bejagens von Wirtstieren sollten Pufferzonen geschaffen werden, um Kontakte zwischen Wildtieren und Menschen zu verringern (ebd.). Nach E2 ist es zudem notwendig, Wildtiere nicht nur als mögliche Wirte zu benennen, wie die Aussage *„also auf gar keinen Fall Wildtiere jetzt einfach nur als Reservoire für Pathogene darzustellen, sondern immer zu kommunizieren, was sie eben auch für eine wichtige Rolle spielen […] in diesen komplexen Systemen, die halt überhaupt die Grundlagen für unsere Gesundheit erst erschaffen und erhalten"* zeigt (E2, Pos. 21).

In der Literatur werden häufig der Dilutions- oder Amplifikationseffekt zur Erklärung des Zusammenhanges zwischen Biodiversitätsverlust und dem Auftreten von Infektionskrankheiten genutzt. E1 erklärt den Dilutionseffekt wie folgt: *„Dann sind einfach weniger kompetente Wirte, also die den Erreger vermehren können, vorhanden und die Übertragung findet nicht so effektiv statt oder häufig. Und dadurch, weil halt eben auch sehr viele nicht infizierbare, also nicht kompetente, Wirte vorhanden sind und dadurch verdünnt sich quasi so die Erregerlast.“* (E1, Pos. 17). Der Amplifikationseffekt ist laut E1 aus theoretischen Modellen abgeleitet und empirisch zum jetzigen Stand nicht nachgewiesen worden (E1, Pos. 19). E2 distanziert sich aufgrund der nicht eindeutigen Studienlage eher von den beschriebenen Effekten, da die Studien häufig einen ganzheitlichen Ansatz vernachlässigen und weitere gesundheitliche Aspekte nicht einbeziehen (E2, Pos. 23). E3 unterstützt die Aussage von E1 und merkt an, dass der Schutz von Biodiversität das Risiko für Infektionskrankheiten eher verringert als erhöht (E3, Pos. 20&22).

Bei der Befragung zum Nutzen von Konzepten wie dem One Health Konzept bestätigen zwei Expert:innen (E1 und E2), dass ein solches Konzept sinnvoll ist, um die Zusammenhänge zwischen der Umwelt und der menschlichen Gesundheit aufzuzeigen (E1, Pos. 25; E2, Pos. 5). Nach E1 basiert das Konzept One Health darauf, *„dass […] das Ökosystem gesund ist, also dass quasi die Natur, die Tiere und der Mensch […] [gesund sind]“* (E1, Pos. 25). E1 stellt die Frage nach der Umsetzbarkeit des Konzeptes (ebd.), während E2 kritisiert, dass die Umweltkomponente häufig zu kurz kommt. Dies sei insbesondere durch fehlende wirtschaftliche Erträge und ein fehlendes Interesse in der Gesellschaft zu erklären (E2, Pos. 5). Diese Tatsache und die Sinnhaftigkeit des One Health Ansatzes wird in der folgenden Aussage deutlich: *„Also wir haben da leider sehr wenig Interesse daran, andere Lebewesen gesund zu halten und da […] halte ich immer noch diese Konzepte für hilfreich, aufzuzeigen, dass wir nicht gesund bleiben werden, sein können und sein werden in der Zukunft, wenn wir uns nicht auch das Wohlergehen von anderen Lebewesen und diese Zusammenhänge einfach anschauen."* (E2, Pos. 5).

Bezüglich des aktuellen Forschungsstandes ist die Studienlage zu dem Zusammenhang von Biodiversitätsverlust und der Covid-19-Pandemie laut E1 und

E3 noch gering, während für andere zoonotische Erreger bereits Studien veröffentlicht worden sind (E1, Pos. 15&27; E3, Pos. 14). E1 sagt, dass für die Covid-19-Pandemie noch keine empirische Studie publiziert wurde, *„[…] die nicht so Perspektiven-Meinungsartikel [ist]“* (E1, Pos. 29). Laut E2 ist die Datenlage für bedrohte Tierarten zum Teil noch zu gering, wodurch eine Einschätzung des aktuellen Standes der Biodiversität erschwert ist (E2, Pos. 13). Ein positives Beispiel für eine deutsche Studie sei die Krefeld-Studie zum Insektenverlust in Deutschland (ebd., Pos. 11). Relevante Daten zur Biodiversität sind in dem Global Report des Weltbiodiversitätsrates (IPBES) zu finden, u.a. zu den Ursachen des Biodiversitäts-verlustes (ebd., Pos. 17). Alle drei Expert:innen stimmen darin überein, dass die Studienlage zu Dilutions- und Amplifikationseffekten nicht eindeutig ist (E1, Pos. 19; E2, Pos. 23; E3, Pos. 14). E2 sagt hierzu: *„Also das letzte Review, was ich dazu gelesen habe, […] von 2018, glaube ich, da war es dann unterm Strich ein bisschen mehr Dilution als Amplifikation, aber ich finde es eben auch sehr, sehr schwarz-weiß gedacht, weil es eben auch wieder nur auf die Erreger und immer nur auf bestimmte Erreger fokussiert. Also […] Studien, die ich dazu mir angeguckt habe, sind selten komplexer oder holistischer und ziehen eben viele andere Aspekte, die eben wichtig sind für die Gesundheit, überhaupt nicht mit ein."* (E2, Pos. 23). E2 nennt Beispiele für Veröffentlichungen, die den Zusammenhang zwischen Biodiversität und Gesundheit zeigen, beispielsweise von The Lancet oder vom British Medical Journal (BMJ) (E2, Pos. 31). E3 betont hinsichtlich der Studienlage zum Zusammenhang zwischen Biodiversitätsverlust und dem Auftreten von Infektionskrankheiten, *„das nachzuweisen, jetzt auch zum Beispiel experimentell, das ist alles andere als trivial."* (E3, Pos. 14).

Im Folgenden wurden die Expert:innen hinsichtlich möglicher Handlungs-empfehlungen zum Schutz von Biodiversität und der Prävention von Pandemien befragt. E1 und E2 nennen als langfristige Maßnahme, dass der Fokus mehr auf den Schutz von großen Ökosystemen gelegt werden muss, indem beispielsweise Nationalparks mehr durch Zäune oder Gräben abgeriegelt werden (E1, Pos. 41; E2, Pos.13). E2 bestätigt, dass der Schutz von Ökosystemen langfristig dem Schutz einzelner Arten vorgezogen werden sollte *„Und wenn man eine Spezies schützt, kann man natürlich das auch nutzen, […] um das Habitat und damit Ökosysteme zu schützen. Aber letztendlich geht es eigentlich darum, weniger einzelne Spezies zu schützen, sondern wirklich ganze Ökosysteme eben zu schützen und die Tiere halt dann darin und Pflanzen natürlich auch und andere Lebewesen."* (E2, Pos. 13).

Sofern das Aussterben von prägnanten Arten wie dem Nashorn nicht verhindert werden kann, sollte dies aus Sicht von E2 zur Aufklärung und Kommunikation der Problematik genutzt werden (ebd.). E3 nennt als wichtige Maßnahme, dass global geeignete Ressourcen zur Verfügung gestellt werden müssen, mit denen Schutzgebiete aufgebaut und die Biodiversität geschützt werden können (E3, Pos. 30). E2 betont die Notwendigkeit und Chance, Konzepte wie One Health zu nutzen, um die Relevanz der Gesundheit von Lebewesen für die menschliche Gesundheit darzustellen (E2, Pos. 5). Zudem sehen E1 und E2 einen Handlungsbedarf in der Landwirtschaft und dem Ernährungssystem (E1, Pos. 41; E2, Pos. 27). Die Erforschung von Schnittstellen zwischen Menschen und Wildtier ist wichtig, um die Ursachen von Infektionskrankheiten besser verstehen zu können: *„Und daher gucken wir uns eine wichtige Schnittstelle an mit Wildtieren, nämlich den Handel und Konsum, und damit meinen wir alles legal, illegal, national, international, lebend, tot, […] auch die Zucht für Pelze [...]. Damit beschäftigen wir uns und versuchen eben auch noch mal stärker darauf hinzuwirken, dass eben die Primärprävention wirklich berücksichtigt wird in der Pandemieprävention, also dass wir wirklich an die Ursachen gehen. Und unser Ansatz ist halt auch immer ein integrierter, also es geht uns nicht nur um die Gesundheit der Menschen, […] weil es sich eben auch gerade nicht trennen lässt. Das heißt, wir gucken immer, dass unsere Lösungen und Ansätze immer synergistisch sind, eben mit dem Schutz der biologischen Vielfalt."* (E2, Pos. 5).

Bezüglich Maßnahmen für das Gesundheitssystems in Deutschland sagt E1, dass dieses während der Covid-19-Pandemie ein Vorbild für viele andere Nationen war, da in der ersten Welle die Todeszahlen gering waren und die Vorsichtsmaßnahmen zum Schutz der vulnerablen Bevölkerungsgruppen gedient haben (E1, Pos. 31). E1 beschreibt das Problem während der Covid-19-Pandemie wie folgt: *„Die Frage ist halt, was hat da nicht mehr funktioniert? Warum war es dann plötzlich so schlecht in der zweiten Welle und das ist aber glaube ich so ein generelles Phänomen, […]. Also es ist halt irgendwie so viel (...) vielleicht Ungläubigkeit oder Kritik an irgendwelchen Vorgehensweisen geübt worden […]. Und vielleicht müsste man da eher ansetzen, dass man noch mal überlegt, wie kann man einfach besser kommunizieren und wie kann man so eine […] Spaltung der Gesellschaft […] verhindern oder […] versuchen, dem vorzubeugen?"* (E1, Pos. 31). E1 sieht folglich den Verbesserungsbedarf insbesondere in der Kommunikation gegenüber der Bevölkerung. E3 nennt als wichtige Maßnahme funktionierende Frühwarnsysteme,

um ein schnelles Eingreifen zu ermöglichen. Zudem ist es *„[…] entscheidend, die Gesundheitsstrukturen widerstandsfähig zu machen, dass sie schnell reagieren können und nicht auf Hilfe von außen angewiesen sind."* (E3, Pos. 24).

Für den Biodiversitätsschutz sind insbesondere auch politische Maßnahmen entscheidend. E1 zufolge stellen die Ergebnisse der letzten Europawahl für den Schutz von Biodiversität eine schwierige Lage dar, sodass ein Handeln erforderlich wird (E1, Pos. 33). E2 betont, *„[...] die Politik muss definitiv die Weichen stellen, die würde ich da nie aus der Verantwortung rauslassen. Also zum Teil werden schon aus meiner Sicht auch den Individuen zu viel Verantwortung gegeben, siehe BP's Erfindung zum ökologischen Fußabdruck. Da lässt sich halt sehr leicht die Verantwortung ans Individuum abgeben, also die Politik ist definitiv in der Pflicht."* (E2, Pos. 25). Das Nature Restoration Law ist laut E2 ein positives Beispiel für eine politische Maßnahme. Dieses sieht eine Restaurierung der Land- und Meeresflächen in Europa um jeweils 20 % vor. Ein weiteres positives Beispiel ist das Global Biodiversity Framework (GBF), dessen Umsetzung derzeit diskutiert wird. Zusätzlich soll Ende des Jahres 2024 ein globaler Aktionsplan für Biodiversität und Gesundheit veröffentlicht werden. Zudem bestehe die Notwendigkeit, die Landwirtschaft umzustrukturieren (E2, Pos. 27). Problematisch sei, dass in der Politik meist sehr kurzfristig für die nächste Legislaturperiode gedacht wird, beim Biodiversitätsschutz es zum Großteil um den Schutz zukünftiger Generationen geht. Zudem werden Politiker:innen stark durch die Gesellschaft beeinflusst (ebd.). Die kritische Einstellung der Gesellschaft führe demnach dazu, *„[…] dass Politiker:innen halt auch keine mutigen Zukunftsentscheidungen treffen […]“* (E2, Pos. 27). E3 stimmt den anderen Expert:innen zu, dass die Politik über den korrekten Umgang mit Pandemieereignissen bestimmen muss, da die Gegebenheiten und Umstände in unterschiedlichen Regionen berücksichtigt werden müssen (E3, Pos. 30).

