



12/2019

Digitale Lösungen als Beitrag zur Klimawandelanpassung von Verkehrsinfrastruktur?

Eine Analyse webbasierter Anpassungsplattformen hinsichtlich ihrer
Nutzerorientierung

Autorin: Kristin Diederich

Herausgeber GSWP

Prof. Dr. Sebastian Kinder • Prof. Dr. Dr. Olaf Kühne • Jun.-Doz. Dr. Timo Sedelmeier •
Dr. Gerhard Halder • Dr. Karl Häfner • Dr. F. Weber

Eingereicht als Masterarbeit am 02.10.2019

Erstbetreuer: Prof. Dr. Sebastian Kinder

Zweitbetreuer: Dr. Niklas Baumert

Herausgeber GSWP

Prof. Dr. Sebastian Kinder • Prof. Dr. Dr. Olaf Kühne • Jun.-Doz. Dr. Timo Sedelmeier •
Dr. Gerhard Halder • Dr. Karl Häfner • Dr. F. Weber

Inhalt

Danksagung	2
Verzeichnisse	3
Abkürzungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	4
1 Einleitung	5
1.1 Hinführung zum Thema & Problemstellung	5
1.2 Zielsetzung & Aufbau der Arbeit	6
1.3 Kontextualisierung.....	7
2 Einordnung in die geographische Forschung & Relevanz	8
3 Theoretisch-konzeptioneller Rahmen	10
3.1 Der Klimawandel und seine Auswirkungen auf Infrastrukturen.....	10
3.2 Politische Rahmenbedingungen in der Klimawandelanpassung	15
3.3 Die Rolle von Klimadienstleistungen in der Klimawandelanpassung	21
3.4 Das Konzept der <i>Co-Production</i>	24
3.5 Stand der Forschung	26
4 Methodik	29
4.1 Methodologische Positionierung	29
4.2 Komparative Plattform–Analyse	31
4.3 Leitfaden-geführte Experteninterviews	35
4.4 Grenzen der Methodik	38
5 Ergebnisse	41
5.1 Analyse der Landschaft webbasierter Anpassungsplattformen (Ziel 1).....	41
5.2 Von den Komponenten zum Kriterienkatalog (Ziel 2).....	56
5.3 Validierung der Elemente durch Experteninterviews (Ziel 3).....	61
6 Fazit.....	70
6.1 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	70
6.2 Ausblick.....	75
Quellenverzeichnis	76
Eigenständigkeitserklärung	84
Anhang: Transkription des Experteninterviews	85

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen Personen bedanken, die mich bei der Anfertigung dieser Masterarbeit unterstützt haben und ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre. Mein besonderer Dank gilt ...

... meinem Erstgutachter Prof. Dr. Sebastian Kinder, der mir das Vertrauen für dieses spannende Thema geschenkt hat und mich jederzeit mit konstruktiver Beratung unterstützt hat.

... meinem Zweitgutachter und GIZ-Kollegen Dr. Niklas Baumert, der mir mit seinem Fachwissen und der ansteckenden Begeisterung für die Thematik stets neuen Input gab und sich immer Zeit für meine Fragen nahm.

... dem gesamten Team des GIZ-Vorhabens „Verbesserte *Climate Services* für Infrastrukturinvestitionen (CSI)“. Besonderer Dank gilt hierbei Benjamin Hodick, Katharina Lotzen und Daniel Funk für die vielen hilfreichen Diskussionen und die tolle Zusammenarbeit, durch welche ich für das Thema inspiriert wurde.

... meinem Interviewpartner in der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), der sich geduldig Zeit für meine Fragen nahm und diese aufgeschlossen beantwortete.

... meinen Eltern, Carmen Lührs-Diederich und Prof. Dr. med. Stefan Diederich, die mir das Studium ermöglicht und mich auf meinem ganzen bisherigen Weg sowie bei der Erstellung der Masterarbeit bedingungslos unterstützt haben. Ohne die Motivation, die Liebe und das Vertrauen durch meine Eltern, meine Schwester, Dr. Helen Diederich, und meinen Freund, Andreas Hoff, wäre diese Arbeit nicht zustande gekommen.

... meinen Freundinnen und Freunden, die mich mit ihren positiven, verrückten und liebevollen Gedanken durch mein ganzes Studium begleitet haben.

Verzeichnisse

Abkürzungsverzeichnis

APA	Aktionsplan Anpassung
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
CS	Climate Services
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie
DWD	Deutscher Wetterdienst
ECV	Essential Climate Variables
GFCS	Global Framework for Climate Services
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH
IMAA	Interministerielle Arbeitsgruppe Anpassung an den Klimawandel
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KRITIS	Kritische Infrastrukturen
NAP	National Adaptation Plan
NDC	Nationally Determined Contributions
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
PIARC	Permanent International Association of Road Congresses
SDG	Sustainable Development Goals
UBA	Umweltbundesamt
UN/VN	United Nations / Vereinte Nationen
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
VVWL	Verband Verkehrswirtschaft und Logistik Nordrhein-Westfalen e.V.
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
WMO	World Meteorological Organization

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Sektoren der Kritischen Infrastrukturen.....	12
Tab. 2: 107 Anpassungsplattformen für die einzelnen Kontinente (Stand: August 2019)	44
Tab. 3: 53 globale Anpassungsplattformen (Stand: August 2019)	46
Tab. 4: 68 Plattformen, die als bidirektional gewertet werden können.....	53
Tab. 5: 39 Plattformen mit mindestens 2 kombinierbaren nutzerspezifischen Elementen	54
Tab. 6: 9 Tools mit einer hochgradigen Nutzerorientierung	54
Tab. 7: Kriterienkatalog für nutzerorientierte Plattformen	58

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Jahresdurchschnittstemperatur in Deutschland (1881-2018)	11
Abb. 2: schematische Darstellung der fünf Säulen des GFCS	17
Abb. 3: Wertschöpfungskette von Klimadienstleistungen	21
Abb. 4: Elemente der Nutzerinteraktion	55

Nota Bene: In diesem Text wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Nichtsdestoweniger umschließen die entsprechenden Wörter sowohl männliche Personen als auch weibliche Personen sowie Personen sonstiger Geschlechtsidentität.

1 Einleitung

Im folgenden Kapitel wird in die Thematik eingeführt sowie die Zielsetzung der Arbeit erläutert, bevor anschließend der Aufbau der Arbeit folgt.

1.1 Hinführung zum Thema & Problemstellung

Der Klimawandel ist eine der dringendsten Zukunftsfragen, mit denen sich Politiker und Wissenschaftler derzeit auseinandersetzen müssen. Dies bestätigt auch der *Global Risk Report 2019*, der während des Weltwirtschaftsforums im Januar 2019 veröffentlicht wurde und die größten Risiken analysiert, denen sich die Welt gegenwärtig ausgesetzt sieht. Während noch vor wenigen Jahren wachsende Einkommensungleichheiten oder geopolitische Konflikte die Liste der Risiken anführten, die in den nächsten zehn Jahren am wahrscheinlichsten eintreten, dominieren drei Umweltthemen die ersten Plätze des diesjährigen Rankings: extreme Wetterereignisse, das Scheitern des Klimaschutzes und Naturkatastrophen (WORLD ECONOMIC FORUM 2019: 6).

Unzählige Regierungen und Institutionen weltweit verfolgen daher einerseits das Ziel, die Ursachen des Klimawandels zu mindern, andererseits liegt der Fokus immer häufiger auf einer Anpassung an die zu erwartenden und häufig unvermeidbaren Folgen des Klimawandels (HÜTTL ET AL. 2012: 8). Vor allem in den Lebensbereichen, die das Fundament für die Versorgung einer Gesellschaft und das Wachstum der Wirtschaft eines Landes darstellen, wächst das Bewusstsein für eine steigende Gefährdung durch Extremwetterereignisse und ihrer Auswirkungen. Der Straßensektor, der zu Teilen als sogenannte *Kritische Infrastruktur* gilt, stellt einen solchen risikobehafteten und gefährdeten Lebensbereich dar. Unzählige Anpassungsprojekte von diversen Akteuren weltweit werden daher bereits durchgeführt sowie zahlreiche Entscheidungshilfen in unterschiedlichem Umfang mit verschiedenen Zielen bereitgestellt (FICHTNER ET AL 2014: 14). Sogenannte *Climate Services* (dt. Klimadienstleistungen) werden dabei immer wichtiger. Sie umfassen die Erstellung, Übersetzung, Weitergabe und Nutzung von Klimadaten und –information und werden in vielfältigen Formaten angeboten.

Vor dem Hintergrund des voranschreitenden digitalen Zeitalters nehmen Klimadienstleistungen in Form von webbasierten Anpassungsplattformen eine zunehmend bedeutende Rolle ein. Mithilfe von virtuellen Räumen können geographische Distanzen zwischen Akteuren verschiedener Länder und Kontinente im Bereich des Klimawandels überbrückt, ihre Kooperation vereinfacht und Wissen über Anpassungsoptionen schneller ausgetauscht werden. Bereits jetzt steht Nutzern, die eine Klimawandelanpassung von Infrastrukturobjekten anstreben, ein vielfältiges Angebot an Publikationen, Richtlinien, Tools und anderen Optionen zur Verfü-

gung. Sie werden häufig bereits in Entscheidungsprozessen und der Durchführung von Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt. Bei genauerer Betrachtung dieser dynamischen Landschaft verschiedenster Entscheidungshilfen fällt jedoch auf, dass vorwiegend Standardprodukte existieren und nur wenige webbasierte Klimadienstleistungen ein nutzerorientiertes Angebot aufweisen.

Damit jedoch evidenzbasierte Anpassungsentscheidungen getroffen und entsprechend wirksame Maßnahmen durchgeführt werden können, ist der Einbezug spezifischer Klimadaten und eine nutzerorientierte Aufbereitung dieser Informationen unumgänglich. Nur mithilfe eines sogenannten *Co-Production*-Prozesses, also der engen Interaktion zwischen Nutzern und Anbietern (VINCENT ET AL. 2018: 48), kann den Auswirkungen des Klimawandels auf spezifische Infrastrukturen begegnet und eine Resilienz gegenüber den negativen Folgen des Klimawandels gewährleistet werden. Auch politische Rahmenübereinkünfte wie der *Global Framework for Climate Services* fordern eine adäquate Schnittstelle zwischen Nutzerbedürfnissen und Anbieterkapazitäten (WMO 2014a: 8). Aber wie stellt sich die globale Landschaft webbasierter Anpassungsplattformen dar? Existieren gegebenenfalls regionale Schwerpunkte in der Expertise webbasierter Klimadienstleistungen? Inwiefern berücksichtigen Anpassungsplattformen das *Co-Production*-Prinzip? Welche Elemente einer Anpassungsplattform tragen dazu bei, dass auf die spezifischen Bedürfnisse des Nutzers eingegangen wird?

Zur Beantwortung dieser Fragen bedarf es einer Sichtung des aktuellen Angebots webbasierter Anpassungsplattformen, bevor diese hinsichtlich ihrer Funktionalität kritisch betrachtet werden. Darüber hinaus sollen solche Elemente und Kriterien identifiziert werden, welche die Bedürfnisse der Nutzer definieren und ihn so spezifischen unterstützen können. Um diese Komponenten von Anpassungsplattformen anschließend zu überprüfen, scheint eine Validierung der Ergebnisse innerhalb eines bestimmten Sektors (hier: Straßensektor) unumgänglich.

1.2 Zielsetzung & Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Masterarbeit orientiert sich damit an den zwei übergeordneten Forschungsfragen, erstens, inwiefern webbasierte Anpassungsplattformen einen Beitrag in der Klimawandelanpassung von Infrastruktur leisten können und, zweitens, wie das optimale Anforderungsprofil einer webbasierten Anpassungsplattform aussieht, um maßgeschneiderte Optionen der Klimawandelanpassung bereitstellen zu können?

Hierfür findet in Kapitel 2 zunächst eine Einordnung des Themas in die geographische Forschung statt, um die Relevanz der vorliegenden Arbeit zu verdeutlichen. Anschließend wird in Kapitel 3 der konzeptionelle Hintergrund der Arbeit dargestellt, welcher eine Einführung in

das Thema des Klimawandels und seiner Auswirkungen auf Infrastrukturen, insbesondere auf die Straßeninfrastruktur umfasst. Zudem werden die politischen Rahmenbedingungen beleuchtet, bevor die Rolle von Klimadienstleistungen und ihr Konzept der *Co-Production* thematisiert werden. Nach der Betrachtung des aktuellen Forschungsstands im letzten Abschnitt des dritten Kapitels, schließt sich im vierten Kapitel eine Darstellung und Begründung der verwendeten Methodik an, die sich aus einer komparativen Plattform-Analyse und einem Leitfaden-geführten Experteninterview zusammensetzt. Um die Vorgehensweise der Arbeit zu strukturieren, wurden drei untergeordnete Ziele formuliert:

Ziel 1: Sichtung und Analyse der globalen Landschaft webbasierter Anpassungsplattformen

Ziel 2: Identifikation wesentlicher Elemente nutzerorientierter Plattformen

Ziel 3: Validierung der Elemente & Ergänzung weiterer Informationen für den Straßensektor

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sowie ihre Auswertung finden sich im fünften Kapitel. Die Arbeit schließt mit einem Fazit in Kapitel 6, in dem die Ergebnisse zusammengefasst dargestellt und ein Ausblick für weitere Forschungsarbeiten gegeben wird.

Mit der Masterarbeit wird das Ziel verfolgt, eine Aktualisierung und Erweiterung bereits bestehender Studien über die globale Landschaft webbasierter Anpassungsplattformen durchzuführen. Darüber hinaus wird mit der Arbeit die Absicht verfolgt, einen Kriterienkatalog zu entwerfen, der zukünftige Anbieter von webbasierten Klimadienstleistungen unterstützen kann. Gleichzeitig erhebt die Arbeit keinen Anspruch darauf, eine vollständige Auflistung von Kriterien zu präsentieren. Sie definiert lediglich erste konkrete Elemente, die unumgänglich sind, um nutzerspezifische Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln, gleichzeitig können sie jederzeit ergänzt werden. Anhand des konkreten Sektors des Straßenwesens sollen die einzelnen nutzerorientierten Elemente überprüft sowie zusätzliche Informationen generiert werden.