Zum Schutz der Biodiversität ist es notwendig, die Bevölkerung für die Thematik zu sensibilisieren. E1 und E2 sehen die Notwendigkeit darin, das Thema Biodiversität mehr in den Alltag der Bevölkerung zu integrieren (E1, Pos. 37; E2, Pos. 11). Dies ist beispielsweise nach E1 durch öffentliche Bepflanzungsprojekte, Blumenwiesen mit Hinweisschildern oder dem Schalten von Werbemaßnahmen möglich (E1, Pos. 37). E3 ergänzt hierzu die Herausforderungen bei den vorhandenen und individuellen Lebensweisen. Dementsprechend ist es notwendig, die unter-

schiedlichen Voraussetzungen der Bevölkerungsgruppen bei der Gestaltung von Maßnahmen zu berücksichtigen (E3, Pos. 26). Außerdem ist es notwendig, Alternativen aufzuzeigen und nicht nur Verbote einzuführen, wie E3 mit der Aussage *„Aber wenn wir so dahingehen und sagen 'Ihr dürft das nicht', wird das zu nichts führen, sondern man muss dann wieder denken okay, welche anderen Ressourcen kann ich denn denen zur Verfügung stellen, […] wo sie auch darauf Zugriff kriegen."* unterstreicht (E3, Pos. 26). E2 nennt als Beispiel die Aichi Targets, in welchen Maßnahmen formuliert werden, wie die Gesellschaft auf die Relevanz der Biodiversität aufmerksam gemacht werden kann (E2, Pos. 29). Außerdem verweist E2 auf die Möglichkeit, dass in der Bevölkerung ein emotionaler Bezug zu gewissen Arten vorliegt und dieser emotionale Bezug, beispielsweise zu Vögeln und ihrem Gesang, der Bevölkerung vor Augen geführt werden kann (E2, Pos. 11).

Im letzten Abschnitt wurden die Expert:innen nach Prognosen für die Zukunft befragt. Die Expert:innen E1 und E3 sehen die Zukunftsaussichten eher als besorgniserregend an (E1, Pos., 45; E3, Pos. 30). So sagt E1 *„Also eher besorgt. Also wie ich gerade eben gesagt habe, das mit der Biodiversitätskrise oder überhaupt Biodiversität kriegt keiner mit. Also ich meine, es gibt ja auch seit ein paar Jahren wirklich sehr deutliche Artikel in hochrangigen Zeitungen, die sagen, dass das sechste große Massensterben begonnen hat."* (E1, Pos. 45) und sieht die Problematik insbesondere bei den aktuell unzureichenden politischen Vorgaben. Hinzu kommen die Unwissenheit und die Ignoranz der Bevölkerung gegenüber der Biodiversitätskrise sowie dem Klimawandel als Herausforderungen (ebd., Pos. 33). E3 betont noch einmal, dass es Zoonosen und daraus entstehende Pandemien auch zukünftig geben wird: *„Wenn es dieses Übertragungsereignis gibt, und die wird es immer geben, also das glaube ich, ist schwierig, […] irgendwie die Idee zu haben, man könnte das verhindern."* (E3, Pos. 24). Das korrekte und frühzeitige Eingreifen sei hier entscheidend. Der Schutz von Biodiversität ist nach E3 als eine Aufgabe zu sehen, die das Handeln von der Politik und Gesellschaft erfordert. Die Ergebnisse von Forschungen müssen verständlich dargestellt werden und von der Wissenschaft ist ein flexibles Eingehen auf die Gesellschaft notwendig (E3, Pos. 30).

Die Expert:innen sind im Rahmen der Interviews auch auf Chancen eingegangen, die sich für den Schutz von Biodiversität und der Pandemieprävention ergeben. So

nennt E1 als positives Beispiel das deutsche Gesundheitssystem während der Covid-19 Pandemie, welches für andere Nationen ein Vorbild war (E1, Pos. 31). E2 sieht ein steigendes Interesse eines Teils der Bevölkerung, wie u.a. im Rahmen der Krefeld-Studie deutlich geworden ist (E2, Pos. 11). Zudem gibt es einige Akteur:innen, die versuchen, das Thema Biodiversität und Gesundheit mehr in das Bewusstsein der Menschen zu bringen (ebd., Pos. 27). In der Climate and Health Declaration der World Health Assembly (WHA) wird an einigen Stellen auf die Biodiversität eingegangen (ebd., Pos. 31). E2 sieht zudem einen Vorteil in der Zunahme des Verständnisses für die ökonomischen Auswirkungen des Biodiversitätsverlustes in den Regierungen in den letzten Jahren. Dies könnte einen Anreiz für Schutzmaßnahmen bieten (ebd., Pos. 29). E3 glaubt an ein mögliches Einführen von stabilen Gesundheitssystemen weltweit, die ausreichende Möglichkeiten zur Diagnostik und Therapie sowie ausreichend Expertise vor Ort beinhalten (E3, Pos. 24). Ausschlaggebend für den Biodiversitätsschutz ist die Sensibilisierung der Bevölkerung für dieses Thema und ihr die Vorteile einer intakten Umwelt vor Augen zu führen: *„Und trotzdem glaube ich fest daran, dass es was in uns allen gibt, eine Verbindung auch, weil wir ein Teil der Natur sind und auch eine Sehnsucht also nach dieser Verbindung. Also die Frage ist, wie kommt man an diesen zum Teil etwas vergrabenen, verschütteten Teil in den Herzen der Menschen, so diese Verbindung auch wahrzunehmen und auch zu leben."* (E2, Pos. 29).

Abschließend wird auf Herausforderungen im Biodiversitätsschutz eingegangen, die sich aus den Interviews ergeben haben. E1 sieht Herausforderungen in der Spaltung der Gesellschaft, welche sich während der Covid-19-Pandemie ergeben hat (E1, Pos. 31). Zudem ist die Geschwindigkeit des Artensterbens problematisch: *„Also das […] seit dem Aussterben der Dinosaurier nicht mehr so viele Arten und vor allen Dingen nicht in einer solchen Geschwindigkeit verschwunden sind. Und wirklich einfach, ja also mehr als die Hälfte aller Arten in den letzten 50 Jahren ausgestorben ist und das […] sich noch mehr beschleunigt und alles verstärkt."* (E1, Pos. 45). E2 betont außerdem die hohe Anzahl an Menschen auf der Erde, die noch weiter zunehmen wird und Wissen sowie Informationen erfordert, um sich bei verändernden Umweltbedingungen weiter auch an diese anpassen zu können (E2, Pos. 15). Besonders herausfordernd ist hier, dass die Bevölkerung zum Teil auf Produkte verzichten oder den Konsum stark einschränken muss, was zu Widerwillen in der Bevölkerung führt (ebd., Pos. 29). Alle drei Expert:innen stimmen

darin überein, dass eine der größten Herausforderungen darin besteht, die Menschen zu erreichen und für die Biodiversitätskrise zu sensibilisieren (E1, Pos. 31; E2, Pos. 29; E3, Pos. 26). E3 sieht eine zusätzliche Herausforderung in dem empirischen Nachweis des Zusammenhanges zwischen Biodiversität und Infektionskrankheiten aufgrund der aktuellen Datenlage (E3, Pos. 14). Zudem ist das Entwickeln einer einheitlichen Vorgehensweise aufgrund unterschiedlicher Voraussetzungen in den Bevölkerungsgruppen schwierig: *„Das macht das Ganze so kompliziert, dass es eben nicht nur einen Weg jetzt gibt, […] das muss halt immer passen, glaube ich zu den einzelnen Gesellschaften und Ländern."* (E3, Pos. 30).

Ökosysteme sind sehr robust und anpassungsfähig, sodass beim Verlust einzelner Arten die Auswirkungen nicht direkt spürbar sind. Dies ist nach E2 eine Herausforderung, da es dadurch schwieriger ist, die Relevanz des Erhalts von Biodiversität darzustellen (E2, Pos. 19). Dementsprechend gibt es viele kritische Stimmen gegenüber Bemühungen zum Schutz der Biodiversität, insbesondere gegenüber gesetzlichen Vorschriften und politischen Regelungen. Die Politik denkt wiederum sehr kurzfristig, wodurch das Entwickeln langfristiger Maßnahmen vernachlässigt wird (ebd., Pos. 27). Weiterhin zeigen Regierungen aufgrund des mangelnden ökonomischen Mehrwertes zum Teil wenig Interesse am Schutz der Biodiversität (ebd., Pos. 29). Des Weiteren erhält die Klimakrise im Vergleich mehr Aufmerksamkeit von Akteur:innen, sodass eine *„[…] Ignoranz gegenüber den anderen planetaren Grenzen […], insbesondere Vielfalt des Lebens"* erkennbar ist (ebd., Pos. 29). In Deutschland ist nach E2 zu erkennen, dass das Interesse an Biodiversitätsschutz nach der Covid-19-Pandemie wieder zurückgegangen ist: *„Und wir sehen auch in Deutschland, dass auch das Interesse an dieser Schnittstelle jetzt mit der Pandemiemüdigkeit auch wieder nachgelassen hat. Das ist auch total tragisch und es wird wahrscheinlich erst wieder mit der nächsten Pandemie wieder kommen und […] dann heißt es immer, ja, wir müssen jetzt erstmal mit der Pandemie klarkommen, dann kümmern wir uns um Prävention künftiger Pandemien […]."* (E2, Pos. 27). Im Folgenden werden im Rahmen der Diskussion die vorgestellten Ergebnisse der Interviews mit den Ergebnissen der Literaturrecherche verglichen.

5. Diskussion

Der Biodiversitätsverlust stellt gemeinsam mit dem Klimawandel und der Covid-19-Pandemie drei aktuelle Krisen der Menschheit und die größten Gefahren für die menschliche Gesundheit dar (Reusswig, 2022, S. 21 ff.). Demnach ist der Schutz von Biodiversität eine wichtige Maßnahme, um die Gesundheit der Bevölkerung langfristig erhalten zu können. Zoonosen treten immer häufiger auf und werden aufgrund des starken Wachstums der Bevölkerung und den Veränderungen von Ökosystemen auch in Zukunft vermehrt auftreten. Da der Mensch immer stärker in die Ökosysteme eingreift, erhöht sich die Anzahl der Kontakte zwischen Menschen und Wildtieren und damit steigt das Risiko für den Menschen, sich mit zoonotischen Erregern zu infizieren (ebd., S. 27). Die vorliegende Arbeit wurde mit dem Ziel erstellt, den aktuellen Forschungsstand zum Zusammenhang zwischen Biodiversitätsverlust und der Ausbreitung von Infektionskrankheiten am Beispiel der Covid-19-Pandemie zu analysieren und Forschungslücken zu identifizieren. Zu diesem Zweck wurden Expert:innen-Interviews durchgeführt, dessen Ergebnisse im folgenden Kapitel diskutiert und mit den Ergebnissen der Literaturrecherche in Verbindung gesetzt werden.