1.3 Kontextualisierung

Die Fragestellung, die der Arbeit zugrunde liegt, entstand im Rahmen des Vorhabens „Verbesserte *Climate Services* für Infrastrukturinvestitionen“ der *Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*. Die *GIZ* ist ein deutsches Bundesunternehmen der staatlichen Entwicklungszusammenarbeit und „[...] unterstützt die Bundesregierung dabei, ihre Ziele in der internationalen Zusammenarbeit zu erreichen [...]. Die *GIZ* orientiert sich in ihrer Arbeit am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung und „[...] berücksichtigt politische, wirtschaftliche, soziale und ökologische Aspekte. Sie unterstützt Menschen und Gesellschaften in Entwicklungs-, Transformations- und Industrieländern dabei, eigene Perspektiven zu entwickeln, ihre Selbsthilfekräfte zu stärken und ihre Lebensbedingungen zu verbessern. [...]“ (BMZ 2019).

2 Einordnung in die geographische Forschung & Relevanz

Die Betrachtung des Themenfeldes webbasierter Plattformen in der Klimawandelanpassung wird in den folgenden Kapiteln zeigen, dass hier zahlreiche unterschiedliche Forschungsgebiete miteinander vernetzt werden. Diese reichen von den Debatten um den Klimawandel und seine Auswirkungen in diversen Sektoren, über politische Vereinbarungen und konkrete Anpassungsmaßnahmen bis hin zu entwicklungspolitischen Fragen und dem Trend der Digitalisierung. Die vorliegende Forschungsarbeit kann somit einer Vielzahl wissenschaftlicher Disziplinen zugeordnet werden: den Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie den Politik- und Sozialwissenschaften. Ein Schwerpunkt des Themas webbasierter Lösungen im Bereich der Klimawandelanpassung liegt jedoch in der geographischen Forschung, die sich durch ein interdisziplinäres Selbstverständnis auszeichnet und verschiedene Forschungsansätze umfasst.

Beispielsweise wird durch die Thematik die geographische Raumplanung adressiert (Inwiefern verändert die Klimawandelanpassung von Infrastruktur geographische Räume?). Darüber hinaus werden entwicklungsgeographische Fragen behandelt (Wie können Gesellschaften eine nachhaltige Entwicklung unter den erschwerten Bedingungen des Klimawandels erfolgreich umsetzen?), wirtschaftsgeographische Gedanken aufgeworfen (Inwiefern verändert sich der Markt von Klimadienstleistungen, wenn diese immer häufiger webbasiert stattfinden?) sowie die räumliche Ordnung diskutiert (Welche Möglichkeiten und Herausforderungen ergeben sich durch die Entstehung virtueller Räume und kann eine räumliche Fragmentierung mithilfe webbasierter Vernetzung vermieden werden?). Damit werden zahlreiche Fragen aus unterschiedlichsten geographischen Forschungsgebieten aufgeworfen, die in Zukunft immer häufiger Gegenstand der Diskussion sein werden.

Über diese verschiedenen geographischen Forschungsbereiche hinaus kann die folgende Arbeit in die geographische Risikoforschung eingeordnet werden, welche sich mit Fragen risikobehafteter Lebenslagen auseinandersetzt. Zudem umfasst die geographische Risikoforschung verschiedene Konzepte und Begrifflichkeiten, die unterschiedliche Mechanismen zwischen Ursachen und Wirkungen im Zusammenspiel von Mensch und Natur beschreiben. Einige damit verbundene und immer wieder erscheinende Begrifflichkeiten sollen für das weitere Verständnis der anschließenden Kapitel definiert werden.

Resilienz versteht sich als „[...] Fähigkeit, tatsächliche oder potenziell widrige Ereignisse abzuwehren, sich darauf vorzubereiten, sie einzukalkulieren, sie zu verkraften, sich davon zu erholen und sich ihnen immer erfolgreicher anzupassen. Widrige Ereignisse sind menschlich,

technisch sowie natürlich verursachte Katastrophen oder Veränderungsprozesse, die katastrophale Folgen haben.“(SCHARTE ET AL. 2014: 17).

Resiliente Systeme zeichnen sich laut BRUNEAU ET AL. dadurch aus, dass die Eintrittswahrscheinlichkeit von disruptiven, also störenden Ereignissen reduziert sowie die Konsequenzen im Falle solcher Störungen verringert werden. Darüber hinaus gilt ein System als resilient, wenn die Zeit für die Rückkehr zur normalen Leistung nach störenden Ereignissen reduziert wird (BRUNEAU ET AL. 2003: 736).

Vulnerabilität (Verletzlichkeit) wird „[...] als eine Funktion verschiedener Komponenten [verstanden] [...]: Exposition, Sensitivität und Anpassungskapazität. Exposition bezieht sich auf die Veränderung von Mittelwerten, [...] denen ein betrachtetes System ausgesetzt ist. [...] Sensitivität oder auch Empfindlichkeit beschreibt den Grad, zu dem ein System [z.B.] durch die Klimaveränderung beeinflusst werden kann, sei es negativ oder positiv [...]. Wird die regionale Empfindlichkeit (Sensitivität) ins Verhältnis zum erwarteten Klimaereignis (Exposition) gesetzt, ergibt sich die potenzielle negative oder auch positive Betroffenheit [...]“ (MAHAMMADZADEH ET AL. 2013: 19).

Mithilfe sogenannter klimaresilienter Infrastrukturen könnte laut *Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD)* das Risiko klimabedingter Störungen zwar reduziert, aber nicht vollständig eliminiert werden (OECD 2018: 4).

Die geographische Risikoforschung stellt demnach einen integrativen Ansatz dar, der die Auswirkungen erwarteter Gefährdungen und die daraus entstehenden Verwundbarkeiten sowie Widerstandsfähigkeiten analysiert, die wiederum gesellschaftliche Prozesse beeinflussen. In Anbetracht der Tatsache, dass der Klimawandel und seine negativen Folgen auf Gesellschaften ein antizipiertes Risiko darstellen und in Zukunft eine immer größere Rolle spielen werden, wird die Relevanz der vorliegenden Arbeit sowie ihrer Platzierung im Feld der geographischen Risikoforschung deutlich.

3 Theoretisch-konzeptioneller Rahmen

Das folgende Kapitel befasst sich mit den theoretisch-konzeptionellen Grundlagen dieser Masterarbeit. Dazu wird zunächst im ersten Absatz die für die Untersuchung relevante Thematik des Klimawandels erläutert, ebenso werden die Auswirkungen auf Straßeninfrastrukturen thematisiert. Anschließend werden die politischen Rahmenbedingungen in der Klimawandelanpassung erörtert, um vertiefend im dritten und vierten Abschnitt einerseits auf die Rolle von Klimadienstleistungen in Anpassungsprozessen sowie andererseits auf das damit eng verbundene Konzept der *Co-Production* einzugehen. Der vorletzte Absatz dieses Kapitels betrachtet den aktuellen Forschungsstand und zeigt Forschungslücken auf, die es zu schließen gilt. Auf diese Weise soll eine Grundlage zur Beantwortung der in der Einleitung genannten Forschungsfragen gegeben und eine Orientierung für die weitere Analyse geschaffen werden.

3.1 Der Klimawandel und seine Auswirkungen auf Infrastrukturen

Zahlreiche, voneinander unabhängige Quellen berichten bereits seit einigen Jahren, dass ein globaler Trend der Erderwärmung und somit ein signifikanter Wandel des weltweiten Klimas stattfindet, der mit verlässlichen Klimadaten von Wetterstationen sowie aktuellen und historischen Daten aus anderen Studien belegt werden kann. Der von den Vereinten Nationen eingerichtete zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen, *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, erklärte in seinem im Oktober 2018 erschienenen Sonderbericht erneut: „Die globale Erwärmung erreicht 1,5°C mit äußerster Wahrscheinlichkeit zwischen 2030 und 2052, wenn sie mit der aktuellen Geschwindigkeit weiter zunimmt.“ (IPCC 2018: 6). Auch das *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)* bestätigt, dass „[...] [d]ie globale Mitteltemperatur steigt, weil die Menschen Treibhausgase emittieren“ (BMU 2019). Weiter wird konstatiert, dass 97% der Wissenschaft der entscheidenden Frage zustimmen, dass die „[...] drohende Gefahr, auch wenn sie nicht mit absoluter Sicherheit eintritt, so groß [ist], dass gehandelt werden muss“ (ibid.). Zahlreiche weitere Messreihen und Analysen bestätigen zudem, dass sich die Temperatur verschiedener atmosphärischer Schichten sowie die Temperatur verschiedener Ozeantiefen in den vergangenen Jahrzehnten signifikant erwärmt haben (vgl. NASA 2019, PALMER ET AL. 2007, LEVITUS ET AL. 2012). Auch für Deutschland zeigt sich, dass die mittlere Jahrestemperatur (vgl. Abb. 1: roter Graph) seit Beginn der Messungen im Jahr 1881 stetig zugenommen hat:

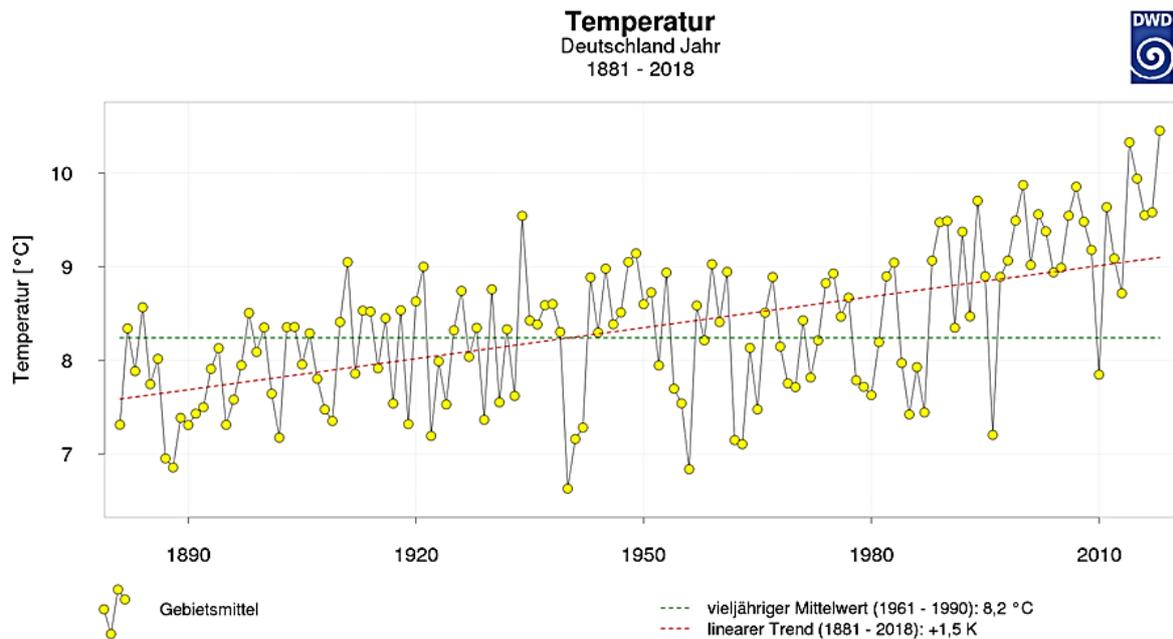


Abb. 1: Jahresdurchschnittstemperatur in Deutschland (1881-2018), Quelle: Deutscher Wetterdienst (2019)

Dabei fällt in Deutschland laut *Deutschem Wetterdienst (DWD)* „[...] über das Jahr verteilt etwa 9% mehr Niederschlag, [...] in den Wintermonaten sogar 25% mehr als vor 140 Jahren. [...]“ (NIKOGOSIAN 2019: 3). Zudem lasse sich eine Zunahme von Hitzewellen und sogenannten „Heißen Tagen“, also einer maximalen Tagestemperatur von über 30°C feststellen (ibid.)

Hinzu kommen weitere diverse Fakten über die Folgen des Klimawandels auf globaler Ebene, wie z.B. die weltweite Zunahme von Waldbränden um bis zu 50 Prozent und einer erwarteten Zahl von etwa 500.000 zusätzlichen Todesfällen bis 2050 aufgrund einer verschlechterten Nahrungsmittelversorgung (KLIMAFAKTEN 2019). Darüber hinaus werden weltweit finanzielle Kosten von etwa 12 Milliarden Dollar pro Jahr für eine gesicherte Trinkwasserversorgung und Schäden von bis zu 15 Milliarden Euro durch Flutereignisse (ibid.) erwartet sowie grundsätzlich steigende Kosten durch Extremwetterereignisse. Die Kosten beliefen sich im Zeitraum von 1998 bis 2010 auf etwa 2.5 Milliarden Euro pro Jahr in Europa, wobei insbesondere im Straßentransport die Ausgaben von 1.8 Milliarden Euro jährlich und einem Anteil von 72% an den Gesamtkosten dominieren, vor der Luftfahrt (14%) und dem Schienenverkehr (12%). Es wird geschätzt, dass sich die Gesamtausgaben durch Extremwetterereignisse bis zu den Jahren 2040 bis 2050 um 20% erhöhen (COACC 2018: 13).

Die Bilder in den Medien von Dürreereignissen, hektargroßen Waldbränden, zerstörerischen Wirbelstürmen und extremen Flutereignissen veranschaulichen das konkrete Ausmaß des Klimawandels, zu dem die Menschen ihren stetigen Beitrag leisten. Insbesondere durch die Verbrennung fossiler Energieträger, wie z.B. die weltweiten CO₂-Emissionen des Autover-

kehr, wird der Gehalt von Treibhausgasen in der Atmosphäre gesteigert. Zusätzlich tragen die Menschen, z.B. durch achtloses Verhalten mit langlebigen, umweltbelastenden Materialien, zu einer erhöhten Belastung der Umwelt und dem Klima bei (KLIMAFAKTEN 2019). Aus diesem Klimatrend und zunehmenden Extremwetterereignissen ergeben sich verschiedene Risiken, denen die weltweite Bevölkerung in Zukunft ausgesetzt sein wird. Insbesondere in Lebensbereichen, welche die Voraussetzung für die Versorgung sowie die soziale und wirtschaftliche Entwicklung einer Gesellschaft bilden, stellt der Klimawandel eine große Gefahr dar – ein Beispiel für solch einen Bereich ist der Sektor der *Kritischen Infrastruktur*.