5.1. Diskussion der vorliegenden Ergebnisse

Die Expert:innen beschreiben den aktuellen Zustand der Biodiversität in Deutschland aufgrund des Insektensterbens, der Rodung von Wäldern und dem Verlust von Mooren als kritisch (E1, Pos. 9; E2, Pos. 9). Zu diesen Aussagen sind die Ergebnisse des Kapitel *2.1.4. Biodiversitätsverlust in Deutschland* heranzuziehen. So zeigt die Krefelder Studie aus dem Jahr 2017 einen Rückgang der Insekten von 82 % (BMUV, 2023a). Die Hälfte der Fläche in Deutschland wird mittlerweile für landwirtschaftliche Zwecke genutzt (Berg, 2021). Weiterhin diskutieren die Expert:innen die Hauptursachen für den derzeitigen Verlust von Biodiversität und nennen fünf Ursachen, die im Bericht des IPBES niedergeschrieben sind (E1, Pos. 13; E2, Pos. 17; E3, Pos. 12&16). Diese Ursachen werden auch von Weber (2018, S. 241 ff.) genannt und im Kapitel *2.1.2. Ursachen für Biodiversitätsverlust* näher erläutert. Die Analyse der Ursachen zeigt, dass diesen anthropogene Einflüsse zugrunde liegen. Der Verlust von Biodiversität wirkt sich auf die menschliche Gesundheit aus, da menschliche Grundbedürfnisse wie Medikamente und Nahrung auf intakte Ökosysteme angewiesen sind und diese zeitgleich einen Schutz vor Naturkatastrophen darstellen, wie sowohl aus der Literatur als auch den Aussagen der Expert:innen deutlich wird (E2, Pos. 19; Lenzer

et al., 2024, S. 76). Außerdem führt der Verlust von biologischer Vielfalt zu einem höheren Risiko für das Auftreten von Zoonosen (E1, Pos. 17; E2, Pos. 19; E3, Pos. 14). Dies resultiert aus einem zunehmenden Verlust von Arten, wodurch Erreger für das eigene Überleben häufiger den Wirtskörper wechseln (Khetan, 2020, S. 2746). Neben der Studie von Khetan verweisen einige weitere Studien auf ein gesteigertes Risiko von Infektionskrankheiten durch den Verlust von Biodiversität (Brema et al., 2022, S. 305 ff.; Reusswig, 2022, S. 27; Robinson et al., 2024, S. 3 ff.), womit die erste Hypothese, nach der der Biodiversitätsverlust zu einem steigenden Risiko der Verbreitung von Infektionskrankheiten führt, bestätigt werden kann.

Die zweite Hypothese, nach der die Entstehung und Verbreitung der Covid-19-Pandemie durch den steigenden Biodiversitätsverlust beeinflusst wurde, kann nach den vorliegenden Ergebnissen ebenfalls bestätigt werden. Arvay nennt den Verlust des Lebensraumes und die Tatsache, dass immer mehr Arten auf einem enger werdenden Raum zusammenleben als Gründe für das Überspringen des Virus auf den Menschen (Arvay, 2020, S. 148; E3, Pos. 16). Außerdem stellt die Haltung von Wild- und Nutztieren einen Risikofaktor dar. Dies bestätigen die Ergebnisse der Interviews. Ein:e Expert:in ergänzt die enge Haltung von Marderhunden als mögliche Herkunftsquelle von Covid-19. Diese Marderhunde können das Virus durch Kontakt zu Fledermäusen aufgenommen haben (E1, Pos. 21). Problematisch hierbei ist, dass Viren, welche von Wildtieren übertragen werden, häufig nicht ausreichend Beachtung finden oder unzureichend registriert werden, wodurch sich das Entwickeln von vorbeugenden Maßnahmen als kompliziert gestaltet (Eckerle, 2023, S. 22). In der Folge werden Wirtstiere bejagt oder vertrieben, was jedoch einen negativen Effekt auf vorliegende Ökosysteme hat und wiederum zu einem Überspringen des Erregers auf den Menschen führen kann (ebd., S. 110; E1, Pos. 23; E2, Pos. 21). Jede Art erfüllt wichtige Funktionen in Ökosystemen, z.B. fangen Fledermäuse Insekten, die sonst Schädlinge für Pflanzen darstellen oder Infektionskrankheiten verbreiten können (Eckerle, 2023, S. 117 f.; E1, Pos. 23; E2, Pos. 19).

Als besonders umstrittenes Thema in der Literatur wird das Auftreten von Dilutions- und Amplifikationseffekten diskutiert. Aus der Literaturrecherche ist hervorgegangen, dass beide Effekte nicht generalisiert werden können. So ist es von den Ökosystemen und den Erregern sowie der daraus resultierenden Krankheit

abhängig, ob ein Dilutions- oder Amplifikationseffekt vorliegt (Halliday & Rohr, 2019, S. 2). Die Ergebnisse der Interviews haben neue Erkenntnisse geliefert, da demnach das Auftreten von Amplifikationseffekten nicht empirisch gesichert ist (E1, Pos. 19). Aus der Literaturrecherche wurde die Schlussfolgerung gezogen, dass der Dilutionseffekt eine logische Erklärung für Biodiversitätsschutz als Maßnahme gegen Infektionskrankheiten ist (Keesing & Ostfeld, 2021a, S. 2490 f.; Eckerle, 2023, S. 191 f.; Halliday & Rohr, 2019, S. 2). Die Expert:innen aus der Praxis zeigen sich gegenüber dem Effekt jedoch eher skeptisch und verweisen auf die Notwendigkeit von mehr Studien zu dieser Thematik (E1, Pos. 17; E2, Pos. 23; E3, Pos. 20&22). Der Dilutionseffekt gibt jedoch Hinweise auf ein geringeres Auftreten von Infektionskrankheiten durch eine große Vielfalt in Ökosystemen, womit die dritte Hypothese verifiziert werden kann. Für diesen Zusammenhang sprechen auch Modelle von Keesing & Ostfeld, die besagen, dass durch die Artenvielfalt das Risiko einer zoonotischen Pandemie verringert werden kann, indem diese das Vermehren von kompetenten Wirten reguliert (Keesing & Ostfeld, 2021b, S. 2).

Weiterhin konnte die Literaturrecherche Hinweise auf die Korrektheit der vierten Hypothese liefern, nach der eine hohe Biodiversität das Finden passender Wirte für Pathogene erschwert und somit geringere Infektionsraten vorliegen. Nach Eckerle erschwert sich die Suche nach passenden Wirten für Pathogene, wenn kompetente Arten zwischen vielen nicht kompetenten Arten leben (Eckerle, 2023, S. 191). Kompetente Wirte können durch natürliche Prozesse in intakten Ökosystemen reguliert werden (Keesing et al., 2010, S. 651). Diese Schlüsse lassen sich auch aus den ausgewerteten Interviews ziehen. Der Erhalt von Biodiversität reduziert demnach den Erregerdruck (E1, Pos. 23). Außerdem vermehren sich Generalisten, die häufig kompetente Wirte sind, stärker beim Verlust von Biodiversität (E2, Pos. 23). Im Umkehrschluss ergibt sich Folgendes: Bei einer hohen Biodiversität existieren Generalisten in einem ausgewogenen Verhältnis und dementsprechend stehen weniger Wirte für Erreger zur Verfügung. Auch der Dilutionseffekt lässt sich für die Erläuterung dieser Hypothese wieder heranziehen (Keesing & Ostfeld, 2021a, S. 2490 f.; E1, Pos. 17; E3, Pos. 22).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass einige Studien den Zusammenhang zwischen intakten Ökosystemen und dem vermehrten Vorkommen von

Infektionskrankheiten zeigen. Für eine gesicherte, evidenzbasierte Aussage sind jedoch in Zukunft noch weitere Studien notwendig.

5.2. Stärken und Limitationen

Zur vollständigen Beurteilung der vorangegangenen beschriebenen Ergebnisse ist es notwendig, auf Limitationen der vorliegenden Arbeit und der genutzten Studien einzugehen.

So wurden die geführten Expert:innen-Interviews nur mit drei Expert:innen durchgeführt. Aufgrund der spezifisch formulierten Fragestellung einer relativ neuen und noch nicht weit erforschten Thematik gestaltete sich die Suche nach Expert:innen als schwierig. Zudem hat der kurze Bearbeitungszeitraum das Finden von Terminen für Interviews erschwert. Für einen umfassenden Einblick in die Praxis bietet es sich an, noch mehr Interviews durchzuführen. Die Expert:innen beziehen sich in ihren Aussagen auf Literatur und die ihnen bekannte Studienlage, es ist jedoch kein Anspruch auf wissenschaftliche Vollständigkeit zu erheben. In den Aussagen sind zudem auch persönliche Ansichten enthalten, wodurch die Ergebnisse der Analyse nicht als repräsentativ angenommen werden können. Die persönlichen Einblicke und Ergänzungen durch die Expert:innen sind jedoch ebenso als Stärke zu betrachten, da sie einen komprimierten Überblick über die Studienlage bieten konnten und diese durch persönliche Erfahrungen greifbarer und nachvollziehbar dargestellt wurden. Zudem haben die Ergebnisse der Interviews mit den Ergebnissen der Literaturrecherche größtenteils korreliert, wodurch die Arbeit Theorie und praktische Einblicke verknüpfen konnte. Vor der Durchführung der Interviews ist der erstellte Leitfaden nicht mithilfe eines Pre-Tests überprüft worden. Zudem sind im Laufe der Interviews die Fragen teilweise zusammengefasst oder weggelassen worden, sofern sie bei einer anderen Frage bereits beantwortet oder im Kontext des Interviews als nicht zielführend erachtet wurden. Dies führt dazu, dass nicht allen Expert:innen dieselben Fragen gestellt wurden, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erschwert.

Die Auswertung der Interviews erfolgte anhand der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring. Eine ihrer wesentlichen Stärken ist, dass es sich um ein systematisches Vorgehen handelt, welches auch umfangreiches Material analysieren kann und somit das Vorgehen der Analyse nachvollziehbar werden lässt (Mayring, 2015, S. 131). Jedoch kann die Inhaltsanalyse nur bei passender Datenerhebung und -

aufbereitung eingesetzt werden. Trotz des systematischen Vorgehens sollte die Analyse konkret an der vorliegenden Forschungsfrage orientiert und nicht nur rigide auf das korrekte Vorgehen geachtet werden (ebd., S. 130 f.). Die Software MAXQDA, die zur Auswertung und Kodierung der Interviews genutzt wurde, war ein sehr übersichtliches Tool für die Durchführung der Analyse. Das Auswerten der Kodier-Einheiten wurde jedoch dadurch erschwert, dass diese Einheiten häufig kleiner als ein ganzer Satz waren und die Software den Kontext zu dem Satz nicht anzeigt. Hilfreich für die Durchführung der qualitativen Inhaltsanalyse wäre mehr persönliche Erfahrung in der Durchführung und Auswertung von qualitativen Methoden gewesen. Zudem wurde die durchgeführte Analyse nicht durch eine zweite Person überprüft. Weiterhin wurden die in der Methodik beschriebenen inhaltsanalytischen Gütekriterien zwar erwähnt, konnten aber aufgrund der Gegebenheiten bei der Erstellung der Arbeit mit Ausnahme der Konstruktvalidität und kommunikativen Validierung nicht angewendet und überprüft werden.

Bezüglich der durchgeführten Literaturrecherche ist eine Stärke das ausgeglichene Verhältnis der genutzten Medien. So wurden sowohl elektronische Medien als auch Fachbücher aus Bibliotheken genutzt. Zudem wurden verschiedene Datenbanken, wie im Kapitel *3.1. Durchführung der Literaturrecherche* nachzuvollziehen ist, hinzugezogen, in welchen mit verschiedenen Schlagworten auf Deutsch und Englisch unter Nutzung von Bool‘schen Operatoren recherchiert wurde. Insgesamt konnten so über 200 potenzielle Quellen identifiziert werden, von denen bei weiterer Einschränkung 63 für die vorliegende Arbeit genutzt wurden. Diese Quellen beziehen sich zum Großteil auf die Jahre 2019 bis 2024 und sind somit sehr aktuell. Zehn der verwendeten Quellen bewegen sich im Zeitraum zwischen 2008 bis 2018. Diese Quellen wurden zum Großteil für die Ausführung des theoretischen Hintergrundes oder beim Vergleich zu früheren Studien verwendet. Hinsichtlich der verwendeten Studien lässt sich sagen, dass die empirisch fundierte Datenlage zu der Thematik noch gering ist und weiterer Forschungsbedarf besteht. Dies bezieht sich insbesondere auf Daten und das Monitoring der Natur sowie der Ursachen für den Verlust von Biodiversität, die geringe Datenanzahl zu den NCPs und hinsichtlich möglicher Maßnahmen durch die Politik (Diaz et al., 2019, S. 58). Außerdem ist in Studien schwer nachzuweisen, welcher Zusammenhang zwischen Biodiversität und der menschlichen Gesundheit besteht, wodurch die empirische Studienlage zu der Thematik noch gering ist (Hough, 2014, S. 267). Hinsichtlich der Dilutions- und Amplifikationseffekte ist die Studienlage nicht eindeutig. Dies liegt u.a. daran, dass

die Faktoren, wann Biodiversität das Krankheitsrisiko verdünnt oder verstärkt, sehr spezifisch sind (Halliday & Rohr, 2019, S. 2). Zudem sind Übertragungswege schwer nachzuvollziehen und dadurch der Aufbau eines Studiendesigns, welches die Veränderung der Übertragungsraten beim Verlust von Biodiversität untersucht, in der Umsetzung ebenfalls erschwert (Keesing & Ostfeld, 2021a, S. 2495 f.). Die weitere Erforschung der Ursachen und Mechanismen für die Zusammenhänge zwischen Infektionskrankheiten wie Covid-19 und dem Biodiversitätsverlust ist demnach dringend notwendig (Robinson et al., 2024, S. 10).

5.3. Handlungsempfehlungen

Das folgende Kapitel soll einen Ausschnitt möglicher Handlungsempfehlungen zum Biodiversitätsschutz und der Prävention von Infektionskrankheiten darstellen.

Wichtig zur Umsetzung von Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität ist das Schaffen eines Bewusstseins über die Bedeutung und Notwendigkeit von Biodiversität (Weber, 2018, S. 295 ff.). Dieses Bewusstsein ist sowohl in der Bevölkerung als auch in der Politik notwendig. Auch die Expert:innen nennen diese Maßnahme als entscheidend und weisen auf die Notwendigkeit der Implementierung der Bedeutung von Biodiversität in den Alltag der Bevölkerung hin, z.B. durch Werbemaßnahmen oder öffentliche Bepflanzungsprojekte mit Hinweisschildern (E1, Pos. 37; E2, Pos. 11). Zudem kann die Integration in den Alltag auch in Schulen oder Kitas erfolgen, indem altersgruppenspezifisch die Bedeutung der Artenvielfalt vermittelt und das Interesse an der Natur geweckt wird. Die Relevanz von Biodiversität sollte auch in den Medien und der Berichterstattung mehr Präsenz aufweisen, um Aufmerksamkeit auf dieses Thema zu lenken. Außerdem sollte das Wissen über neuartige Infektionskrankheiten und dem Zusammenhang zu Biodiversität und dessen Auswirkungen auf die Gesundheit mehr Berücksichtigung in medizinischen Ausbildungen finden (Granter et al., 2016, S. 645). In der Politik sind insbesondere stärkere gesetzliche Regelungen zum Schutz der Biodiversität erforderlich (Keusch et al., 2022, S. 6; E2, Pos. 25&27; E3, Pos. 30). Zudem müssen Frühwarnsysteme vorliegen (E3, Pos. 24) und gefährliche Erreger sollten entsprechend überwacht werden, um Risiken für Übertragungen früh einschätzen zu können. Zu diesem Zweck wäre es sinnvoll, eine Liste mit allen Krankheiten und Erregern zu erstellen, die von Wildtieren potenziell auf den Menschen übertragen werden können. Langfristig gedachte notwendige Maßnahmen zum Erhalt der Biodiversität sind sowohl die Reduzierung der

landwirtschaftlich genutzten Fläche als auch die Reduzierung des Fleischkonsums. Diese Maßnahmen helfen nicht nur, die Biodiversität zu erhalten, sondern können auch gegen das Fortschreiten des Klimawandels wirken, welcher wiederum einen Treiber des Biodiversitätsverlustes darstellt (Khetan, 2020, S. 2746 f.).

Generell lässt sich sagen, dass mehr Grundlagenforschung notwendig ist, um die Pandemieprävention verbessern zu können und nach dem Auftreten von Pandemien schneller handlungsfähig zu sein. Hierbei ist insbesondere interdisziplinäre Forschung wichtig. Methoden zur Pandemieprävention können beispielsweise durch die Erforschung der Genetik von Pathogenen entwickelt werden, da das erlangte Wissen hilfreich für diagnostische und therapeutische Verfahren ist. Die zuverlässige Diagnosestellung ist entscheidend für den Umgang mit Pandemien (Eckerle, 2023, S. 223). Außerdem müssen mehr Daten über die Wirte der Erreger erhoben werden, um die Übertragungswege besser verstehen zu können (Keesing & Ostfeld, 2021b, S. 7). Zu diesem Zweck sollten Modelle entwickelt werden, um mehr Informationen über Erreger und deren Übertragungswege zu generieren. Diese Kenntnisse können für die Entwicklung von Medikamenten und Impfstoffen hilfreich sein (Eckerle, 2023, S. 127). Um Wirtstiere vor Ausrottungen zu schützen und deren Funktionen in Ökosystemen zu erhalten, besteht die Option, diese unter Naturschutz zu stellen, wie es bei den einheimischen Fledermäusen in Deutschland der Fall ist (ebd., S. 178). Um den Kontakt zu Menschen zu meiden, könnten Pufferzonen eingerichtet werden, in denen die Tiere ohne menschlichen Einfluss leben können.

Um die genannten Maßnahmen umsetzen zu können, kann eine langfristige Implementierung des bereits im Ergebniskapitel erwähnten One Health Ansatzes sinnvoll sein. Hierzu ist es notwendig, das Konzept praktikabel für die Anwender:innen zu gestalten und mehr Aufklärung zum Nutzen des One Health Konzeptes durchzuführen. Es muss verdeutlicht werden, dass die Verfolgung des One Health Konzeptes auch ein Ansatz zur Verfolgung der SDGs darstellt. Denn das dritte Ziel „Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern“ (Verbeek et al., 2023, S. 593), welches im Gesundheitswesen das oberste Ziel darstellt, kann nach dem One Health Ansatz nur dann erreicht werden, wenn die Gesundheit der Umwelt und der dort lebenden Arten berücksichtigt wird (ebd.).

6. Fazit und Reflexion

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden die Auswirkungen des Biodiversitätsverlustes auf die Verbreitung von Infektionskrankheiten am Beispiel der Covid-19-Pandemie untersucht. Die systematische Literaturrecherche und die drei durchgeführten Expert:innen-Interviews haben gezeigt, dass der Verlust von Biodiversität ein Risikofaktor für die vermehrte Entstehung von Infektionskrankheiten ist. Durch zunehmende anthropogene Einflüsse werden Ökosysteme in ihrem natürlichen System und den ablaufenden Prozessen gestört, was sich negativ auf die dort vorhandene Biodiversität auswirkt. Eine ausgeglichene Vielfalt ist jedoch notwendig, um Ökosysteme aufrechterhalten zu können, welche wiederum einen entscheidenden Beitrag zur Befriedigung der menschlichen Grundbedürfnisse und zum Erhalt der Gesundheit liefern. Eine geringe Vielfalt und Zerstörung von Ökosystemen sorgt dafür, dass sich Generalisten und somit kompetente Wirte besser verbreiten können und in der Folge die Erregerlast steigt. Der vermehrte Kontakt von Menschen und Nutztieren zu diesen Generalisten führt letztendlich zu einem gesteigerten Risiko für die Übertragung von Zoonosen.

Aus den beschriebenen Ergebnissen geht hervor, dass die Covid-19-Pandemie als eine Art Symptom der Biodiversitätskrise betrachtet werden kann. Die Pandemie verdeutlicht die Notwendigkeit, die Natur zu schützen und Biodiversität zu erhalten. Mehr Initiativen und Maßnahmen zum Biodiversitätsschutz können zukünftig auch einen Schutz vor Pandemien darstellen. Es ist daher in Zukunft notwendig, im Rahmen der Pandemiebekämpfung mehr Prävention anstelle von Reaktion zu betreiben. Zu diesem Zweck muss die Biodiversitätskrise mehr in das Bewusstsein von der Politik und Bevölkerung gerückt werden, beispielsweise mithilfe von Konzepten wie dem One Health Konzept. Auf langfristige Sicht sollte der Erhalt von Ökosystemen und der darin enthaltenen Artenvielfalt eine entscheidende Zielsetzung für Entscheidungsträger darstellen, um die menschliche Gesundheit zu schützen und Grundbedürfnisse weiterhin befriedigen zu können.

Zu der Thematik konnten Forschungslücken wie eine fehlende eindeutige Studienlage zu Dilutionseffekten sowie fehlendes Wissen und Daten über das Vorkommen von Erregern bei Wildtieren identifiziert werden. Um zukünftig das Auftreten von Infektionskrankheiten zu verhindern beziehungsweise eine schnelle Reaktion auf das Auftreten dieser ermöglichen zu können, bedarf es mehr

Forschungsarbeit zu den genannten Forschungslücken und ein breites Spektrum an politischen Vorgaben, die den Schutz von Biodiversität sicherstellen könnten. Zudem ist eine intensivierte Erforschung der Schnittstellen zwischen Menschen und Wildtieren erforderlich.

Zusammenfassend gibt die vorliegende Arbeit einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand zu der Thematik und kann dazu beitragen, ein Bewusstsein für Biodiversität und den Bezug zur Gesundheit bei den Leser:innen zu schaffen.