Kritische Infrastrukturen definieren sich laut *Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe* (BBK) wie folgt: „*Kritische Infrastrukturen*, [kurz] *KRITIS*, sind Organisationen oder Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden.“ (BBK 2019). Sie unterteilen sich nach ausführlichen Diskussionen von Bund und Ländern dabei in 9 Sektoren mit insgesamt 29 Branchen:

Sektor	Branche
Energie	Elektrizität, Gas, Mineralöl
Informationstechnik und Telekommunikation	Telekommunikation, Informationstechnik
Gesundheit	Medizinische Versorgung, Arzneimittel und Impfstoffe, Labore
Wasser	Öffentliche Wasserversorgung, öffentliche Abwasserbeseitigung
Ernährung	Ernährungswirtschaft, Lebensmittelhandel
Transport und Verkehr	Luftfahrt, Seeschifffahrt, Binnenschifffahrt, Schienenverkehr, Straßenverkehr, Logistik
Finanz- und Versicherungswesen	Banken, Börsen, Versicherungen, Finanzdienstleister
Staat und Verwaltung	Regierung und Verwaltung, Parlament, Justizeinrichtungen, Notfall-/Rettungswesen einschließlich Katastrophenschutz
Medien und Kultur	Rundfunk (Fernsehen und Radio) sowie gedruckte und elektronische Presse, Kulturgut, symbolträchtige Bauwerke

Tab. 1: Sektoren der Kritischen Infrastrukturen (eigene Darstellung nach BSI/BBK 2019)

Die einzelnen Sektoren der *Kritischen Infrastrukturen* und die damit verbundenen Dienstleistungen stellen insgesamt ein komplexes und hochvernetztes System verschiedener Funktionen dar. Die wechselseitigen Abhängigkeiten werden meist erst in Krisen deutlich, wenn der Ausfall eines Sektors Kaskadeneffekte in zahlreichen weiteren Bereichen hervorruft. Besondere Interdependenzen bestehen unter anderem im Energiesektor, da beispielsweise großflächige Stromausfälle erhebliche negative Folgen haben und eine nicht ausreichende Funktionsfähigkeit im Wasser- und Lebensmittelsektor, der Gesundheitsversorgung, der Verkehrsinfrastruktur sowie der Telekommunikation nach sich ziehen können (BSI/BBK 2019). Diese Vernetzung bestätigte sich einmal mehr im Juni 2019 als sich ein massiver Stromausfall in Südamerika ereignete, der zu verschiedenen Auswirkungen führte: der Verkehr rollte aufgrund fehlender Signalanlagen oder unbeleuchteter Straßenzüge nur zögerlich, Tankstellen mussten wegen inaktiver Pumpen in den Zapfstellen geschlossen werden und es kam zu Störungen in der Wasserversorgung. Als Ursache für diese jeweils landesweit betroffenen Stromausfälle wurden Überlastungen im Stromnetz genannt, die insbesondere in heißeren Monaten vorkämen, aber auch Extremwetterereignisse würden immer wieder zu Einschränkungen in der Stromversorgung führen (MERKUR 2019, AMERIKA21 2019).

Ein weiterer Bereich, der nicht nur essentiell für die Funktion sondern auch für die Entwicklung einer Gesellschaft ist, stellt der Transport- und Verkehrssektor und hier insbesondere der Straßenverkehr dar. Dabei gilt es die BSI-Kritisverordnung vom 22. April 2016 zu beachten, in der es in §8 heißt: „Wegen ihrer besonderen Bedeutung für das Funktionieren des Gemeinwesens ist im Sektor Transport und Verkehr [der] [...] Personen- und Güterverkehr [...] kritische Dienstleistung [...]. Im Sektor Transport und Verkehr sind *Kritische Infrastrukturen* solche Anlagen oder Teile davon, die [...] [bestimmten] Kategorien zuzuordnen sind [...].“ (BMJV/BfJ 2016). Dies sind laut entsprechender Anhänge für den Straßenverkehr die Verkehrssteuerungs- und Leitsysteme der Bundesfernstraßen sowie diejenigen des kommunalen Straßenverkehrs. Damit gelten für das Straßenwesen alle Verkehrs- und Tunnelleitzentralen als *Kritische Infrastruktur*, während Straßen, Brücken und Tunnel an sich sowie alle weiteren Einrichtungen und Maßnahmen der Straßenausstattung, wie Verkehrszeichen, Wegweisungen, Fahrbahnmarkierungen, Fahrzeugrückhaltesysteme, Lichtzeichenanlagen und Straßenbeleuchtung (NATZSCHKA 2011: 423), nicht als *Kritische Infrastruktur* definiert werden. Dennoch muss berücksichtigt werden, dass der Klimawandel und seine Auswirkungen die Straßen gefährden, die „[...] für das mobile Leben so existenziell notwendig [sind] wie die Blutbahnen für den menschlichen Körper“ [...] (STN 2019).

Damit spielt die Straßeninfrastruktur als spezifischer Bereich im Transport- und Verkehrssektor eine elementare Rolle für die Funktion einer Gesellschaft sowie die nachhaltige Entwicklung eines Landes. Die Abhängigkeit der Gesellschaft von der Straßeninfrastruktur lässt sich an diversen Beispielen zeigen, von denen an dieser Stelle nur einige exemplarisch genannt werden. Der Straßenverkehr verbindet die ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Lebensbereiche und vernetzt somit wesentliche Arbeitsfelder: beispielsweise werden durch den Bau und die Instandhaltung von Straßeninfrastrukturen wie Brücken oder Tunnel weltweit Arbeitsplätze geschaffen. Die Straßeninfrastruktur wiederum dient als Verbindung zwischen verschiedenen Standorten wie Ländern, Gemeinden und Städten und somit als Grundlage für wirtschaftliche Aktivitäten. Zusätzlich fördert der Transportsektor mit seinem Straßennetz die grundsätzliche Mobilität der Menschen und ermöglicht durch die Bereitstellung von öffentlichen Transportmitteln, dass Gemeinschaften und insbesondere z.B. Frauen aus ländlichen Gebieten in Ländern des Globalen Südens an Prozessen in der Wirtschaft und Politik partizipieren können. Neben der Aufgabe der geographischen Vernetzung von Standorten trägt der Verkehrssektor darüber hinaus mithilfe von öffentlichen Verkehrsmitteln dazu bei, den Individualverkehr zu verringern und Luftverschmutzung sowie die Erzeugung von Treibhausgasen durch die geminderte Nutzung von Autos zu reduzieren (THE ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT LIMITED 2019). Das *Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ)* betont, dass insbesondere in ländlichen Regionen in Ländern des Globalen Südens keine ausreichenden Verkehrswege und Transportmittel zur Verfügung ständen, Transportprozesse demnach schwierig und teuer seien und dies ein Hemmnis für die wirtschaftliche Entwicklung darstelle (BMZ 2019a).

Es lässt sich also zusammenfassen, dass sich das Klima seit einigen Jahren erheblich verändert, Extremwetterereignisse weltweit zunehmen und dabei häufig drastische Folgen für die Umwelt und Gesellschaft hinterlassen. Dies betrifft insbesondere solche Lebensbereiche, welche Versorgungsfunktionen übernehmen sowie als Voraussetzung für die wirtschaftliche Entwicklung einer Gesellschaft gelten. Der Transport- und Verkehrssektor stellt solch einen Lebensbereich dar, in dem ohnehin häufig erschwerte Konditionen vorliegen, die Vulnerabilität sich durch klimatische Veränderungen erhöht und Maßnahmen des Handelns unumgänglich sind. Die Straßeninfrastruktur bietet nicht nur die Grundlage für gesellschaftliche Interaktionen, sondern trägt gleichzeitig zu Erreichung höherer entwicklungspolitischer Ziele, wie beispielsweise den *Sustainable Development Goals (SDGs)* sowie weiterer politischer Rahmenübereinkünfte bei, die im folgenden Kapitel genauer betrachtet werden.

3.2 Politische Rahmenbedingungen in der Klimawandelanpassung

Aus der Tatsache, dass sich die klimatischen Bedingungen verändern, daraus Extremwetterereignisse resultieren und sich diese auf die verschiedensten Lebensbereiche der Menschen negativ auswirken, entwickelten sich in den vergangenen Jahren weitläufige klimapolitische Diskussionen um Anpassungsstrategien auf unterschiedlichen Ebenen.

Den Grundstein dieser Debatten auf internationaler Ebene legte im Jahr 1979 die *Weltorganisation für Meteorologie (WMO)*, die in Genf eine Konferenz initiierte, welche als erste Weltklimakonferenz betrachtet wird (WMO 1979). Dieses erste Zusammentreffen unterschiedlichster Experten von Organisationen der *Vereinten Nationen (VN/UN)* galt der Frage, inwiefern die menschengemachten schädlichen Klimaveränderungen reduziert werden könnten und reagierte damit unter anderem auf den im Jahr 1972 erschienenen Bericht *The Limits to Growth* des *Club of Rome*. In dieser Studie wurde betont, dass bestimmte Wachstumsstrategien der Weltwirtschaft negative Folgen für alle nach sich ziehen und die Umwelt unwiederbringlich zerstören könnten (MEADOWS ET AL. 1972). In den darauf folgenden Jahren etablierte sich die Weltklimakonferenz als jährliche Versammlung zur Weiterführung der klimapolitischen Bestrebungen. Diese Bemühungen wurden zusätzlich intensiviert, nachdem die sogenannte Brundtland-Kommission (unter dem Vorsitz der damaligen norwegischen Ministerpräsidentin Gro Harlem Brundtland) im Jahr 1987 nur vier Jahren nach ihrer Gründung den Bericht *Our Common Future* veröffentlichte. Dieser Perspektivbericht definierte das Konzept der *Nachhaltigen Entwicklung*, welche dem Prinzip der sogenannten „intergenerativen ökologischen Gerechtigkeit“ folgt, das wiederum einen wichtigen Impuls für spätere Konferenzen gab und bis heute vielfältige Diskussionen prägt: „Dauerhafte Entwicklung ist eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“ (BMZ 2019b).

Darüber hinaus trug die Fertigstellung des ersten Sachstandsberichts des *IPCC* im Jahr 1990 zur Steigerung des ökologischen Bewusstseins bei und diente gleichzeitig als Grundlage für das nur wenig später entwickelte Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (*United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC*). Diese Konvention wurde während der Weltklimakonferenz in Rio de Janeiro im Jahr 1992 verabschiedet und von 154 Staaten unterschrieben. Zeitgleich wurde die *UNFCCC* als Institution zur Implementierung des Übereinkommens eingerichtet. Diese von der internationalen Staatengemeinschaft anerkannte Vereinbarung umfasst das Ziel der „[...] Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration auf einem Niveau, bei dem eine gefährliche vom Menschen verursachte Störung des Klimasystems verhindert wird. [...]“ (UBA 2017).

Zur Erreichung dieses Ziels wurden die Vertragsstaaten verpflichtet, nationale Programme zu entwickeln, zu implementieren und stetig zu aktualisieren, um die klimapolitischen Bemühungen zu unterstützen (ibid.).

Zwei weitere Ereignisse trieben diese internationalen Debatten hinsichtlich der Minderung schädlicher Treibhausgase, vor allem aber der Anpassung an den Klimawandel weiter voran. Zum einen bestätigte im Jahr 1995 der *Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU)* das sogenannte Zwei-Grad-Ziel, welches den Vorsatz beschreibt, „[...] die globale Erwärmung auf zwei Grad Celsius [bis zum Jahr 2100] gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung zu begrenzen. [...]“ (WELTKLIMABERICHT 2014). Damit wurde gleichzeitig auf die unumkehrbaren Folgen des Klimawandels nach Eintreten bestimmter Kipp-Elemente aufmerksam gemacht und der Ausschlag für die Übernahme des Zwei-Grad-Ziels in die europäische Klimaschutzpolitik gegeben. Zum anderen wurde im Jahr 1997 auf der dritten Klimakonferenz das Kyoto-Protokoll als Zusatzprotokoll zur Fortführung der *UNFCCC* verabschiedet, das bis zum Jahr 2011 von 191 Vertragsparteien sowie der Europäischen Union unterzeichnet wurde. Im Kyoto-Protokoll wurden verbindliche Werte für die Treibhausgasemissionen aus Industrienationen bestimmt sowie verschiedene Mechanismen zur Reduzierung festgelegt (BMU 2017). Darüber hinaus zielt das Protokoll darauf ab, „[...] Ländern bei der Anpassung an den Klimawandel zu helfen. [...]“ (PRESSE- UND INFORMATIONSSAMT DER BUNDESREGIERUNG 2011), indem Strategien zur Anpassung an seine Folgen entwickelt sowie finanzielle und technische Unterstützung zur Verfügung gestellt werden (UNRIC 2019).

Während der jährlich stattfindenden Klimakonferenzen fanden bis heute kontinuierlich weitere Ausgestaltungen der Klimarahmenkonvention von 1992 statt. Unter anderem wurden während der Konferenz im mexikanischen Cancún im Jahr 2010, die Formulierung und Umsetzung sogenannter *National Adaptation Plans (NAP)* (dt. Nationale Anpassungspläne) vereinbart. Diese sollen von den Vertragsstaaten entwickelt werden und umfassen die Identifizierung des Anpassungsbedarfs, die Planung von Strategien sowie die Implementierung dieser in entsprechenden Programmen. Dabei sollen die *NAPs* länderspezifische Charakteristika berücksichtigen und in einem partizipativen sowie transparenten Prozess entwickelt werden (UNFCCC 2019a). Dieses Vorhaben wird durch das Ziel unterstützt, welches während der dritten Weltklimakonferenz WCC-3 im Jahr 2009 in Genf formuliert wurde: das Ziel ist es, „[...] vorhandene Klimainformationen auf allen Zeitskalen verstärkt, dauerhaft und operationelle für Entscheidungsprozesse nutzbar zu machen. [...]“ (DEUTSCHES KLIMAPORTAL 2019).

Als weiteres Dokument, das in der Klimawandelanpassung eine wichtige Rolle spielt, wurde im Jahr 2012 während eines Weltmeteorologiekongresses der verbindliche *Global Framework for Climate Services (GFCS)* beschlossen. Der *GFCS* stellt unter der Federführung der *WMO* eine globale Partnerschaft zwischen regierungsnahen Organisationen sowie weiteren Institutionen dar, welche auf der einen Seite Klimainformationen produzieren und sie auf der anderen Seite gleichzeitig in verarbeiteten Produkten als sogenannte Klimadienstleistung (siehe Kapitel 3.3) nutzen. Der *GFCS* bietet damit eine Schnittstelle für verschiedene Anbieter und Nutzer, um bestmögliche Klimaproducte zu ermöglichen, wobei ein stetig verbesserter Zugang angestrebt wird, um entsprechenden Entscheidungsträgern die Klimainformationen in nutzerfreundlichen Formaten bereitzustellen. Dabei wird das Ziel verfolgt, sich auf neue klimatische Bedingungen einzustellen sowie Unterstützung in der Anpassung an die Folgen der veränderten Klimavariablen in diversen Sektoren zu bieten (vgl. WMO 2019). Der *GFCS* unterteilt sich laut seinem Implementierungsplan in fünf Komponenten:

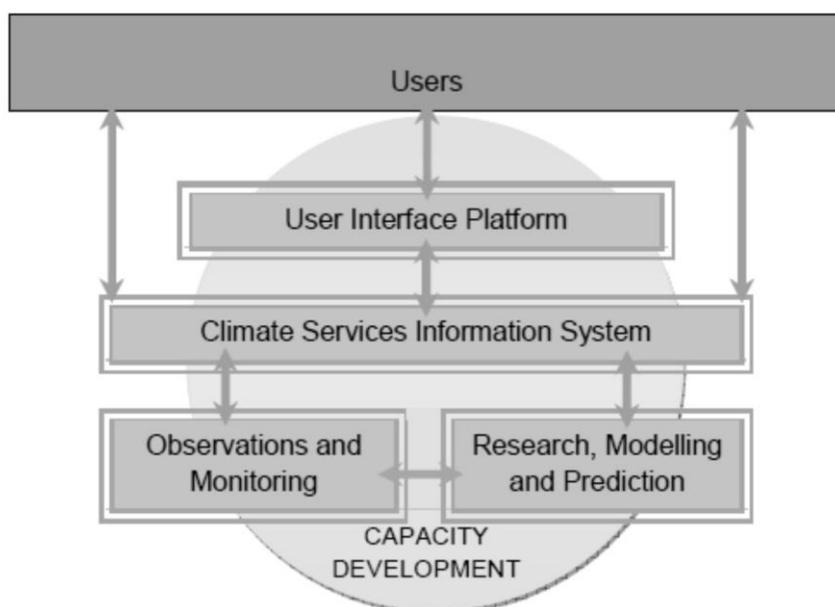


Abb. 2: schematische Darstellung der fünf Säulen des GFCS (WMO 2014a: 8)

Der *GFCS* umfasst damit 1. die Beobachtung und Überwachung, 2. die Forschung und Vorhersage, 3. Infrastrukturen zur Erzeugung und Verteilung von Klimainformationen, 4. Foren für die Kommunikation zwischen Nutzern und Erzeugern von Klimainformationen sowie 5. den Aufbau und die Entwicklung von Fähigkeiten zum Erzeugen, Verstehen und Nutzen von Klimainformationen (vgl. DEUTSCHES KLIMAPORTAL 2019).

Vor dem Hintergrund dieser angestrebten, verbesserten Nutzung von Klimainformationen mithilfe des *GFCS* einigten sich die insgesamt 197 Vertragsländer während der Klimakonferenz von Paris 2015 auf das sogenannte Pariser Abkommen, welches seitdem das Kyoto-Protokoll ersetzt und bis September 2018 von mittlerweile 180 Staaten ratifiziert wurde. In diesem multilateralen Abkommen wurden folgende drei große Ziele formuliert:

1. Die Staaten setzen sich das globale Ziel, die Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter auf „deutlich unter“ zwei Grad Celsius zu begrenzen mit Anstrengungen für eine Beschränkung auf 1,5 Grad Celsius.
2. Die Fähigkeit zur Anpassung an den Klimawandel soll gestärkt werden und wird neben der Minderung der Treibhausgasemissionen als gleichberechtigtes Ziel etabliert.
3. Zudem sollen die Finanzmittelflüsse mit den Klimazielen in Einklang gebracht werden.

Quelle: BMWi 2019

Insbesondere mit dem zweiten Ziel wurde die Notwendigkeit bestätigt, dass alle Länder nicht nur die Minderung von Treibhausgasen anstreben, sondern gleichermaßen um die Entwicklung von Anpassungsstrategien bemüht sein sollen. Dabei soll diese Verpflichtung bestehende Menschenrechts- und Katastrophenpräventionspakete berücksichtigen und vor allem auf die Unterstützung der vulnerabelsten Länder weltweit durch Industrie- und wirtschaftliche starke Länder abzielen, um ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber den unausweichlichen Auswirkungen des Klimawandels zu stärken. Die Förderung dieser Klimaresilienz wird u.a. mithilfe der Formulierung sogenannter nationaler Klimaschutzbeiträge (engl. *Nationally Determined Contributions, NDCs*) unterstützt. Die *NDCs* dienen der Erreichung der drei langfristigen o.g. Ziele innerhalb des Pariser Abkommens und umfassen die Vorbereitung, Mitteilung und Aufrechterhaltung national festgelegter Beiträge, um nationale Emissionen zu reduzieren und sich an die Auswirkungen des Klimawandels anzupassen (UNFCCC 2019b).

Um den globalen Bestrebungen in der Klimawandelanpassung und schriftlichen Verpflichtungen auch auf kleinräumigeren Ebenen nachzukommen, wurde im Jahr 2009 durch die europäische Kommission das Weißbuch *Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen* veröffentlicht, bevor vier Jahre später die *EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel* (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2013) folgte. Auch auf deutscher Ebene wurden die internationalen Debatten berücksichtigt: so wurde im Jahr 2008 die *Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)* als politisches Rahmenwerk beschlossen, in welchem die zu erwartenden Klimaänderungen und potenziellen Auswirkungen für die Bundesrepublik

präsentiert werden und welches kontinuierlich weiterausgearbeitet werden soll. Die in der *DAS* beschriebenen Abschätzungen der Vulnerabilität und der möglichen Klimafolgen für Deutschland basieren auf Auswertungen von Klimaprojektionen durch den *DWD*. Gleichzeitig wird in der *DAS* die internationale Verantwortung Deutschlands und potenzielle, klimawandelbedingte Einschränkungen thematisiert. Mit der Darstellung der möglichen Auswirkungen in 13 verschiedenen Handlungsfeldern¹, zwei weiteren Querschnittsthemen² sowie eines Maßnahmenkatalogs stellt die *DAS* die Grundlage für Anpassungsprozesse in Deutschland dar. Die vier Hauptziele der Strategie umfassen die Risikobewertung, die Entwicklung von Entscheidungsgrundlagen und Instrumenten zur Entscheidungsunterstützung, die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen sowie die Sensibilisierung der Gesellschaft und werden in vier Handlungsfeldern umgesetzt (UBA 2018).

Der *Aktionsplan Anpassung (APA)*, der 2011 veröffentlicht wurde und in dem spezifische Aktionen für Bund und Länder formuliert werden, stellt die erste Aktivität dar. Das zweite Handlungsfeld sieht Dialog- und Beteiligungsprozesse für wichtige Akteure von Anpassungsvorhaben vor, während sich das dritte mit der Bündelung und Vermittlung von Wissen über den Klimawandel auseinandersetzt. Die vierte Aktivität umfasst eine Indikatoren gestützte Evaluierung der Strategie und der umgesetzten Maßnahmen, deren erste Ergebnisse im Jahr 2015 im *Monitoringbericht zur DAS* veröffentlicht wurden (NIKOGOSIAN ET AL. 2019: 4 f.). Die Verantwortung für die Umsetzung der *DAS* trägt die sogenannte *Interministerielle Arbeitsgruppe Anpassung an den Klimawandel (IMAA)*, die jedoch dem *BMU* untersteht. Auch das sogenannte *Behördennetzwerk „Klimawandel und Anpassung“*, das dem *UBA* zugeordnet wird, treibt neben verschiedenen weiteren Netzwerken, wie z.B. die strategische *Behördenallianz „Anpassung an den Klimawandel“* oder das Expertennetzwerks des *Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)*, die Umsetzung der *DAS* sowie den Wissenstransfer der verschiedenen Akteure voran. Diese auf Bundesebene definierten Institutionen werden in Deutschland auch durch die Bundesländer, Regionen und Kommunen auf unterschiedlichste Art vertieft, die sich mit der Anpassung an die Auswirkung des Klimawandels auseinandersetzen. Auf kleinräumigerer Ebene entwickeln sie Strategien und Leitfäden, die zumeist das Ziel verfolgen, die Gesellschaft über die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels in ihrem Alltag zu informieren sowie entsprechende Maßnahmen vorzustellen. Diese sollen bei der Bewältigung der Auswirkungen helfen können (NIKOGOSIAN ET AL. 2019: 4 f.).

¹ Menschliche Gesundheit, Bauwesen, Wasser, Hochwasser- und Küstenschutz, Boden, Biologische Vielfalt, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei, Energiewirtschaft, Finanz- und Versicherungswirtschaft, Verkehr und Verkehrsinfrastruktur, Industrie und Gewerbe, Tourismus

² Raum-, Regional- und Bauleitplanung sowie Bevölkerungs- und Katastrophenschutz

Hinsichtlich der Klimawandelanpassung in ausgewählten Lebensbereichen, wie dem Transport- und Verkehrssektor, finden seit einigen Jahrzehnten immer wieder internationale Debatten über nachhaltige und widerstandsfähige Transportsysteme statt. Diese waren zumeist Teil von größeren Prozessen, jedoch wurden stetig wichtige Abkommen zur Stärkung der Resilienz der Straßeninfrastruktur verabschiedet (SDG-KP 2019b). Die aktuelle Entwicklungsstrategie *17 Ziele der Nachhaltigen Entwicklung (SDGs)* trägt zur Erreichung der übergeordneten Übereinkommen bei. Diese wurde im Rahmen der Klimakonferenz von Paris verabschiedet und verfolgt mit ihren 17 Zielen einen möglichst holistischen Ansatz der Überwindung von Armut (NIKOGOSIAN ET AL. 2019: 4, DIEDERICH 2017: 20). Innerhalb dieser Entwicklungsstrategie befassen sich mit SDG 9 („*Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation*“) sowie SDG 11 („*Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable*“) gleich zwei Ziele konkret mit der Thematik einer widerstandsfähigen, nachhaltigen Infrastruktur (SDG-KP 2019a). Zudem werden viele weitere Ziele auf diese Weise adressiert, indem Verkehrswege und Transportmittel dazu beitragen, dass Akteure zusammenkommen und die Bestrebungen der *SDGs* leichter umsetzen können. Dies umfasst beispielsweise die Gewährleistung der Ernährungs- und Wassersicherheit (SDG 2, SDG 6), die Förderung des menschlichen Wohlergehens (SDG 3), die Chance auf inklusive Bildung (SDG 4), die Stärkung der Geschlechtergerechtigkeit und Partizipation benachteiligter Gesellschaftsgruppen (SDG 5) und reicht bis zur Förderung von Friedensprozessen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung (SDG 16) (BMZ 2019c). Aus diesem Grunde ist die „[...] Entwicklung hochwertiger, zuverlässiger, nachhaltiger und widerstandsfähiger Infrastrukturen, [...] zur Unterstützung der wirtschaftlichen Entwicklung und des menschlichen Wohlergehens [...]“ (SDG-KP 2019a) notwendig. Dieses Ziel solle erreicht werden, indem eine verstärkte und erleichterte finanzielle, technologische und technische Unterstützung bereitgestellt würde (vgl. *ibid.*). Laut aktuellen Berichten der *Vereinten Nationen* zum Implementierungsstatus der einzelnen Ziele lässt sich für Ziel 9 allerdings vermerken, dass das weltwirtschaftliche Umfeld keine raschen Fortschritte in den vergangenen Monaten zugelassen habe (SDG-KP 2019a) und bis zur Ausschöpfung dieses Potenzials noch ein langer Weg vor allen Verantwortlichen liege (UN 2019: 40).

Insgesamt wird deutlich, dass diverse Anpassungsstrategien auf unterschiedlichen Ebenen weltweit existieren und sich mit den jeweils spezifischen Auswirkungen des Klimawandels auseinandersetzen. Gleichzeitig basieren all diese Vorgehen auf dem gemeinsamen Ansatz der verbesserten Nutzung und nutzergerechten Auswertung von Klimainformationen sowie der Entwicklung spezifischer Produkte, sogenannter Klimadienleistungen.

3.3 Die Rolle von Klimadienstleistungen in der Klimawandelanpassung

Neben der Minderung der Treibhausgasemissionen liegt der Fokus demnach immer häufiger auf der Anpassung an die unausweichlichen Folgen des Klimawandels. Ein zentrales Element hierbei stellen – wie in 3.2 bereits angedeutet – sogenannte *Climate Services* dar. Diese Klimadienstleistungen sollen Entscheidungsträger aus der Politik, Wirtschaft und Gesellschaft bei der Anpassung an den Klimawandel und seine Auswirkungen unterstützen und werden in unterschiedlichen Quellen auch als Klimavorsorgedienste (KLIVO-PORTAL 2019) oder Klimadienste (GERICS 2018) übersetzt.

Klimadienstleistungen ermöglichen entsprechenden Akteuren evidenzbasierte Entscheidungen in der Klimawandelanpassung unter Einbezug spezifischer Informationen. Sie existieren für die verschiedensten Sektoren und können somit in allen Lebensbereichen die Handlungsentscheidungen unterstützen. Klimadienstleistungen verfolgen insofern das Ziel, dass die Widerstandsfähigkeit von Gesellschaften gestärkt wird, indem die gegenwärtige Klimavariabilität und zukünftige Klimafolgen erkannt werden. Hieraus können potenzielle Handlungsoptionen für die spezifischen Sektoren identifiziert, konkrete Anpassungsmaßnahmen ausgewählt und umgesetzt sowie ihre jeweilige Wirksamkeit bewertet werden. Damit wird das Ziel verfolgt, die durch die Auswirkungen des Klimawandels entstehenden ökonomischen, ökologischen und sozialen Schäden zu begrenzen. Aus diesem Grund werden Klimadienstleistungen auch im Katastrophenrisikomanagement, das häufig eng mit entsprechenden Vorhaben zur Anpassung an den Klimawandel und seine Auswirkungen zusammenarbeitet, zu einem wichtigen Element (STREET ET. AL 2018: 30).