Literaturverzeichnis

Arvay, C.G. (2020). Wir können es besser. Wie Umweltzerstörung die Corona-Pandemie auslöste und warum ökologische Medizin unsere Rettung ist. Köln: Quadriga Verlag

Astorga, F., Bräutigam, Q., Shimabukuro, P.H.F., Manguin, S., Noesgaard, D., Orrell, T., Sinka, M., Hirsch, T. & Schigel, D. (2023). Biodiversity data supports research on human infectious diseases: Global trends, challenges, and opportunities. In: *One Health, Nr. 16,* S. 1-9. https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2023.100484

Baker, R.E., Mahmud, A.S., Miller, I.F., Rajeev, M., Rasambainarivo, F., Reis, B.L., Takahashi, S., Tatem, A.J., Wagner, C.E., Wang, L.-F., Wesolowski, A. & Metcalf, C.J.E. (2022). Infectious disease in an era of global change. In: *Nature Reviews Microbiology, Nr. 20*, S. 193-205. https://doi.org/10.1038/s41579-021-00639-z

Bauer, F. (2023). Die Bedeutung biologischer Vielfalt. In: deutschland.de. Einsehbar unter https://www.deutschland.de/de/topic/umwelt/biodiversitaet-in-deutschland-warum-artenvielfalt-wichtig-ist (18.06.2024)

B.A.U.M. e. V. – Bundesdeutscher Arbeitskreis für umweltbewusstes Management (2023). Wälder - Wirtschaft - Biodiversität. Unternehmerische Handlungsoptionen für naturbasierte Klimaschutzmaßnahmen. Einsehbar unter https://www.baumev.de/News/10779/WlderWirtschaftBiodiversittEinPraxisleitfadenfrUnternehmen.html (08.07.2024)

Berg, K. (2021). 9 Fakten zum Artenschutz. In: Deutschland.de. Einsehbar unter https://www.deutschland.de/de/topic/umwelt/artenschutz-in-deutschland-neun-fakten-zur-artenvielfalt (18.06.2024)

Berger, L., Frohn, H.-W. & Schell, C. (2022). Biodiversitätsverlust, Klimawandel und Covid-19-Pandemie. Zum Verhältnis bestehender Krisenlagen. In: *Bundesamt für Naturschutz, Nr. 641*. https://doi.org/10.19217/skr641

BfN – Bundesamt für Naturschutz (o. J.). Artenzahlen der Tiere, Pflanzen und Pilze in Deutschland und weltweit. Einsehbar unter https://www.bfn.de/daten-und-fakten/artenzahlen-der-tiere-pflanzen-und-pilze-deutschland-und-weltweit (18.06.2024)

BMBF - Bundesministerium für Bildung und Forschung (2022). Biodiversität: Forschung für die Artenvielfalt. Einsehbar unter https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/umwelt-und-klima/biodiversitaet-forschung-fuer-die-artenvielfalt/biodiversitaet-forschung-fuer-die-artenvielfalt_node.html (08.07.2024)

BMG – Bundesministerium für Gesundheit (2024a). Infektionskrankheiten. Einsehbar unter https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/praevention/gesundheitsgefahren/infektionskrankheiten/ (04.06.2024)

BMG – Bundesministerium für Gesundheit (2024b). Aktuelle Infos: Akute Atemwegserkrankungen in Deutschland. In: Infektionsradar Gesund Bund. Einsehbar unter https://infektionsradar.gesund.bund.de/de/covid (21.07.2024)

BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2023a). Was steht in der „Krefelder Studie“? Einsehbar unter https://www.bmuv.de/faq/was-steht-in-der-krefelder-studie/ (08.07.2024)

BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2023b). Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt. Einsehbar unter https://www.bmuv.de/themen/naturschutz/allgemeines-und-strategien/nationale-strategie (08.07.2024)

BMZ – Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (2022). One Health. Einsehbar unter https://www.bmz.de/de/themen/one-health (18.06.2024)

BMZ – Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (2021). Internationale Allianz soll Gesundheitsrisiken im Handel mit Wildtieren reduzieren. Einsehbar unter https://www.bmz.de/de/aktuelles/archiv-aktuelle-meldungen/gesundheitsrisiken-im-handel-mit-wildtieren-reduzieren-85692 (29.06.2024)

BMZ – Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (o. J.). Biodiversität und Gesundheit. Ganzheitliche Lösungen für die Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt. Einsehbar unter https://www.bmz.de/de/themen/biodiversitaet/gesundheit (15.07.2024)

Bonk, M.B. & Reinisch, I. (2021). Umwelt und Globale Gesundheit. In: Bonk, M.B. & Ulrichs, T. (Hrsg.). Global Health. Das Konzept der globalen Gesundheit. Berlin/Boston: Walter de Gruyter GmbH. S. 217-252

Brema, J., Gautam, S. & Singh, D. (2022). Chapter Thirteen: Global implications of biodiversity loss on pandemic disease: Covid 19. In: Deghani, M.H, Karri, R.R. & Roy, S. (Hrsg.). Covid-19 and the Sustainable Development Goals. Philadelphia: Elsevier – Health Sciences Division. S. 305-322. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91307-2.00006-7

Bundeskriminalamt (2024). Polizeilich erfasste Fälle von Jagdwilderei in Deutschland von 1995 bis 2023. In: Statista. Einsehbar unter https://de.statista.com/statistik/daten/studie/413580/umfrage/polizeilich-erfasste-faelle-von-jagdwilderei-in-deutschland/ (18.06.2024)

Bundesregierung (2024). Welttag des Artenschutzes. Naturräume wiederherstellen - biologische Vielfalt erhalten. Einsehbar unter https://www.bundesregierung.de/breg-de/bundesregierung/bundesministerien/bundesministerium-fuer-umwelt-naturschutz-verbraucherschutz/artenvielfalt-schuetzen-1871470 (18.06.2024)

Bundestag (2023). Wirtschaftliche Zusammenarbeit. Experten: Biodiversitätsverlust erfordert rasches Handeln. Einsehbar unter https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2023/kw04-pa-wirtsch-zusammenarbeit-biodiversitaet-929070 (18.06.2024)

Dey, D. (2020). Corona Virus and it's Impact on World Biodiversity. In: Zenodo. Einsehbar unter https://doi.org/10.5281/zenodo.4146995 (24.07.2024)

Diaz, S., Settele, J., Brondizio, E.S., Ngo, H.T., Gueze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K.A., Butchart, S.H.M., Chan, K.M.A., Garibaldi, L.A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S.M., Midgley, G.F., Miloslavich, P., Molnar, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Roy Chowdhury, R., Shin, Y.J., Visseren-Hamakers, I.J., Willis, K.J. & Zayas, C.N. (2019). Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger des globalen Assessments der biologischen Vielfalt und Ökosystemleistungen der Zwischenstaatlichen Plattform für Biodiversität und Ökosystemleistungen. In: IPBES. Einsehbar unter https://www.de-ipbes.de/files/IPBES%20GA_SPM_DE_2020.pdf (25.05.2024)

Eckerle, I. (2023). Von Viren, Fledermäusen und Menschen. Eine folgenreiche Beziehungsgeschichte. München: Droemer Verlag

Finck, P., Heinze, S., Raths, U., Riecken, U. & Ssymank, A. (2017). Rote Liste-Status der Biotoptypen in Deutschland. In: BfN – Bundesamt für Naturschutz. Einsehbar unter https://www.bfn.de/daten-und-fakten/rote-liste-status-der-biotoptypen-deutschland (18.06.2024)

Graalmann, J., Rödiger, T., Blum, K., Kreßler, F. & Kuschel, T. (2024). Diskussionspapier. Nachhaltigkeit im Gesundheitswesen: Warum wir einen Paradigmenwechsel brauchen. In: Gesunde Erde - Gesunde Menschen. Einsehbar unter https://stiftung-gegm.de/wp-content/uploads/2024/05/Graalmann-et-al-Nachhaltigkeit-Gesundheitswesen-Paradigmenwechsel-2024.pdf (21.05.2024)

Granter, S.R., Ostfeld, R.S. & Milner Jr, D.A. (2016). Where the Wild Things Aren't: Loss of Biodiversity, Emerging Infectious Diseases, and Implications for Diagnosticians. In: *Am J Clin Pathol, Nr. 146(6),* S. 644-646. https://doi.org/10.1093/ajcp/aqw197

Halliday, F.W. & Rohr, J.R. (2019). Measuring the shape of the biodiversity-disease relationship across systems reveals new findings and key gaps. In: *Nature Communications, Nr. 10(5032),* S. 1-10. https://doi.org/10.1038/s41467-019-13049-w

Hough, R.L. (2014). Biodiversity and human health: evidence for causality? In*: Biodiversity and Conversation, Nr. 23*, S. 267-288. https://doi.org/10.1007/s10531-013-0614-1

Jones, K.E., Patel, N.G., Levy, M.A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J.L. & Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. In: *Nature, Nr. 451*, S. 990-993. https://doi.org/10.1038/nature06536

Keesing, F., Belden, L.K., Daszak, P., Dobson, A., Harvell, C.D., Holt, R.D., Hudson, P., Jolles, A., Jones, K.E., Mitchell, C.E., Myers, S.S., Bogich, T. & Ostfeld, R.S. (2010). Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious disease. In: *Nature, Nr. 468*, S. 647-652. https://doi.org/10.1038/nature09575

Keesing, F. & Ostfeld, R.S. (2021a). Dilution effects in disease ecology. In: *Ecology Letters, Nr. 24(11),* S. 2490-2505. https://doi.org/10.1111/ele.13875

Keesing, F. & Ostfeld, R.S. (2021b). Impacts of biodiversity and biodiversity loss on zoonotic diseases. In: *PNAS, Nr. 118(7),* S. 1-8. https://doi.org/10.1073/pnas.2023540118

Keusch, G.T., Amuasi, J.H., Anderson, D.E., Daszak, P., Eckerle, I., Field, H., Koopmans, M., Lam, S.K., Das Neves, C.G., Peiris, M., Perlman, S., Wacharapluesadee, S., Yadana, S. & Saif, L. (2022). Pandemic origins and a One Health approach to preparedness and prevention: Solutions based on SARS-CoV-2 and other RNA viruses. In: *PNAS, Nr. 119(42)*, S. 1-11. https://doi.org/10.1073/pnas.2202871119

Khetan, A.K. (2020). Covid-19: Why Declining Biodiversity Puts Us at Greater Risk for Emerging Infectious Diseases, and What We Can Do. In: *J Gen Intern Med., Nr. 35(9)*, S. 2746-2747. https://doi.org/10.1007/s11606-020-05977-x

Lehmann, I., Rodriguez, J.C. & Spenceley, A. (2021). Covid-19 und Naturschutz: Strategien zur Krisenbewältigung für Mensch und Natur. In: Deutsches Institut

für Entwicklungspolitik. Einsehbar unter https://www.idos-research.de/uploads/media/AuS_2.2021.pdf (07.06.2024)

Lenzer, B., Muche-Borowski, C., Bühn, S. & Schwienhorst-Stich, E-M. (2024). Planetary Health in der Allgemeinmedizin. Bestandsaufnahme und Perspektiven. In: *Z Allg Med, Nr. 100*, S. 75-82. https://doi.org/10.1007/s44266-023-00169-2