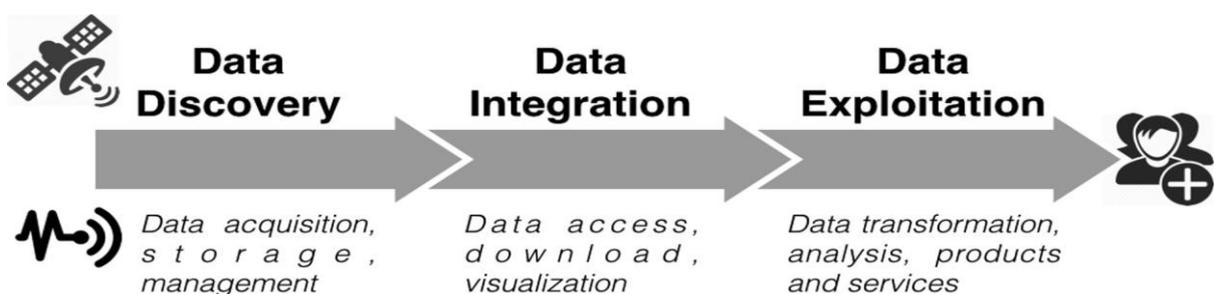


Abb. 3: Wertschöpfungskette von Klimadienstleistungen (GIULIANI 2017:47)

Klimadienstleistungen umfassen die Erstellung, Übersetzung, Weitergabe und Nutzung unverarbeiteter Klimainformationen (vgl. Abb. 3), die laut einer Wissensplattform „[...] hochwertige klimatologische und klimaabhängige Daten sowie daraus abgeleitete Größen, Indizes und Zustandseinschätzungen [...] [darstellen]. [...]“. Dabei werden insbesondere die international vereinbarten essentiellen Klimavariablen (engl. *Essential Climate Variables, ECVs*) berücksichtigt.“ (KLIVO-PORTAL 2019).

Basierend auf dieser Grundlage stellen Klimadienstleistungen einerseits die Produktion sowie das Angebot von Klimadaten dar. Andererseits umfassen sie verarbeitete Produkte dieser Klimainformationen. Klimadienstleistungen können demnach in vielfältigen Formaten angeboten werden, die von der Bereitstellung von Klimadaten und -trends in Datenbanken über analoge Beratungsangebote in Projektformat sowie der Erstellung von Publikationen (wie z.B. Syntheseberichte, Leitfäden und Handbücher, Fallstudien und Strategiepapiere) bis hin zu Endprodukten wie Informationsplattformen, interaktiven Visualisierungen (wie z.B. Karten) und Tools reichen.

Insbesondere solche Formate von Klimadienstleistungen, welche den Menschen schnellen und einfachen Zugang zu relevanten und qualitativ hochwertigen Informationen bieten, gelten als zukunftsweisend. Laut eines Berichts der EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY betrachtet ein breites Spektrum von Nutzern daher webbasierte Klimadienstleistungen in Form von Anpassungsplattformen als wirksame Methode zum Sammeln und Teilen von Erfahrungen und Wissen (EEA 2015: 6). Auch andere Studien bestätigen, dass webbasierte Anpassungsplattformen eine wertvolle Rolle spielen: einerseits im Wissensaustausch zwischen Wissenschaft, Politik und Praxis, andererseits in der umfassenden und schrittweisen Anpassung an den langfristigen Klimawandel. Im Gegensatz zu gezielten Projekten in analogem Format, welche auf kurzfristige Risiken ausgerichtet sind, können webbasierte Anpassungsplattformen als Benutzeroberfläche sektoral-relevante Klimainformationen bereitstellen und so klimakompatible Entscheidungsprozesse unterstützen (PALUTIKOF ET AL. 2019: 472). Die Einrichtung solcher webbasierter Lösungen bzw. virtueller Räume weist damit gegenüber analogen Lösungen den Vorteil auf, dass geographische Distanzen und Grenzen mühelos überwunden werden können und dabei gleichzeitig wenig zeit- und kostenintensiv sind (GOEL 2005).

Für die Wissenschaftler ZIERVOGEL ET AL. begründet sich der Vorteil von Anpassungsplattformen als virtuelle Räume dadurch, dass Wissenschaftler, Forscher, Entscheidungsträger und Praktiker ihr Wissen, ihre Erfahrungen und relevante Informationen über die Anpassung an den Klimawandel für Nutzer und Anbieter zugänglich machen können. Darüber hinaus tragen sie zu einem internationalen Prozess des gegenseitigen Lernens sowie zur stetigen Verbesserung von Daten und Ressourcen rund um den Globus bei. Dabei können webbasierte Klimadienstleistungen in Form von Anpassungsplattformen auf verschiedene Weise entwickelt werden und eine Vielzahl von Funktionen erfüllen, u.a. können sie als Speicher für lokale Klima- und Wetterinformationen sowie für Instrumente und Methoden zur Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels fungieren (ZIERVOGEL ET AL. 2011: 123).

Insbesondere vor dem Hintergrund, dass das Interesse an Anpassungslösungen in Zukunft weiter zunehmen wird, bieten digitale, webbasierte Klimadienstleistungen eine erfolgversprechende Grundlage für die Steigerung ihrer Effizienz und somit einer optimierten Umsetzung von entsprechenden Anpassungsoptionen. Häufig wird als synonyme Begrifflichkeit solcher webbasierten Anpassungsplattformen der Ausdruck *User Interface Platform* verwendet. Auch im Implementierungsplan des *GFC*S wird eine webbasierte *User Interface Platform* vorgeschlagen, also eine Benutzeroberfläche, welche als „strukturiertes Mittel für Nutzer, Klimaforscher und Klimainformationsanbieter zur Interaktion auf allen Ebenen“ (WMO 2014a: 8) definiert wird. Weiter wird sie als eine Sammlung von Methoden, Instrumenten, Ansätzen und Prozessen für eine systematische, für beide Seiten vorteilhafte Zusammenarbeit beschrieben. Auf diese Weise soll eine Interaktion zwischen den Akteuren ermöglicht werden, die dazu führt, die Bedürfnisse der Nutzer und die Fähigkeiten der Anbieter von Klimadienstleistungen zu identifizieren und sie aufeinander abzustimmen, damit so effektive Entscheidungen auf der Grundlage von Klimainformationen getroffen werden können (WMO 2014b: 1).

Insgesamt kann eine Vielzahl von Vorteilen hinsichtlich webbasierter Anpassungsplattformen, die als sogenannte Metaportale fungieren, zusammengefasst werden. Anpassungsplattformen bieten einen schnellen Zugang zu relevanten Informationen, setzen sich häufig aus mehreren Quellen zusammen, woraus resultieren kann, dass die Daten eine erhöhte Verlässlichkeit sowie qualitative Hochwertigkeit aufweisen. Anpassungsplattformen adressieren ein breites Spektrum an Nutzern, die einerseits eine steigende Nachfrage nach Anpassungsplänen einschließlich der Bewertung von Schwachstellen, Risiken, der Überwachung und Bewertung erzeugen und andererseits selbst zu dem steigenden Angebot an Wissen, Daten und Ressourcen beitragen. Anpassungsplattformen gelten aufgrund des hohen Innovationspotenzials sowie Anpassungs- und Aktualisierungsfähigkeit als flexibles Instrument mit einer großen Reichweite, das sowohl richtlinien- als auch praxisorientiert auftritt. Gleichzeitig können in der Kommunikation mit den Nutzern sowie beim Entwurf der Anpassungsplattform selbst einige Herausforderungen auftreten, die es zu überwinden gilt. Dazu gehören die Identifikation der Zielgruppe, eine Ausgewogenheit bei der Bereitstellung von Informationen unter Berücksichtigung der Nutzererwartungen sowie das grundlegende Verständnis für unterschiedliche Bedürfnisse und Fähigkeiten. Ebenso müssen die verschiedenen Kapazitäten der Nutzer bedacht werden, wie beispielsweise eingeschränkter Zugang, mangelnde Zahlungsbereitschaft oder Wissenslücken, die zu unbefriedigenden Ergebnissen führen könnten. Es gilt der Anspruch, dass die Anpassungsplattform benutzerfreundlich und einfach gestaltet sein sollte sowie Hilfsfunktionen für verschiedene Benutzertypen bereitgestellt werden sollten (STREET 2016).

3.4 Das Konzept der *Co-Production*

Webbasierte Klimadienstleistungen in Form von Anpassungsplattformen versprechen wie in 3.3 beschrieben ein wirksames Mittel zum Sammeln und Verbreiten von klimabezogenem Wissen an entsprechende Akteure. Damit jedoch relevante Klimainformationen für sektorale Nutzer bereitgestellt und erfolgreiche Anpassungsmaßnahmen formuliert werden können, ist eine starke Interaktion zwischen Nutzern und Anbietern unumgänglich. Da das Verständnis des jeweiligen Entscheidungskontexts für den Erfolg der Anpassung eine entscheidende Rolle spielt, verfolgt dieser Dialog das Ziel, die Bedürfnisse des Nutzers als auch die Kapazitäten des Anbieters zu definieren und impliziert so, dass mittels „[...] etablierte[r] technische[r] Kapazitäten ein [...] aktive[r] Austausch zwischen Informationsproduzenten, Übersetzern und Benutzergemeinschaften [...]“ (CLIMATE SERVICE PARTNERSHIP 2019) stattfindet. Dieses Engagement zwischen Nutzern und Anbietern wird in der Wissenschaft auch als *Co-Design* (STREET 2015: 2) oder *Co-Production* (VINCENT ET AL. 2018: 48).

Der Begriff der *Co-Production* wurde erstmalig Ende der 1970er Jahre im Verwaltungsbereich öffentlicher Dienste im Sinne eines gemeinschaftlichen Prozesses der Wissensproduktion verwendet. Dabei wurde argumentiert, dass öffentliche Dienste nur dann erfolgreich sein können, wenn die Bürger sowohl an ihrer Produktion als auch an ihrem Verbrauch aktiv beteiligt sind. Somit kann dies sowie die Anfang der 1980er Jahre aufkommende Kritik an sogenannten „top-down“-Ansätzen in öffentlichen Diensten und der Forderung nach partizipativen Modellen als Grundstein des Konzepts von *Co-Production* gesehen werden, welches seit dem vermehrten Einbezug von Klimadienstleistungen auch in diesem Gebiet Anwendung findet (VINCENT ET AL. 2018: 50).

Das Konzept der *Co-Production* verfolgt nach den Wissenschaftlern VINCENT ET AL. dabei sechs Prinzipien, welche beinhalten, dass der Prozess „[...] inklusiv (*inclusive*), gemeinschaftlich (*collaborative*) und flexibel (*flexible*) [stattfinden soll und sich das Endprodukt: hier Anpassungsplattformen, dadurch auszeichnet, dass es] [...] entscheidungsorientiert (*decision-driven*), prozessbasiert (*process-based*) und zeitlich organisiert (*time-managed*)“ (VINCENT ET AL. 2018: 53) entsteht. Dabei bezeichnet entscheidungsorientiert, dass ein grundlegendes Verständnis vorhanden sein muss, für die Entscheidung, welche durch eine Klimadienstleistung unterstützt werden kann. Der Kontext dieser Entscheidungsfindung basiert darauf, zuvor die größte Auswirkung des Klimawandels entsprechend zu identifizieren, damit das Endprodukt das Problem möglichst genau adressiert. Häufig stellt genau diese Bedürfnisformulierung allerdings eine Herausforderung dar, da die Nutzer in vielen Fällen noch nicht explizit reflektiert haben, welche Klimainformationen ihre Entscheidungsfindung beeinflussen könnten.

Gegebenenfalls resultieren so Klimadienstleistungen, die noch nicht für Entscheidungsprozesse zurate gezogen werden können und weitere Schritte der Überarbeitung notwendig machen bis ein Endprodukt entsteht, das die Entscheidung des Nutzers hilfreich unterstützt. Ein kontinuierlicher Austausch zwischen Anbieter und Nutzer während des gesamten Prozesses der *Co-Production* ist demnach unumgänglich, um potenzielle Verbesserungen herauszufinden und das Endprodukt entsprechend anzupassen. Prozessbasiert beinhaltet den Aspekt, dass neben der Entwicklung und Präzisierung eines Endprodukts dem Nutzer und Anbieter gleichzeitig die Möglichkeit gegeben wird, eine langfristige Beziehung untereinander sowie gegenseitiges Vertrauen aufzubauen. Hierbei kann die Festlegung von Prioritäten, Verantwortlichkeiten und Zielen bereits einen ersten Ausgangspunkt darstellen (VINCENT ET AL. 2018: 52 f.). Auch die Wissenschaftler BUONTEMPO ET AL. bestätigen, dass der Aufbau von Vertrauen einen der wichtigsten Aspekte in der Entwicklung von Klimadienstleistungen darstellt und häufig wenig berücksichtigt bleibt (BUONTEMPO ET AL. 2018: 3). Das Prinzip der zeitlichen Organisation beschreibt die Voraussetzung, dass bestimmte Informationen, die für wichtige Entscheidungen während der Entwicklung der Klimadienstleistung notwendig sind, rechtzeitig eintreffen müssen. Dies bedeutet beispielsweise, dass saisonale Vorhersagen die Akteure des Prozesses der *Co-Production* nicht zu spät erreichen, da diese ansonsten bereits Entscheidungen getroffen haben und die Informationen irrelevant für den weiteren Verlauf sind. Die Wissenschaftler fordern daher, dass der zeitliche Aspekt deutlich stärker in den Verlauf mit einbezogen werden sollte, da ansonsten das Potenzial von Fehlentscheidungen steigt. Damit das Endprodukt entscheidungsorientiert und prozessbasiert ist und die notwendigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt eintreffen, ist es wichtig, dass der Entwicklungsprozess zwischen Anbieter und Nutzer auf einer gemeinschaftlichen sowie inklusiven Ebene stattfindet, also jegliches Wissen oder Akteure miteinbezogen werden, die förderlich sein könnten. Der dritte und vermutlich wichtigste Aspekt des Prozesses ist, dass dieser flexibel stattfindet, also neue Informationen schnell aufgenommen werden, die zu entwickelnde Klimadienstleistung stetig reflektiert und angepasst wird und Veränderungen für ein noch effektiveres Endprodukt jederzeit möglich sind, da nur so die spezifischen Bedürfnisse der Nutzer einbezogen werden können (VINCENT ET AL. 2018: 52 f.).

3.5 Stand der Forschung

Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln der konzeptionelle Hintergrund beschrieben worden ist und deutlich wurde, dass ein Prozess der *Co-Production* (siehe 3.4) für die Erstellung effektiver Klimadienstleistungen unumgänglich ist, stellen sich nun zwei zentrale Fragen. Erstens: wie gestaltet sich die aktuelle Landschaft webbasierter Klimadienstleistungen in Form von Anpassungsplattformen auf globaler Ebene? Und zweitens: welche sowohl inhaltlichen als auch technischen Elemente dieser Anpassungsplattformen erfüllen die Kriterien der *Co-Production* und führen zu maßgeschneiderten Anpassungsmaßnahmen? Zahlreiche Studien setzen sich seit der Veröffentlichung des *Global Framework for Climate Services* bereits mit ähnlichen Fragestellungen auseinander und geben den Anstoß für weitere Diskussionen. Die für die vorliegende Arbeit relevantesten Berichte, werden an dieser Stelle vorgestellt.

Eine Studie, welche sich der Fragestellung zur Landschaft webbasierter Anpassungsplattformen widmet, erschien im Jahr 2015 unter dem Titel *Overview of climate change adaptation platforms in Europe* von der EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY und vermittelt einen Überblick über die existierenden Anpassungsplattformen in Europa im Jahr 2015. Der Bericht analysiert verschiedene Plattformen u.a. hinsichtlich ihres Umfangs, Entstehungszeitpunkte und Zielgruppen und bietet Informationen über bestehende sowie potenzielle Verknüpfungen zu anderen Plattformen. Zudem werden in insgesamt sieben Themenbereichen einige Herausforderungen und Erfahrungen vorgestellt, die für Plattformentwickler und -betreiber von Bedeutung sind. Dies sind u.a. die Interaktion mit den Nutzern sowie die technische und strukturelle Gestaltung einer Plattform (EEA 2015: 6 ff.).

Ebenfalls im Jahr 2015 veröffentlichten die Wissenschaftler ERNST ET AL. den Bericht *Decision support tools for climate change planning*, welcher die bis dato zur Verfügung stehenden Instrumente und Daten für die Unterstützung von Entscheidungen im Klimaschutz analysiert. Die Studie untersucht die Interessen, Bedürfnisse und Kapazitäten potenzieller Nutzer innerhalb der Stadtverwaltung und Partnerorganisationen und soll dazu beitragen, dass effektivere Instrumente zur Unterstützung der räumlichen Planung vor dem Hintergrund des Klimawandels entwickelt werden (ERNST ET AL. 2015: 7). Darüber hinaus formuliert die Studie vier Bedingungen an webbasierte Entscheidungshilfen, so u.a. dass die Bedürfnisse verschiedener Benutzertypen erfüllt sowie kollaboratives als auch unabhängiges Handeln unterstützt werden sollte (ERNST ET AL. 2015: 24).

Die kanadischen Wissenschaftler WROBEL ET AL. analysieren in ihrer Studie *A review of user interface conventions in web applications for climate change information* aus dem Jahr 2010 anhand von insgesamt 32 webbasierten Benutzeroberflächen, ob Regelmäßigkeiten und Übereinkünfte hinsichtlich der Konsistenz einzelner Anwendungen beobachtet werden können (WROBEL ET AL. 2010: 3). Sie kommen anhand von 12 Kriterien zu dem Ergebnis, dass diverse Widersprüche in Aufbau der Plattformen und Nutzung von Begrifflichkeiten vorliegen. Damit besteht ein erheblicher Mangel an übereinstimmenden Elementen in der Gestaltung von klimawandelbezogenen Benutzeroberflächen und der Nutzer kann sich somit auf keine Konsistenz zwischen verschiedenen Anwendungen verlassen (ibid.: 8).

Die Studie *Presentation of uncertainties on web platforms for climate change information* von REUSSER ET AL. aus dem Jahr 2011 geht über die bloße Feststellung eines Mangels an Konsistenz hinaus. Sie betrachtet anhand eines Fallbeispiels, welche Elemente auf Plattformen dazu beitragen, bestehende Inkonsistenzen hinsichtlich der räumlichen und zeitlichen Unsicherheit über bestimmte Klimaauswirkungen in Anpassungsprojekten lesbar darzustellen. Dafür führen die Wissenschaftler einen Vergleich durch zwischen bestehenden Konzepten und Darstellungen für die Kommunikation von Unsicherheiten, die sie in epistemische, natürlichstochastische sowie menschliche Unsicherheiten unterteilen, und präsentieren einen mehrstufigen Rahmen, um diese zu adressieren (REUSSER ET AL. 2011: 80).

Auch die Wissenschaftler PORTER ET AL. bestätigen in ihrem im Jahr 2017 erschienenen Artikel *Mini-me: Why do climate scientists ' misunderstand users and their needs?* die Tatsache, dass *Co-Production* im Bereich der Klimawandelanpassung notwendig ist und sprechen von einem *usability gap*, den es zu überwinden gilt. Damit bezeichnen sie die mangelnde Fähigkeit des Nutzers, zu formulieren, welche Klimainformationen er benötigt sowie die des Anbieters, Produkte zu liefern, ohne die Nutzerbedürfnisse zu kennen (PORTER ET AL. 2017: 9).

Ebenso identifizieren die Wissenschaftler BUONTEMPO ET AL. in ihrem Evaluierungsbericht *What have we learnt from EUPORIAS climate service prototypes?* zwei grundsätzliche Herausforderungen: einerseits muss die Balance zwischen der Nutzerspezifität und der Massenproduktion von Klimadienstleistungen für entsprechende Anpassungsmaßnahmen gefunden werden. Andererseits stehen Anbieter von Klimadienstleistungen häufig vor der Hürde, dass Nutzer zweckmäßige Produkte fordern, Anbieter dies jedoch tun müssen, obwohl sie vorher lediglich limitierte Informationen über den Endnutzer haben (BUONTEMPO ET AL. 2017: 30).

Eine Studie, in der das Thema der Nutzeranforderungen ebenfalls aufgegriffen wird, ist der Leitfaden *Guidance to support the identification and assessment of users' requirements* von

BESSEMBINDER ET AL. (2012). Als Teilmodul des Programms *Joint Programming Initiative „Connecting Climate Knowledge for Europe“* wird analysiert, wer die Nutzer von Klimadienstleistungen sind, welche Informationen die Anbieter als Grundlage für angemessene Klimadienstleistungen über die Nutzer benötigen und welche Methoden sinnvoll sind, um die Informationen zu erhalten. Darüber hinaus werden Erfahrungen aus verschiedenen Ländern präsentiert sowie Aspekte dargestellt, welche die Bedürfnisse der Nutzer in webbasierten Anwendungen ermitteln. Diese umfassen u.a. den Bedarf nach bestimmten Daten und Informationen (z.B. Klimavariablen, Metadaten und Finanzierungsoptionen), die Anforderungen an Zugänglichkeit (z.B. Sprache und Formate) sowie die Frage nach weiterführenden Angeboten zur Unterstützung (z.B. zusätzliche Beratungen) (BESSEMBINDER ET AL. 2012: 5 ff.).

Auf der Grundlage dieser Berichte kann die vorliegende Forschung einzelne Aspekte aufgreifen und vertiefen: mit dem Bericht der EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY oder von ERNST ET AL. werden lediglich Plattformen auf dem europäischen oder nordamerikanischen Kontinent betrachtet, während die Landschaft webbasierter Anpassungsplattformen auf anderen Kontinenten vernachlässigt wird. Zudem können die vier Bedingungen an webbasierte Entscheidungshilfen von ERNST ET AL., die Erfahrungswerte hinsichtlich relevanter Aspekte zur Bedürfnisermittlung von BESSEMBINDER als auch die Kriterien bezüglich eines Mangels an Konsistenz von WROBEL ET AL. im Rahmen der Validierung überprüft werden. Eine wesentliche Forschungslücke ergibt sich durch die fehlende Aktualität aller Berichte, da diese bereits zwei Jahre oder älter sind, fortwährend jedoch neue Klimaanpassungsprojekte einschließlich neuer Anpassungsplattformen und entsprechende Literaturgrundlagen entstehen. Insgesamt liefern die bestehenden Forschungen somit Denkanstöße, gewährleisten jedoch keine Aktualität.

Hochaktuelle Ergebnisse bietet die im April 2019 veröffentlichte Studie *Decision support platforms for climate change adaptation* von PAUTIKOF ET AL. dar. Sie untersucht exemplarisch fünf Anpassungsplattformen hinsichtlich ihrer politischer Rahmenbedingungen, treibenden Kräfte, der grundsätzlichen Konzeption und dem Aufbau von Anpassungsplattformen sowie Stärken und Schwächen. In dem Beitrag wird u.a. festgestellt, dass Anpassungsplattformen dazu befähigen, die Nutzer zu systematischeren Ansätzen der Anpassung zu führen und somit einen Schlüsselfaktor für Klimaanpassungsmaßnahmen darstellen. Ebenso wird ein Ausblick bezüglich der zukünftigen Entwicklung der untersuchten Anpassungsplattformen gewagt (PALUTIKOF ET AL. 2019: 472 ff.). Da vermutet wird, dass während der komparativen Plattform-Analyse (siehe Kapitel 4.2) gegebenenfalls die in dem von PALUTIKOF ET AL. genannten Anpassungsplattformen erscheinen, kann die Studie als Referenzrahmen dienen.

4 Methodik

Ausgehend von diesem Forschungsstand wird deutlich, dass Analysen hinsichtlich des aktuellen Angebots webbasierter Anpassungsplattformen auf globaler Ebene fehlen, welche zu relevanten Aussagen über Elemente für nutzerorientierte, maßgeschneiderte Klimadienste weiterleiten. Ebenso wenig existieren Validierungen der zuvor identifizierten Komponenten bezüglich ihrer Anwendbarkeit in einem spezifischen Infrastruktursektor. Somit ergibt sich die Notwendigkeit, diese Forschungslücken zu schließen und eine aktuelle Untersuchung durchzuführen. Von besonderem Interesse sind dabei die Aspekte, wie viele Anpassungsplattformen grundsätzlich derzeit existieren, welche von ihnen eine *Co-Production* zwischen Anbieter und Nutzer ermöglichen, durch welche Elemente diese Interaktion begünstigt wird und, welche weiteren Komponenten eine nutzerorientierte Entscheidungshilfe gegebenenfalls beeinflussen. Damit aussagekräftige Resultate erzielt werden können, ist die Wahl der richtigen methodischen Vorgehensweise unentbehrlich. Im folgenden Kapitel wird diese ausführlich dargestellt, um den explorativen Charakter der Forschung sowie den generellen Ablauf nachvollziehbar zu machen. Im ersten Absatz findet zunächst die methodologische Positionierung statt, bevor die Einzeltechniken der komparativen Plattform-Analyse sowie des Leitfadensorientierten Experteninterviews im zweiten und dritten Absatz detailliert erläutert werden. Im letzten Absatz dieses Kapitels erfolgt eine kritische Reflexion der angewandten Methodik.

4.1 Methodologische Positionierung

Unter Betrachtung des aktuellen Forschungsstandes sowie des Erkenntnisinteresses der Masterarbeit erscheint eine Kombination verschiedener Methoden sinnvoll. Dies ergibt sich als logische Schlussfolgerung aus dem wesentlichen Aspekt, der das Forschungsdesign bestimmt: die Unvorhersehbarkeit des gesamten Forschungsprozesses. Zu Beginn der Forschung ist die Anzahl von webbasierten Anpassungsplattformen nur vage überschaubar, womit die Formulierung eines genauen Forschungsplans für die anschließende Analyse erschwert wird. Dass nur schwer überblickt werden kann, welche Ergebnisse überhaupt resultieren könnten, begründet sich in der Schnelllebigkeit des Internets: es werden stetig neue Anpassungsplattformen entwickelt und bereits existierende kontinuierlich aktualisiert, sodass sich die Grundlage für die Analyse fortwährend ändern kann. Daher gilt die grundsätzliche Annahme, dass diverse, nicht vorhersehbare Entscheidungsmomente den Verlauf der Arbeit definieren und situative Entscheidungen getroffen werden müssen. Dies impliziert, dass Zwischenergebnisse nicht nur zugelassen, sondern ausgewertet werden müssen, um mit den Resultaten den nächsten

Forschungsschritt zu beschließen. Vor diesem Hintergrund sollte die Methodik einem offenen Prinzip folgen und lässt sich in das Konzept der *Grounded Theory* einbetten.

Der Ansatz der *Grounded Theory*, welcher der qualitativen Forschung zugeschrieben wird, wurde erstmals in den 1960er Jahren von den amerikanischen Soziologen BARNEY GLASER und ANSELM STRAUSS formuliert und stellt einen weit verbreiteten Forschungsstil zur Sammlung und Auswertung von qualitativen Daten dar, um anschließend eine realitätsnahe Theorie abzuleiten und diese in der Praxis anzuwenden. Dabei umfasst der Begriff *Grounded Theory* weniger eine Theorie sondern eher eine Methodologie sowie Sammlung von Einzeltechniken, mit deren Hilfe „[...] schrittweise eine in Daten begründete („grounded“) Theorie entwickelt werden kann. [...]“ (LEGEWIE 2004: 12). Ein wesentliches Merkmal der *Grounded Theory* zeigt sich im kontinuierlichen Wechsel zwischen induktivem und deduktivem Vorgehen, was sich durch verschiedene parallel verlaufende Schritte im Prozess der Theoriebildung darstellt: nachdem eine Vorannahme zugrunde gelegt wurde, werden Daten ermittelt, die zur Validierung dieser Vorannahme beitragen können. Anschließend werden diese Daten ausgewertet, um basierend auf den neuen Ergebnissen weitere Fälle zu identifizieren, mit Hilfe derer die zuvor überlegten theoretischen Konzepte überprüft werden sollen. Somit wechseln sich Phasen der Datenerhebung mit Phasen der Datenanalyse ab bis keine neuen, relevanten Ergebnisse mehr generiert werden können. Dieser Zustand wird auch als theoretische Sättigung bezeichnet (MUCKEL ET AL. 2017: 9). Untrennbar damit verbunden ist die Strategie des *theoretical samplings*, welches in der Literatur auch als „theorie-geleitete Erhebungsauswahl“ übersetzt wird. „Das Ziel des *theoretical samplings* als Methode, mit der man seine Stichprobe zusammenstellt, besteht darin, Personen als Gesprächspartner [...] sowie schriftliche Dokumente zur Analyse zu finden, welche die größte Chance bieten, die relevantesten Daten über das untersuchte Phänomen zu gewinnen. [...]“ (MUCKEL ET AL. 2017: 11). Damit soll diejenige Auswahl an Fällen für die jeweilige Forschungsfrage berücksichtigt werden, welche in der Ergebnisgenerierung am zielführendsten scheint (HALBMEYER ET. AL 2011). Charakteristisch für diesen Prozess der Theoriebildung im Sinne der *Grounded Theory* ist die komparative Analyse, welche den systematischen Vergleich empirischer Fälle umfasst. Dabei werden die Fälle nicht nur beschrieben, sondern thematische Kategorisierungen durchgeführt, indem signifikante Merkmale zusammengefasst, Kausalzusammenhänge hergestellt und Interpretationen vorgenommen werden (PRZYBORSKI 2014: 282). Die *Grounded Theory* zeichnet sich demnach durch „[...] ineinander verwobene[n] Prozess von Sampling und Theoriegenerierung nach dem Prinzip des Theoretical Sampling. [...]“ (PRZYBORSKI 2014: 195) und ermöglicht somit eine ausgeprägte Prozessorientierung und Prozessoffenheit.