Lingenhöhl, D. (2022). Deutschland verarmt auch an Pflanzen. In: Gottfried, E. (Hrsg.). Landwirtschaft – Wege aus der Krise. Von Artenvielfalt bis Klimawandel. Berlin: Springer Verlag. S. 9-12

Masztalerz, O. (2023). Befinden wir uns in einer „ökologischen Zeitenwende“? Umweltveränderungen, Gesundheit und Transformationen. In: Badura, B., Ducki, A., Baumgardt, J., Meyer, M. & Schröder, H. (Hrsg.). Fehlzeiten-Report 2023. Zeitenwende – Arbeit gesund gestalten. Berlin: Springer Verlag. S. 23-42

Mayring, P. (2015). Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 12., überarbeitete Auflage. Weinheim/Basel: Beltz

MPG – Max-Planck-Gesellschaft (o. J.). Biodiversität – Vielfalt des Lebens. Einsehbar unter https://www.mpg.de/biodiversitaet (11.04.2024)

OroVerde – Die Tropenwaldstiftung (2021). Biodiversität und Pandemien. Tropenwaldschutz ist Pandemieschutz. Einsehbar unter https://www.regenwald-schuetzen.org/regenwald-wissen/bedeutung-des-regenwaldes/schutz-vor-pandemien (07.07.2024)

Prazeres da Costa, C. (2021). Infektiologie. In: Traidl-Hoffmann, C., Schulz, C., Herrmann, M. & Simon, B. (Hrsg.). Planetary Health. Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän. Berlin: MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. S. 165-174

Reusswig, F. (2022). Ganz normale Katastrophen. Biodiversitätsverlust, Klimawandel und Covid-19-Pandemie als Anthropozän-Krisen. In: Berger, L., Frohn, H.-W. & Schell, C. (Hrsg.). Biodiversitätsverlust, Klimawandel, Covid-19-Pandemie. Zum Verhältnis bestehender Krisenlagen. In: *Bundesamt für Naturschutz, Nr. 641*., S. 21-44. https://doi.org/10.19217/skr641

RKI – Robert Koch-Institut (2023a). Klimawandel und Public Health in Deutschland – Eine Einführung in den Sachstandsbericht Klimawandel und Gesundheit 2023. In: *Journal of Health Monitoring, Nr. 8(S3)*, S. 7-28

RKI – Robert Koch-Institut (2023b). Corona-Infektionen (Covid-19) in Deutschland nach Altersgruppe und Geschlecht. In: Statista. Einsehbar unter https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1103904/umfrage/corona-infektionen-covid-19-in-deutschland-nach-altersgruppe/ (25.06.2024)

RKI – Robert Koch-Institut (2021). Infektionskrankheiten mit den meisten Todesfällen in Deutschland im Jahr 2020. In: Statista. Einsehbar unter https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1292419/umfrage/infektionskrankheiten-mit-den-meisten-todesfaellen-in-deutschland/ (24.06.2024)

Robinson, J.M., Rasse, A.C., Camargo, A., Redvers, N. & Rasse, M.F. (2024). Biodiversity and human health: A scoping review and examples of underrepresented linkages. In: *Environmental Research, Nr. 246,* S. 1-17. https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118115

Shochat, E., Lerman, S.B., Anderies, J.M., Warren, P.S., Faeth, S.H. & Nilon, C.H. (2010). Invasion, Competition, and Biodiversity Loss in Urban Ecosystems. In: *BioScience, Nr. 60(3)*, S. 199-208. https://doi.org/10.1525/bio.2010.60.3.6

Siekmann, M. (2024). Corona-Zahlen für Deutschland. In: Corona-in-Zahlen.de. Einsehbar unter https://www.corona-in-zahlen.de/weltweit/deutschland/ (25.06.2024)

Trapp, M. (2020). Treiber des Biodiversitätsverlusts begünstigen auch Pandemien. In: NABU - Naturschutzbund Deutschland e. V. Einsehbar unter https://blogs.nabu.de/naturschaetze-retten/biodiversitaet_und_pandemien/ (08.07.2024)

Umweltbundesamt (2022). Gefährdung der Biodiversität. Einsehbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/gefaehrdung-der-biodiversitaet (12.07.2024)

Verbeek, L., Rabold, D., Hartig, A., Stephan, S., Deus, E., Otte, I., Beutling, A., Schollmeyer, K., de Coninck, P., Höppner, K., Saal, K., Vogler, T., Hach, L., Steinmetz, E., Benner, T., Derksen, L., Militzer, N., Probst, C. & Teichert, U. (2023). One Health: Eine Sichtweise des informellen ministeriellen Netzwerkes. „Was wäre, wenn der One-Health-Ansatz zum Leitmotiv von Kooperation auf nationaler, europäischer und globaler Ebene würde?“ In: *Bundesgesundheitsblatt, Nr. 66*, S. 593-598. https://doi.org/10.1007/s00103-023-03706-3

Wassermann, S. (2015). Das qualitative Experteninterview. In: Niederberger, M. & Wassermann, S. (Hrsg.). Methoden der Experten- und Stakeholdereinbindung in der sozialwissenschaftlichen Forschung. Wiesbaden: Springer VS. S. 51-67

Weber, E. (2018). Biodiversität – Warum wir ohne Vielfalt nicht leben können. Berlin: Springer Verlag GmbH

WHO – World Health Organisation (2023). Natur, Biodiversität und Gesundheit: eine Übersicht der Zusammenhänge. In: WHO-Regionalbüro für Europa. Einsehbar unter https://iris.who.int/handle/10665/365538 (18.06.2024)

Wiebers, D.O. & Feigin, V.L. (2020). What the Covid-19 crisis is telling humanity. In: *Neuroepidemiology, Nr. 54(4),* S. 283-286. https://doi.org/10.1159/000508654

Wittig, R. & Niekisch, M. (2014). Biodiversität: Grundlagen, Gefährdung, Schutz. Berlin Heidelberg: Springer Verlag

Wolf, R. (2023). Biodiversität im Anthropozän. In: *Natur und Recht, Nr. 45,* S. 6-22. https://doi.org/10.1007/s10357-022-4127-0

Wood, C.L., Lafferty, K.D., DeLeo, G., Young, H.S., Hudson, P.J. & Kuris, A.M. (2014). Does biodiversity protect humans against infectious disease? In: *Ecology, Nr. 95(4),* S. 817-832. https://doi.org/10.1890/13-1041.1

Worldometer (2024). Infektionen und Todesfälle mit Coronavirus (Covid-19) in Deutschland 2024. In: Statista. Einsehbar unter https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1102667/umfrage/erkrankungs-und-todesfaelle-aufgrund-des-coronavirus-in-deutschland/ (08.06.2024)

WWF – World Wide Fund for Nature (2020a). Living Planet Report 2020. Bending the curve of biodiversity loss. Einsehbar unter https://www.wwf.org.uk/sites/default/files/2020-09/LPR20_Full_report.pdf (20.07.2024)

WWF – World Wide Fund for Nature (2020b). Anzahl der in Deutschland heimischen Tier-, Pflanzen- und Pilzarten im Jahr 2020. In: Statista. Einsehbar unter https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1178814/umfrage/in-deutschland-heimische-tiere-pflanzen-und-pilze/ (18.06.2024)

Anhang

Anhang 1: Interviewleitfaden

Interviewleitfaden

Einführung

- Zu Beginn des Interviews, können Sie bitte Ihren beruflichen Werdegang, insbesondere in Bezug zur Biodiversität, kurz beschreiben?

- Wie sind Sie auf das Thema Biodiversitätsverlust und den Zusammenhang zur Verbreitung von Infektionskrankheiten aufmerksam geworden?

Biodiversität

- Was bedeutet für Sie Biodiversität?

- Wie schätzen Sie den aktuellen Zustand der Biodiversität in Deutschland ein?

- Welche Ökosysteme und Arten sind am stärksten bedroht?

- Was sind die Hauptursachen für die derzeitige Krise der biologischen Vielfalt?

- Wie sehen Sie den Einfluss des Menschen hinsichtlich des Verlustes von Biodiversität?

    - Rolle der Wildtierhaltung/Wildtierhandel?

    - Rolle der Landnutzungsänderungen?

    - Rolle der Massentierhaltung?

- Wie schätzen Sie die Rolle der Biodiversität hinsichtlich der menschlichen Gesundheit ein? Wie wirkt sich der Verlust von Biodiversität auf die menschliche Gesundheit aus?

Biodiversität und Infektionskrankheiten

- Wie schätzen Sie die Bedeutung des Biodiversitätsverlustes hinsichtlich der Ausbreitung von Infektionskrankheiten ein?

- Wie sehen Sie dies spezifisch für die Covid 19-Pandemie?

- Corona ist aufgrund des erst kürzlichen Auftretens noch nicht stark erforscht – wie ist Ihre Erfahrung mit anderen Zoonosen?

- Im Zusammenhang mit der Covid-19-Pandemie sind Fledermäuse als mögliche Wirtskörper zum Teil in Verruf geraten und wurden in einigen Gebieten in der Folge bejagt. Was ist Ihrer Meinung nach der korrekte Umgang mit hochwertigen Wirten, die gefährliche Erreger an uns weitergeben können?

- Sehen Sie in dem Schutz von Biodiversität eine Chance oder eine Gefahr für unsere Gesundheit (Stichwort Verdünnungseffekt)?

- Wie ist Ihre Meinung zu dem Ansatz des One Health-Konzeptes?

- Welche Studien und Daten kennen Sie, die den Zusammenhang zwischen Biodiversitätsverlust und der Covid-19-Pandemie untersuchen?

Handlungsempfehlungen

- Was denken Sie, wie könnte das Gesundheitssystem besser und vor allem schneller auf Infektionserkrankungen und daraus entstehende Pandemien reagieren?

- Was sind mögliche Handlungsempfehlungen, um den Zusammenhang zwischen Biodiversitätsverlust und Infektionskrankheiten mehr in das Bewusstsein von politischen Entscheidungsträgern zu bringen?

- Was glauben Sie, wie die Bevölkerung auf die Biodiversitätskrise aufmerksam gemacht und für dieses Thema sensibilisiert werden kann?

- Wie können wir eine nachhaltige Zukunft schaffen, die ein Gleichgewicht zwischen menschlichen Bedürfnissen und der Erhaltung der biologischen Vielfalt schafft?

- Welches sind die wirksamsten Strategien zur Erhaltung der biologischen Vielfalt?

- Welche langfristigen Maßnahmen sollten Ihrer Meinung nach umgesetzt werden, um zukünftig die Biodiversität erhalten und zugleich Pandemien verhindern zu können?

Abschluss

- Was ist für Sie der entscheidende Punkt beim Umgang mit der Biodiversitätskrise?

- Sind Sie für die Zukunft bezüglich der aktuellen Entwicklungen und Bemühungen zum Schutz der Biodiversität und dem Zusammenhang zu Zoonosen optimistisch oder eher besorgt?

- Gibt es noch eine weitere Thematik, die Sie im Rahmen dieses Interviews ansprechen möchten?