Vor diesem methodischen Hintergrund ergeben sich für die vorliegende Forschung zwei verschiedene methodische Schwerpunkte, welche in den folgenden Absätzen detailliert beschrieben werden: eine komparative Plattform-Analyse sowie ein offenes, Leitfaden-geführtes Experteninterview. Darüber hinaus fließen an vereinzelt Stellen Beobachtungen, Erkenntnisse und Informationen mit in die Auswertung ein, welche die Autorin während eines zuvor absolvierten Praktikums bei der GIZ erlangen konnte (siehe 1.3). Mithilfe dieses integrativen methodischen Ansatzes sollen die Forschungsfragen beantwortet werden, welche der Arbeit zugrunde liegen und an dieser Stelle noch einmal genannt werden:

- Inwiefern können webbasierte Anpassungsplattformen einen Beitrag in der Klimawandelanpassung von Infrastruktur leisten?
- Wie sieht das optimale Anforderungsprofil einer webbasierten Anpassungsplattform aus, um maßgeschneiderte Optionen der Klimawandelanpassung bereitstellen zu können?

4.2 Komparative Plattform-Analyse

Den ersten methodischen Schwerpunkt stellt die sogenannte komparative Plattform-Analyse dar, welche in verschiedenen Schritten erfolgte und sich jeweils an unterschiedlichen Fragestellungen orientierte. Der Forschungsprozess der mehrstufigen Analyse im Sinne der *Grounded Theory* begann mit einer Sichtung der Landschaft von webbasierten Anpassungsplattformen und orientierte sich an der Frage: Welche webbasierten Anpassungsplattformen existieren für die einzelnen Weltkontinente? Das Ziel dieser vergleichsweise offenen Frage war es, einerseits bereits existierende Studien zur Landschaft von Anpassungsplattformen zu aktualisieren und zu erweitern und andererseits die Grundlage für die weitere Analyse zu schaffen. Mittels einer systematischen Recherche unter Verwendung verschiedener, unten genannter Schlagwörter galt es, einschlägige Anpassungsplattformen zu identifizieren und eine begründete Auswahl von Plattformen auf globaler Ebene zu erhalten. Zur Systematisierung der Schlagwortrecherche wurden die zwei BOOL'schen Grundoperatoren "AND" und "OR" verwendet, welche Begriffe darstellen, „mit denen im Rahmen von Suchabfragen [...] logische Verknüpfungen erstellt werden können [...] [und] die nur zwei Stadien, nämlich wahr (*true*) oder falsch (*false*) haben können. [...]“ (COMPUTERWORLD 2007: 31). Dabei bedeutet der Operator "AND" im Rahmen der Schlagwortsuche, dass alle Ergebnisse gezeigt werden, in denen zwei oder mehr genannte Begriffe zu finden sind und, womit der gesamte Ausdruck als wahr gilt. Der Operator "OR" hingegen umfasst sowohl die Ergebnisse, in denen jeweils die einzelnen Wörter auftauchen, als auch in denen alle Wörter in verschiedenen Kombinationen

miteinander enthalten sind. Hierdurch entsteht eine Vereinigungsmenge, welche zudem Synonyme berücksichtigt (FH Zentralschweiz 2019). In der vorliegenden Arbeit wurden während der Recherche zu Anpassungsplattformen zunächst folgende Schlagwörter und Operatoren verwendet:

- *climate AND platform*
- *climate AND tool*
- *climate services AND platform*
- *climate services AND tool*
- *climate change adaptation AND platform*
- *climate change adaptation AND tool*
- *climate change adaptation AND/OR platform AND infrastructure*
- *climate change adaptation AND/OR tool AND infrastructure*

Obwohl mithilfe dieser Schlagwörter bereits nach kurzer Zeit einige Anpassungsplattformen identifiziert werden konnten, wurde die Entscheidung getroffen, dass zusätzlich eine gezielte Betrachtung von Anpassungsplattformen für die einzelnen Weltkontinente erfolgen sollte. Diese Überlegung begründete sich vor allem in der scheinbaren Dominanz westlicher Anpassungsplattformen, die in dem ersten Recherchedurchlauf erschienen. Um repräsentative Ergebnisse für die globale Landschaft von Anpassungsplattformen zu erhalten, wurde die Schlagwortsuche daher um folgende Begriffe erweitert:

- *climate change adaptation AND/OR platform AND [Asia/Africa/North America/Canada/South America/Caribbean/Antarctica/Europe/Oceania]*
- *climate change adaptation AND/OR tool AND [Asia/Africa/North America/Canada/South America/Caribbean/Antarctica/Europe/Oceania]³*

Mithilfe all dieser Schlagwörter konnte eine Vielzahl von webbasierten Anpassungsplattformen auf globaler Ebene identifiziert werden, die als repräsentativ gewertet werden kann. Zur Fixierung der Ergebnisse wurde eine Excel-Tabelle eingerichtet, in welcher alle Plattformen alphabetisch sortiert und zur späteren Vereinfachung für den Fließtext mit einem Akronym versehen wurden. Die Auflistung wurde während des gesamten Forschungsprozesses kontinuierlich um weitere Anpassungsplattformen ergänzt, indem ein stetiger Wechsel zwischen induktiver und deduktiver und damit einer für die *Grounded Theory* typischen Vorgehensweise stattfand. Zudem wurde auf diese Weise nicht nur die Grundgesamtheit der Resultate vergrößert, indem u.a. bereits identifizierte Anpassungsplattformen mittels des sogenannten Schneeballverfahrens zu weiteren verwertbaren Ergebnissen führten, sondern die o.g. theoretische

³ Unterteilung der globalen Ebene in sieben Weltkontinente unter Einbezug der Definition der *Encyclopædia Britannica*: „continent, one of the larger continuous masses of land, namely, Asia, Africa, North America, South America, Antarctica, Europe, and Australia, listed in order of size“ (HAMILL 2012: 283).

Sättigung erreicht (GEBHARDT ET AL. 2011: 164). Die Schlagwortrecherche diente dabei nicht nur der Aktualisierung bestehender Literatur zum Thema, sondern schaffte gleichzeitig die Grundlage für den weiteren Verlauf der Untersuchung.

Während der stetigen Ergänzung von Anpassungsplattformen fiel auf, dass einige von ihnen lediglich Standardprodukte bereitstellten, andere wiederum eine Interaktion anboten. Um den Grad der Funktionalität der Anpassungsplattformen zu untersuchen, orientierte sich der zweite Schritt der komparativen Plattform-Analyse an der Frage: Wie nutzerorientiert sind die einzelnen Anpassungsplattformen? Welche Plattformen berücksichtigen die Voraussetzung der *Co-Production* (siehe 3.4) und weisen damit einen höheren Grad der Funktionalität auf als andere? Hierfür wurden zunächst alle bislang identifizierten Anpassungsplattformen einer binären Unterteilung unterzogen, um solche zu berücksichtigen, die es dem Nutzer ermöglichen, spezifische Bedürfnisse anzugeben. Gleichzeitig sollten auf diese Weise solche Plattformen ausgeschlossen werden, welche keinerlei Interaktion zwischen Nutzer und Anbieter bereitstellen und somit für die weitere Untersuchung keinen Mehrwert enthalten.

Zur Unterscheidung ihrer Funktionalität wurden den Anpassungsplattformen die Attribute „unidirektional“ und „bidirektional“ zugeschrieben. Dabei bedeutet „unidirektional“, dass eine „[...] Informationsübertragung lediglich in eine einzige Richtung stattfindet, die mit dem Empfang der gesendeten Nachricht beendet ist. Es besteht somit keine informationelle Rückkopplung zum Sender [...]“ (SPEKTRUM 2019a). Vor dem Hintergrund der vorliegenden Forschung bedeutet dies, dass beispielsweise Publikationen, die Hintergrundwissen zum Phänomen des Klimawandels oder zu internationalen Klimaverhandlungen sowie Berichte über bereits durchgeführte Projekte eher statisch bereitgestellt werden, sodass der Nutzer diese herunterladen kann, jedoch ohne sie hinsichtlich seiner spezifischen Bedürfnisse zu filtern. Im Gegensatz dazu bezeichnet der Begriff „bidirektional“ einen „[...] Zustand zwischen zwei Individuen, bei dem jeder sowohl Sender als auch Empfänger von Informationen auf der Basis eines gemeinsamen Kontextes ist [...] [und welcher] komplexe Signalsysteme, also Sende- und Empfangssystem [voraussetzt] [...]“ (SPEKTRUM 2019b). Insbesondere im Bereich der Klimawandelanpassung ist diese interaktive Art der Verständigung und des Wissensaustauschs von großer Bedeutung, da nur eine erfolgreiche Abstimmung zwischen den Bedürfnissen des Nutzers und den Fähigkeiten der Anbieter von Klimadiensten maßgeschneiderte Lösungen verspricht.

Unter Berücksichtigung dieser Definitionen wurden zwei aufeinander aufbauende Bedingungen formuliert, welche gelten müssen, damit Anpassungsplattformen als bidirektional und in *Co-Production* entstanden gewertet sowie nach Funktionalität sortiert werden können:

1. Plattformen gelten als bidirektional, wenn sie dem Nutzer grundsätzlich eine Interaktion zur Formulierung seiner spezifischen Bedürfnisse ermöglichen, d.h. er kann beispielsweise spezifische Daten aus Datenbanken abrufen, Visualisierungen mit spezifischen Elementen prägen oder bestimmte Filterungen von Informationen durchführen.
2. Plattformen gelten als hochgradiger bidirektional, wenn der entsprechende Nutzer mindestens zwei, möglichst mehrere Kriterien auswählen kann, die ihn und seine objektspezifischen Bedürfnisse charakterisieren. Je mehr spezifische Daten der Nutzer in einer Abfolge von Schritten angeben kann, umso höher ist der Grad der *Co-Production* und umso maßgeschneiderter sind die Klimadienste, zu denen er weitergeleitet wird. Dies impliziert gleichzeitig, dass auch vielfältige Standardprodukte nicht nur angeboten werden, sondern nach spezifischen Kriterien gefiltert werden können.

Nachdem diese Unterteilung der Anpassungsplattformen stattgefunden hatte, konnte der dritte Schritt der komparativen Plattform-Analyse eingeleitet werden, welcher nutzerorientierte Elemente identifizieren sollte. Er orientierte sich daher an der Frage: Welche Elemente der webbasierten Anpassungsplattformen können die Formulierung nutzerspezifischer Bedürfnisse unterstützen? Zur Beantwortung dieser Frage wurden alle zuvor als bidirektional geltenden Plattformen zugrunde gelegt und dahingehend untersucht, welche interaktiven Elemente jeweils vorliegen und durch den Nutzer auswählbar sind. Die Sammlung der einzelnen Begriffe wurde zunächst in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet, bevor thematische Kategorien formuliert wurden. Auf diese Weise konnten einige Plattformen, die bereits eine Vielzahl der zuvor ermittelten Elemente anboten, als gelungen gekennzeichnet sowie wiederkehrende Elemente strukturiert dargestellt werden, bevor diese anschließend in einem Katalog von Kriterien zusammengeführt wurden. Das Ziel der mehrstufig stattfindenden, komparativen Plattform-Analyse war es, ein Anforderungsprofil zu entwickeln, das zukünftig als Grundlage dienen kann, um die potenzielle Entwicklung webbasierter Entscheidungshilfen zu erleichtern.

Obwohl die Plattform-Analyse mit diesem dritten Schritt bereits weit voran geschritten war und nahezu abgeschlossen schien, wurden alle identifizierten Plattformen erneut einer Analyse unterzogen, da sich während der Analyse zusätzliches Forschungsinteresse ergeben hatte: bis auf eine der hochgradig nutzerorientierten Plattformen entstanden alle Schritt-für-Schritt-Begleitungen durch den Prozess der Anpassungsentscheidung nach dem Jahr 2012, somit ist

der Großteil der als gelungen geltenden Plattformen vergleichsweise jung. Aus dieser Erkenntnis ergab sich folgende Frage: fördern gegebenenfalls die politischen Rahmenbedingungen der vergangenen Jahre die Entwicklung bidirektionaler Plattformen oder wurde bereits in den vergangenen Jahrzehnten das Ziel verfolgt, möglichst nutzerorientierte Plattformen zu entwickeln? Hierzu wurden alle Ergebnisse hinsichtlich ihres Entstehungsjahres erneut untersucht, um in der Auswertung gegebenenfalls zeitliche Schwerpunkte zu erkennen. Im gleichen Zuge wurden die Plattformen in einer kurzen Übersicht hinsichtlich ihrer jeweiligen Akteure betrachtet, welche die Verantwortung für die Plattform innehalten, die finanzierenden Kräfte umfassen bzw. lediglich Partnerschaften darstellen. Hiermit sollte ebenfalls eine Grundlage für die Auswertung geschaffen werden, um gegebenenfalls Tendenzen in der Häufung einzelner globaler Akteure festzustellen.

4.3 Leitfaden-geführte Experteninterviews

Bereits zu Beginn der Forschung entstand der Gedanke, wenn möglich nicht nur ein Anforderungsprofil für webbasierte Entscheidungshilfen zu erstellen, sondern dieses auf Anwendbarkeit in einem konkreten Sektor zu überprüfen. Dieses Vorhaben schien sich während der komparativen Plattform-Analyse als sinnvoll zu bestätigen, sodass sich als zweiter methodischer Schwerpunkt in Ergänzung zur komparativen Plattform-Analyse halb strukturierte, mithilfe eines Leitfadens geführte Interviews mit Experten aus einem konkreten Sektor anschließen sollten. Das Ziel war es, die im ersten methodischen Teil gewonnenen Erkenntnisse über notwendige Elemente nutzerorientierter Anpassungsplattformen zu validieren, indem verschiedene Experten aus dem konkreten Infrastruktursektor diese beurteilen und gegebenenfalls ergänzen sollten. Darüber hinaus konnte von den Experteninterviews erwartet werden, dass weitere subjektive Aussagen zur Rolle von digitalen Lösungen innerhalb des spezifischen Sektors erfolgen und relevante Beiträge die Ergebnisse ergänzen würden.