Anhang 2: Vorlage Einverständniserklärung für Expert:innen

Einverständniserklärung Experteninterview

Thema des Interviews: Zusammenhang zwischen Verlust von Biodiversität und dem Auftreten von Infektionserkrankungen

Zweck der Datenerhebung: Erstellung einer Abschlussarbeit zu dem Thema „Auswirkung des Biodiversitätsverlustes auf die Verbreitung von Infektionskrankheiten in der deutschen Bevölkerung am Beispiel der Covid-19-Pandemie“

Hochschule: Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg – Fakultät Life Sciences

Interviewerin: Rike Susann Richert

Interviewdatum:

Ich erkläre mich dazu bereit, im Rahmen der Erstellung einer Abschlussarbeit zum Thema „Auswirkung des Biodiversitätsverlustes auf die Verbreitung von Infektionskrankheiten in der deutschen Bevölkerung am Beispiel der Covid-19-Pandemie“ an einem Experteninterview teilzunehmen. Ich wurde über das Ziel und den Verlauf der Datenverarbeitung informiert.

Ich bin damit einverstanden, dass das Interview mit einem Aufnahmegerät aufgezeichnet und durch die Interviewerin verschriftlicht wird. Die Audiodatei wird unter Angabe eines Sicherheitstoken gespeichert und nach der Abschlussarbeit am Datum gelöscht. Die Transkripte der Interviews werden anonymisiert und ohne Namen gespeichert. Die wissenschaftliche Auswertung der Interviews wird von der Interviewerin durchgeführt. Die Daten werden zur Erstellung der Abschlussarbeit zu dem oben genannten Thema genutzt und geben einen Einblick in die derzeitige Vermittlung von Themen der Biodiversitätskrise und Verbreitung von Infektionskrankheiten. Die datenschutzrechtlichen Bestimmungen gemäß der Datenschutz-Grundverordnung (DS-GVO) werden eingehalten.

Meine Teilnahme an dem Interview und meine Zustimmung zu der oben genannten Verwendung der Daten sind freiwillig. Meine Zustimmung kann ich zu jedem Zeitpunkt widerrufen. Ein Nachteil durch die Verweigerung oder einen Widerruf entstehen nicht. Ich habe das Recht auf Widerspruch gegen die Weiterverarbeitung und Übertragbarkeit der personenbezogenen Daten, eingeschränkte Verarbeitung, Löschung oder Sperrung, Korrektur sowie Auskunft und Berechtigung der Daten.

Ich erkläre mich bereit, das Interview zu geben, und stimme den Bedingungen zu. Ich bin mit der Aufzeichnung, Verschriftlichung, Anonymisierung und Auswertung des Interviews einverstanden.

_____

Ort, Datum, Unterschrift Interviewte:r

_____

Ort, Datum, Unterschrift Interviewerin

Anhang 3: Ausschnitt der Excel Tabelle zur Auswertung der Interviews nach der qualitativen Inhaltsanalyse von Mayring

(Die vollständige Exceltabelle ist dem beigelegten Datenträger zu entnehmen.)

	Kategorien-bezeichnung	Definition Kategorie	Kodierregeln	Ankerbeispiele	Paraphrase
OK 1	Biodiversität	Der Begriff Biodiversität wird definiert und das eigene Verständnis dargelegt.	Es sollte eine klare Definition zu Biodiversität gegeben werden.	"Die komplette genetische Vielfalt, die vorhanden ist, also sei es auf Flora, Fauna. Aber das schließt auch Pathogenvielfalt mit ein und auch Pilze, Bakterien, Viren." *(E1, Pos. 7)*	Biodiversität meint die Vielfalt von Flora, Fauna, Mikroorganismen und Pathogenen.
UK 1.1	Aktueller Zustand	Der Zustand der Biodiver-sität in Deutschland und weltweit wird beschrieben. Zudem umfasst der aktuelle Zustand auch bedrohte Arten und Ökosysteme.	Der Zustand in Deutschland oder weltweit wird anhand eines Beispiels beschrieben.	"Aber genau durch einfach die intensive Landwirtschaft und Bevölkerungsdichte und Straßenbau. Es ist ja noch kaum unberührte natürliche Fläche da. Und, also der Wald wurde ja auch weitestgehend vor langer Zeit schon sehr abgeholzt. Die Moore wurden trockengelegt." *(E1, Pos. 9)*	Die verstärkte Nutzung von Fläche für landwirt-schaftliche Zwecke sowie die hohe Bevölkerungs-dichte führen zur starken Abholzung von Wäldern und Trockenlegung der Moore.
UK 1.2	Ursachen	Ursachen meinen die derzeitigen Hauptur-sachen für den Verlust von Biodiversität.	Es werden mindestens zwei Ursachen für die Biodiversitäts-krise genannt.	"Und ja, das ist einmal Habitatverlust, also einfach Zerstörung der Ökosysteme, Exploitation of Organisms, also halt die Ausbeutung, also die Extraktion, eben Wildtierhandel und aber auch Wildartenhandel, auch natürlich Pflanzen und Holz usw. Dann auf Platz drei ist die Klimakrise, also Klimaveränderung, wobei das jetzt scheinbar sich wohl zu verschieben scheint, also seit 2019 hat sich das wohl auch noch mal ein bisschen verändert und Klima wird tatsächlich da wichtiger. Und dann Verschmutzung ist natürlich, Verschmutzung ist auf Platz vier und auf Platz fünf sind die invasiven Arten. Also das sind die Top fünf und auch das wird sich immer mal wieder ein bisschen verschieben, aber vieles davon hängt eben auch miteinander zusammen und steht im	Zu den fünf Hauptursachen des Biodiversitäts-verlustes gehören der Verlust und die Zerstörung von Ökosystemen, der Wildtier- und artenhandel, der Klimawandel, Verschmutzung und das Eindringen invasiver Arten.

				unmittelbaren Zusammenhang. Also Habitatszerstörung steht häufig auch im Zusammenhang mit der Extraktion von Lebewesen und umgekehrt Ökosysteme werden über die Extraktion von Lebewesen natürlich auch belastet oder zerstört und dadurch auch eben Habitate degradiert oder Ökosysteme degradiert. Ja, also das sind die Top fünf, die halt durchaus dynamisch sind, miteinander und in sich." *(E2, Pos. 17)*	
UK 1.3	Gesund-heitliche Auswirkungen	Diese Kategorie zeigt, welche gesundheit-lichen Folgen sich für den Menschen ergeben, wenn biologische Vielfalt verloren geht.	Es wird mindestens eine gesundheit-liche Folge genannt.	"Ja, aber es sind natürlich auch große Bedrohungen für die menschliche Gesundheit. Also das sind so ein paar Beispiele, es gibt noch viel, viel, viel mehr Zusammenhänge, auch zwischen der biologischen Vielfalt, auch, die, das Potenzial für biomedizinische Entdeckungen also ist, ja, von Penicillin bis Aspirin kommt alles aus der Natur. Viele Menschen sind auch noch, mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung ist noch abhängig von auch direkt, also Arzneien aus der Natur. Auch das ist eben wirklich nicht zu vernachlässigen." *(E2, Pos. 19)*	Intakte Ökosysteme sind notwendig für die Herstellung von medizinischen Produkten wie Aspirin.
Ok 2	Infektions-krankheiten & Biodiversität	Diese Kategorie beschreibt den möglichen Zusammen-hang zwischen Biodiversität-sverlust und dem daraus resultier-enden höherem Risiko für Infektions-krankheiten.	Es wird das vermehrte Auftreten von Infektions-krankheiten aufgrund einer geringeren Biodiversität erklärt.	"Es gibt Studien, die zeigen, dass, wenn in einem bestimmten Gebiet sage ich jetzt mal, eine hohe Biodiversität vorherrscht, es schwieriger ist, dass es zu, da muss man dann aber auch schon unterscheiden, dass es allgemein schwieriger ist, dass es zu bestimmten Übertragungsereignissen kommt und sich das zum Teil auch in der, sagen wir jetzt erstmal Diversität der Pathogene widerspiegelt. Also wenn wir uns einen intakten	Studien nach sind in Gebieten mit einer hohen Vielfalt von Arten die Übertragungs-raten geringer. Wenn die Biodiversität abnimmt durch Eingriffe in die intakten Ökosysteme, erhöht sich das Risiko, dass Erreger auf den Menschen überspringen.

				Urwald anschauen mit einer hohen Biodiversität, haben wir also eine Unzahl, und da gibt es eben Studien zu, eine Vielzahl auch von pathogenen oder nicht pathogenen Viren. Und wenn man das Ganze jetzt eben in eine Ölbaumplantage umwandeln, dann entstehen eben, dann nimmt die Biodiversität ab. Das ist ja klar nachgewiesen und es kann dann dazu kommen, dass bestimmte Arten, die auch Pathogene, eher Pathogene auf den Menschen übertragen (...) eben häufiger werden und andere verdrängen und dadurch auch ein Risiko entsteht, dass eben Pathogene mit einer höheren Wahrscheinlichkeit auf den Menschen übertragen werden." *(E3, Pos. 14)*	
UK 2.1	Covid-19-Pandemie	Die Covid-19-Pandemie wird in ihrer Entstehung erläutert und mögliche Folgen der Pandemie aufgezeigt.	Es wird erläutert, inwiefern das Auftreten von Covid-19 mit dem Biodiversitäts-verlust zusammen-hängt.	"Mit vielen dieser Erreger hatten wir noch keinen Kontakt und die könnten halt einfach überspringen und sich ausbreiten, wie wir das jetzt eben auch zuletzt in der Covid-19-Pandemie gesehen haben. Das heißt, intakte Ökosysteme auch hier sind einfach wichtig, um Erreger auszubalancieren." *(E2, Pos. 19)*	Die Covid-19-Pandemie entstand aus einem Erreger, zu dem Menschen vorher noch keinen Kontakt hatten. Der Erreger konnte aufgrund des Vordringens des Menschen in Ökosysteme überspringen.
UK 2.2	Wirtstiere	Diese Kategorie zeigt mögliche Wirtstiere für Zoonosen und wie ein korrekter Umgang mit diesen erfolgen sollte.	Es wird mindestens ein mögliches Wirtstier für eine Zoonose oder der Umgang mit Wirtstieren beschrieben.	"Das stimmt, aber wenn wir das zum Beispiel am Beispiel der Fledermäuse nehmen: Also Fledermäuse tragen bekanntermaßen einfach aus verschiedenen Gründen halt sehr, sehr viele Erreger, die auch das Potenzial haben, auf Menschen überzuspringen. Aber zum Beispiel, Fledermäuse fangen halt auch sehr viele Insekten weg, die Vektoren sind für die Übertragung von Infektionskrankheiten. Also eine Mücke, eine	Fledermäuse sind natürliche Träger von zoonotischen Pathogenen. Auf der anderen Seite erfüllen sie wichtige Ökosystem-leistungen, z.B. fressen sie große Mengen an Insekten, die vektorüber-tragene Infektionskrank-heiten auf den Menschen übertragen würden.

				Fledermaus kann bis zu 4000 Mücken pro Nacht fressen. Eine Fledermaus. Also es kommt auf die Art an, aber das muss man sich halt einfach wirklich mal vorstellen. Und also das was, das kann man natürlich jetzt schwer gegeneinander aufwiegen, aber viele Infektionskrankheiten, die eben über Vektoren übertragen werden, können eben auch dadurch im Zaum gehalten werden. Also das ist eben auch eine wichtige sozusagen Ökosystemleistung, jetzt eben von, ja, von Fledermäusen in diesem Beispiel." *(E2, Pos. 19)*	
UK 2.3	Mögliche Effekte	Diese Kategorie beschäftigt sich mit Effekten, die zur Erklärung des Zusammen-hanges zwischen Biodiversität-sverlust und Zoonosen genutzt werden.	Der Dilutions- oder Amplifikations-effekt wird nach der aktuellen Studienlage beschrieben.	"Ja, genau und das ist ja das, was eigentlich passiert, wenn sehr viel Biodiversität vorhanden ist. Dann sind einfach weniger kompetente Wirte, also die den Erreger vermehren können, vorhanden und die Übertragung findet nicht so effektiv statt oder häufig. Und dadurch, weil halt eben auch sehr viele nicht infizierbare, also nicht kompetente, Wirte vorhanden sind und dadurch verdünnt sich quasi so die Erregerlast. Das ist, glaube ich, ein ganz wichtiger Aspekt, den man überall beobachten kann. Also wenn man das untersucht, das ist nicht was, was man sagen kann, das gilt immer und ganz generell. Da wird sich ja so ein bisschen drüber gestritten wissenschaftlich,wie generell und wie wirkungsvoll der Effekt jetzt ist. Wobei das auch natürlich darauf ankommt, wie man das untersucht. Also, aber ich glaube sowas ist einfach sehr, sehr wichtig." *(E1, Pos. 17)*	Bei einer hohen Biodiversität sind wenig hochwertige Wirte vorhanden, die Erreger gut übertragen können. Dadurch wird das Vorkommen von hochwertigen Wirten, welche eine hohe Erregerlast aufweisen und Erreger schneller übertragen können, verdünnt und es kommt seltener zu Übertragungen. Dieser Verdünnungs-effekt ist in der Wissenschaft umstritten und nicht zu generalisieren.

UK 2.4	Konzepte	Unter Konzepte sind ganzheitliche Gesundheits-ansätze zu verstehen, die zur Umsetzung geeigneter Maßnahmen herange-zogen werden.	Es wird mindestens ein Konzept, beispielsweise das One Health Konzept, näher beschrieben.	"Hm, ja, ich glaube schon, dass das sinnvoll ist. Also da geht es ja wirklich so ein bisschen darauf, dass man das so ganzheitlich betrachtet, dass man sagt okay, wie soll das, dass ist quasi das Ökosystem gesund ist, also dass quasi die Natur, die Tiere und der Mensch und das ist auch so. Also ich, (...) ja, also ich denke, das ist schon ein sehr gutes Konzept und da sprechen ja auch viele Daten für, dass das (...) eine gute Herangehensweise ist. Die Frage ist natürlich nur oft, wie lässt sich das gut umsetzen, oder, (...) wie kann man da Forschung betreiben oder welche Interventionsmaßnahmen durchführen, die dann auch einen positiven Effekt haben? Da ist das, glaube ich, gerade noch so ein bisschen am haken, weil, ja, es einfach sehr große Interessenkonflikte gibt, wie mit den Ressourcen und dem Platz auf der Erde umzugehen ist." *(E1, Pos. 25)*	Das One Health Konzept ist ein ganzheitlicher Ansatz, der zeigt, dass der Mensch nur dann gesund ist, wenn auch die Ökosysteme und darin lebenden Tiere gesund sind. In der Forschung ist momentan die Frage offen, wie das Konzept gut umgesetzt werden kann und der ganzheitliche Ansatz der Bevölkerung nahegebracht werden kann.
OK 3	Aktueller Forschungsstand	Diese Kategorie zeigt die aktuelle empirische Lage zum Thema Biodiversität und Infektionskrankheiten.	Es wird die aktuelle Studienlage erwähnt.	"Es gibt Studien, die zeigen, dass, wenn in einem bestimmten Gebiet sage ich jetzt mal, eine hohe Biodiversität vorherrscht, es schwieriger ist, dass es zu, da muss man dann aber auch schon unterscheiden, dass es allgemein schwieriger ist, dass es zu bestimmten Übertragungsereignissen kommt und sich das zum Teil auch in der, sagen wir jetzt erstmal Diversität der Pathogene widerspiegelt." *(E3, Pos. 14)*	Studien belegen, dass eine hohe Anzahl unterschiedlicher Arten die Übertragungs-raten verringert.
OK 4	Handlungs-empfehlung-en	Handlungs-empfehlung-en umfassen mögliche kurz- und langfristige Maßnahmen, die zum	Es wird mindestens eine Handlungs-empfehlung gegeben, die einen kurz- oder	"Also das ist denke ich, also Landwirtschaft und Ernährung und Ernährungssysteme sind Dreh- und Angelpunkt, sind ein ganz, ganz wichtiger Hebel für die biologische Vielfalt." *(E2,*	Eine Umstrukturierung der Landwirtschaft und des Ernährungs-systems sind wichtige

		Schutz von Biodiversität und dem Verhindern von Infektions-krankheiten umgesetzt werden.	langfristigen Ansatz verfolgt.	*Pos. 27)*	langfristige Ansätze, um Biodiversität zu erhalten.
OK 4.1	Gesundheits-system	Diese Kategorie zielt auf die Verbesser-ung des Gesundheits systems in Deutschland und weltweit.	Es wird auf das aktuelle Gesundheits-system in Deutschland oder weltweit kritisch eingegangen.	"Genau das haben Sie ja schon erwähnt, es ist es entscheidend, also eine große Herausforderung ist es natürlich, so Übertragungsereignisse vorauszusehen. Also Frühwarnsysteme, da arbeiten wir auch dran. Das ist eine große Herausforderung, weil es einfach so super komplex ist. Wo, wann, man hat da auch nicht besonders viel Vorlauf. [...] Also entscheidend ist es, die schnelle Reaktion, das haben Sie gesagt, genau das ist das Entscheidende, dass ich Fähigkeiten vor Ort habe und nicht erst irgendwie von, sag ich jetzt mal anderen Ländern, die eben, sage ich mal, eben so ein System haben wie wir, dass ich erst irgendwo hinfahren muss, sondern dass ich vor Ort schnell reagieren kann und entsprechende Maßnahmen ergreife. Bezüglich der Therapiediagnostik und Eindämmung, das muss eben letztendlich vor Ort verfügbar sein und daran muss man arbeiten. [...] Also das ist entscheidend, die Gesundheitsstrukturen widerstandsfähig zu machen, dass sie schnell reagieren können und nicht auf Hilfe von außen angewiesen sind." *(E3, Pos. 24)*	Wichtig für eine schnelle Reaktion des Gesundheits-systems ist es, dass Frühwarnsysteme vorhanden sind und Expertise im eigenen Land vorhanden ist, die direkt intervenieren kann. Dasselbe gilt auch für diagnostische und therapeutische Maßnahmen.
UK 4.2	Politik	Diese Kategorie umfasst Maßnahmen, die von Seiten der Politik erforderlich wären, um	Es wird mindestens eine Maßnahme genannt, wie die Politik Biodiversität schützen und Pandemien	"[...] die Politik muss definitiv die Weichen stellen, die würde ich da nie aus der Verantwortung rauslassen. Also zum Teil werden schon aus meiner Sicht auch den Individuen zu viel	Es ist notwendig, dass die Politik Gesetze und Maßnahmen entwickelt, um Biodiversität zu schützen. Dies kann nicht allein durch die

		Biodiversitäts-sschutz und Pandemie-prävention gewähr-leisten zu können.	vorbeugen kann.	Verantwortung gegeben, siehe BP's Erfindung zum ökologischen Fußabdruck. Da lässt sich halt sehr leicht die Verantwortung ans Individuum abgeben, also die Politik ist definitiv in der Pflicht." *(E2, Pos. 25)*	Bevölkerung geschehen.
UK 4.3	Bevölkerung	Diese Kategorie zeigt Maßnahmen, um die Bevölkerung über das Thema Biodiversität aufzuklären und für den Schutz dieser zu sensibili-sieren.	Es wird mindestens eine Maßnahme genannt, wie die Bevölkerung mehr auf das Thema Biodiversität und Infektions-krankheiten aufmerksam gemacht und zum Handeln gebracht werden kann.	"Das ist ja auch in den alten Biodiversitätszielen, den Aichi Targets, da geht es ja auch sehr viel darum, auch zu sensibilisieren, Biodiversität zum Mainstream, wie kriegen wir das in die Mitte der Gesellschaft? Wie schaffen wir das, das zu vermitteln?" *(E2, Pos. 29)*	In den Aichi Targets wird versucht, Maßnahmen zu formulieren, wie die Gesellschaft auf die Relevanz der Biodiversität aufmerksam gemacht werden kann.
OK 5	Prognosen	Prognosen beschreiben mögliche Szenarien in der Zukunft.	Es wird eine Einschätzung abgegeben, ob aktuelle Maßnahmen einen optimistischen oder besorgnis-erregenden Blick in die Zukunft bieten.	"Also eher besorgt. Also wie ich gerade eben gesagt habe, das mit der Biodiversitätskrise oder überhaupt Biodiversität kriegt keiner mit. Also ich meine, es gibt ja auch seit ein paar Jahren wirklich sehr deutliche Artikel in hochrangigen Zeitungen, die sagen, dass das sechste große Massensterben begonnen hat." *(E1, Pos. 45)*	Die Zukunfts-aussichten sind eher besorgnis-erregend, da das Wissen und Bewusstsein über Biodiversität trotz vorhandener Veröffentlichung-en kaum vorhanden ist.
UK 5.1	Chancen	Diese Kategorie zeigt mögliche Chancen, die zur Verbesser-ung der Thematik führen können.	Es wird dargestellt, welche Chancen sich aus den derzeitigen Entwicklungen zum Schutz von Biodiversität ergeben.	"Und ich finde es sehr schön, auch die letzten Jahre zu sehen, dass sich immer mehr Menschen auch begeistern können, auch für die Krefeld-Studie über die Insektenverluste der Insekten in Deutschland hat glaube ich, und das Bild des Scheibenwischer, so der jetzt ein Fenster oder eine Windschutzscheibe, hat viele Menschen glaube ich doch zum Nachdenken gebracht." *(E2, Pos. 11)*	Ein Teil der Bevölkerung zeigt Interesse an Insekten und deren Verluste.

UK 5.2	Heraus-forderungen	Diese Kategorie umfasst Probleme und Schwierig-keiten bei der Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen.	Es wird dargestellt, was für Problematiken und Herausforder-ungen sich derzeit im Biodiversitäts-schutz und der Pandemie-prävention zeigen.	"Also das sind so Mechanismen, die da eine Rolle spielen, aber noch mal, das dann wiederum auf höhere Erkrankungsrisiken und wirklich höhere Fallzahlen sozusagen zu beziehen und das einwandfrei nachzuweisen mit einer starken Evidenz in mehreren Studien, das ist nicht einfach." *(E3, Pos. 14)*	Das empirische Nachweisen des Zusammen-hanges zwischen Biodiversität und Infektionskrank-heiten gestaltet sich aufgrund der aktuellen Datenlage als schwierig.

Eigenständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ausschließlich unter Benutzung der angegebenen Hilfsmittel ohne Nutzung einer gKI-Anwendung (wie z.B. ChatGPT) angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Schriften entnommen wurden, sind als solche durch Anführungszeichen kenntlich gemacht und die Arbeit war in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht Bestandteil einer Studien- oder Prüfungsleistung.

Hamburg, den 29.07.2024