Grundsätzlich bieten sich Experteninterviews insbesondere dann an, wenn die Experten „[...] über ein spezifisches Rollenwissen verfügen, solches zugeschrieben bekommen und diese besondere Kompetenz für sich selbst in Anspruch nehmen. [...]“ (PRZYBORSKI ET AL. 2014: 119). Da mit dem besonderen Wissensstatus des Experten gleichzeitig auch eine Deutungsmacht verbunden ist, können innerhalb eines einzelnen Interviews verschiedene Forschungsabsichten gedeckt werden. Experteninterviews können nämlich „[...] drei verschiedene Formen des Expertenwissens bereitstellen: (a) Betriebswissen über Abläufe, Regeln und Mechanismen in institutionalisierten Zusammenhängen, [...], (b) Deutungswissen, in dem die Deutungsmacht der Experten als Akteure [...] zum Ausdruck kommt; und schließlich (c) Kon-

textwissen über andere im Zentrum der Untersuchung stehende Bereiche. [...]“ (ibid: 121). Mithilfe eines Leitfadens, welcher „[...] als optionale Elemente (Erzähl-)Aufforderungen, explizit vorformulierte Fragen, Stichworte für frei formulierbare Fragen und/oder Vereinbarungen für die Handhabung von dialogischer Interaktion [...] [enthält]“ (HELFFERICH 2019: 670), werden die Experteninterviews entsprechend der Forschungslogik strukturiert und folgen dabei dem Prinzip einer „[...] maximale[n] Offenheit (die alle Möglichkeiten der Äußerungen zulässt) [...]“ (ibid.) Hiermit kann eine natürliche Dialogsituation geschaffen werden, die spezifischen Fragen Raum lässt, jedoch gleichzeitig eine flexible Reihenfolge dieser sowie spontane Einwürfe und stetige Modifizierungen während des Gesprächs jederzeit ermöglicht.

Vor diesem theoretischen Hintergrund bestätigte sich, dass Experteninterviews als Ergänzung zur bereits durchgeführten komparativen Plattform-Analyse sinnvoll schienen, um verschiedene Ziele zu erreichen: einerseits sollte der Kriterienkatalog bewertet und gegebenenfalls ergänzt werden, um den direkten Anwendungsbezug herzustellen und die Grundlage für eine evidenzbasierte und effektive Anpassung zu liefern. Andererseits ließen die Interviews als vielversprechende Maßnahme mittels offen gehaltener Fragen zusätzliche Informationen hinsichtlich des konkreten Infrastrukturektors erwarten und könnten somit die verschiedenen Forschungsabsichten abdecken. Als konkreter Infrastrukturektor wurde der Straßensektor ausgewählt, da die Straßeninfrastruktur einen allgegenwärtigen und wesentlichen Bestandteil einer Gesellschaft sowie der Entwicklung eines Landes darstellt (siehe 3.1).

Insgesamt galt es, mittels der Interviews die verschiedenen Forschungsabsichten abzudecken, also auf der einen Seite den Kriterienkatalog durch Experten aus dem Straßenwesen validieren zu lassen und auf der anderen Seite zusätzliche Informationen zu generieren bezüglich der Potenziale digitaler Lösungen für das Straßenwesen. Der Leitfaden, der den Interviews zugrunde gelegt wurde, orientierte sich an der übergeordneten Frage: inwiefern kann die Digitalisierung einen Beitrag in der Anpassung an den Klimawandel im Straßenwesen leisten? Zur weiteren Auswahl von Fragen zählten unter anderem:

- Welche konkreten klimawandelbedingten Bedrohungen existieren für die Funktion der Straßeninfrastruktur?
- Wie kann die Resilienz der verschiedenen Verkehrsträger bei Extremwetterereignissen bewertet werden?
- Inwiefern bietet der Megatrend Digitalisierung eine Möglichkeit in der Anpassung an den Klimawandel in der Straßeninfrastruktur?
- In welchen Formaten findet (grenzüberschreitender) Austausch zwischen Akteuren der Klimawandelanpassung im Straßenwesen statt?

- Wie können die Elemente des Kriterienkatalogs bewertet werden?
 1. Nutzerkontext: Phase der Anpassung, Zielgruppe, Kompetenzniveau
 2. Objektkontext: Sektor, Objektart, Geographische Abdeckung, Zeitliche Abdeckung, Klimavariablen und –folgen, Erfahrungswerte
 3. Technischer Kontext: Zugänglichkeit, Sprache, Help Desk
- Welche Erfolgsfaktoren oder Umsetzungsschwächen können für webbasierte Anpassungsplattformen genannt werden?

Zur Beantwortung dieser Fragen galt es daher, Experten aus dem Straßenwesen zu identifizieren, welche einerseits bereits Erfahrungen im Bereich der Klimawandelanpassung sammeln konnten und sich andererseits mit webbasierten Lösungen in diesem Bereich auskennen. Die Auswahl der Experten orientierte sich demnach stark am Erkenntnisinteresse der Forschung sowie an den durch die Methodik bedingten Fragen: Wer verfügt über die relevanten Informationen? Wer ist am ehesten in der Lage, präzise Informationen zu geben? Wer ist am ehesten bereit, Informationen zu geben? Wer von den Informanten ist verfügbar? (GLÄSER 2009: 117).

Zudem wurde berücksichtigt, welche Kontakte bereits durch das vorangegangene Praktikum bei der GIZ vorhanden waren und nützlich sein könnten. Unter Berücksichtigung dieser Fragen wurden zunächst unterschiedlichste Institutionen in Betracht gezogen: *Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)*, *Verband Verkehrswirtschaft und Logistik Nordrhein-Westfalen e.V. (VVWL)*, *Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)*, *Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)*, *Landesbetrieb Straßenbau NRW (Straßen.NRW)*, *Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (ADAC Nordrhein e.V.)*. Nach weiterer Recherche stellte sich allerdings schnell heraus, dass die Auswahl von Experten, welche die beiden Themenblöcke Klimawandelanpassung und digitale Lösungen abdecken sollten, stark begrenzt war. Einerseits lag dies in der Tatsache, dass die potenziellen Kontakte sich als Anbieter und weniger als Nutzer herausstellten und somit nicht mehr als Gesprächspartner in Frage kamen. Zudem wurde in einzelnen Telefongesprächen großes Interesse an der Fragestellung der vorliegenden Arbeit bekundet, gleichzeitig konnten jedoch aus Wissensgründen keine Experten für Interviews zur Verfügung gestellt werden. Auch konnten identifizierte Ansprechpersonen keine weiteren Kontakte vermitteln.

Trotz dieser Problematik konnte die Autorin durch ihre frühere Tätigkeit bei der GIZ vorhandene Kontakte nutzen und ein Interview mit einem Experten der *Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)* realisieren. „Die [...] *BASt* ist die praxisorientierte, technisch-wissenschaftliche

Forschungseinrichtung des Bundes auf dem Gebiet des Straßenwesens. Sie widmet sich den vielfältigen Aufgaben, die aus den Beziehungen zwischen Straße, Mensch und Umwelt resultieren. [...]“ (BAST 2019). Der identifizierte Gesprächspartner übt eine leitende Funktion in der Abteilung für Brücken- und Ingenieurbau bei der *BAST* aus, weist jahrelange Erfahrungen als Mitglied des Weltstraßenverbandes im Bereich von Anpassungsstrategien und Resilienz auf und ergänzt dieses Wissen durch weitere Expertise im Bereich der digitalen Transformation. Aus Gründen der Anonymität wird der Name des Interviewpartners an dieser Stelle nicht genannt. Das Gespräch wurde Ende Juli 2019 geführt, hat eine Gesamtlänge von über eineinhalb Stunden (1:35:06), wurde zur Fixierung der Aussagen für die Auswertung digital aufgenommen und anschließend transkribiert. Da es sich bei dem Interview um das einzige Gespräch handelte, entschied sich die Autorin der Arbeit bewusst gegen die komplexe Transkriptions-Software *MaxQDA* und für eine händische Auswertung.

4.4 Grenzen der Methodik

Grundsätzlich erwies sich die angewandte qualitative Methodik der *Grounded Theory* einschließlich der Verflechtung unterschiedlicher Techniken als angemessen und führte zu hinreichenden Ergebnissen zur Beantwortung der Forschungsfragen. Gleichzeitig müssen an dieser Stelle einzelne Aspekte aufgeführt werden, welche die Ergebnisse gegebenenfalls beeinflusst haben könnten.

So liegt die Vermutung nahe, dass während der komparativen Plattform-Analyse der Standort des Computers, mithilfe dessen die Schlagwort-Recherchen durchgeführt wurde, den Ausschlag für die Vielzahl westlicher Anpassungsplattformen gegeben hat, die als Ergebnisse resultierten. Verschiedene Quellen belegen, dass die sogenannte IP-Adresse den Ausgang einer Schlagwortsuche dahingehend beeinflussen, als dass vor allem Ergebnisse angegeben werden, die sich in der Nähe des Standort des Internetnutzers befinden (PC-WELT 2009; MINIBÖCK 2017). Die Forscherin versuchte mithilfe der Nennung der spezifischen Kontinente diese Einflussnahme zu vermeiden, allerdings kann angenommen werden, dass in weiterführenden Untersuchungen von anderen Standorten aus auch andere Resultate erzielt werden.

Darüber hinaus wurden zwei weitere methodische Unsicherheiten durch die Schnelllebigkeit des Internets hervorgerufen. Einerseits können die Ergebnisse lediglich als kurzlebig gewertet werden, da sich während der Durchführung der Analyse die Qualität und Quantität der webbasierten Resultate häufig in kurzer Zeit änderte. Dies implizierte bereits vor Beginn der Forschung, dass das Forschungsdesign offen gehalten und einen qualitativen Charakter aufweisen muss, da nur vage Vermutungen über die Anzahl existierender Plattformen angestellt werden

konnten. Um die Anzahl der Ergebnisse möglichst umfassend wiederzugeben, wurden die definierten Schlagwörter in regelmäßigen Abständen wiederholt eingegeben, sodass sich stetig neue Resultate ergaben. Diese kontinuierliche Generierung von Ergebnissen mittels Schlagwortsuche galt es nach subjektivem Ermessen zu einem bestimmten Zeitpunkt zu beenden, da die Auswertung der Ergebnisse ansonsten den angestrebten, zeitlichen Umfang der Masterarbeit überschritten hätte. Aus diesem Grund konnten ab dem 15. August 2019 keine Resultate mehr in die Auflistung aufgenommen werden.

Weitere individuelle Entscheidungen der Forscherin führten zu dem subjektiven Verlauf der Arbeit, zu nennen sind hierbei folgende Aspekte: so wurde zwar die Formulierung der Kriterien für Uni- bzw. Bidirektionalität aus offiziellen Definitionen abgeleitet, allerdings nach subjektiven Aspekten in der vorliegenden Forschung angepasst. Des Weiteren wurde eine spezifische Unterteilung der Zeiträume, in denen Plattformen entwickelt wurden, nach subjektivem Interesse der Forscherin angewendet. Entgegen der in der Analyse angewandten Einteilung („vor Jahrtausendwende“ – „2000-2010“ – „2010-2015“ – „seit 2015“) hätte ebenso eine Unterteilung in „vor Jahrtausendwende“ – „2000-2010“ – „seit 2010“ verwendet werden können. Die Autorin versprach sich jedoch von der Einteilung, dass die Entstehung von Plattformen vor politischen Rahmenbedingungen (hier v.a. die Klimakonferenz von Paris im Jahr 2015) untersucht und gegebenenfalls Tendenzen erkannt werden konnten.

Die Durchführung der zweiten Methodik, den Leitfaden geführten Experteninterviews, gestaltete sich die Suche nach geeigneten Gesprächspartnern aufgrund der spezifischen Thematik eher schwierig (siehe 4.3). Dies führte dazu, dass sich entgegen einer höheren angestrebten Anzahl an Interviewpartnern diese auf ein exemplarisches Expertengespräch reduzierte. Während dieses Interviews konnte schnell festgestellt werden, dass substantielle Ergebnisse erzielt und eine aussagekräftige Validierung der Kriterien durchgeführt werden kann. Aus diesem Grund wurden die zuvor darüber hinausgehenden Überlegungen bewusst verworfen, entweder alle weiteren Sektoren der *Kritischen Infrastrukturen* zu befragen oder sogar die Anbieter von webbasierten Anpassungsplattformen anzufragen und damit weitere Teile der Wertschöpfungskette von webbasierten Klimadienstleistungen zu betrachten.

Vor dem Hintergrund dieser Aspekte gilt es grundsätzlich zu berücksichtigen, dass es sich bei qualitativen Forschungsansätzen schwierig gestaltet, Gütekriterien anzuwenden, wie sie in der quantitativen Forschung eingesetzt werden. Dennoch soll die Qualität dieser Arbeit gewährleistet werden, indem sie dem Anspruch an qualitative Forschung nach FLICK folgt, welcher die Bedingungen stellte, dass „[...] die Wahl der Methoden begründet dargestellt wird, die

konkreten Vorgehensweisen expliziert werden, die dem Projekt zu Grunde liegenden Ziel- und Qualitätsansprüche benannt werden und die Vorgehensweisen so transparent dargestellt werden, dass Leser sich ein eigenes Bild über Anspruch und Wirklichkeit des Projektes machen können. [...]“ (FLICK 2019: 485).

In der Gesamtbewertung kann somit trotz der in diesem Absatz beschriebenen methodischen Hürden die Wahl der angewandten qualitativen Forschungsmethodik positiv bewertet werden. Ein quantitatives Forschungsdesign wäre dem offenen, prozesshaften Charakter der Forschung nicht gerecht geworden. Zudem hätten standardisierte Befragungen oder Beobachtungen weder die subjektive Validierung des Kriterienkatalogs noch die persönlichen Einschätzungen und individuellen Zusatzinformationen für den Sektor des Straßenwesens in dem Umfang zugelassen, wie es das qualitative, Leitfaden-geführte Expertengespräch getan hat.

5 Ergebnisse

Die folgende Auswertung ist eine Darstellung der Ergebnisse, welche sich einerseits aus der komparativen Plattform-Analyse sowie andererseits später auch einem leitfaden-geführten Experteninterview zusammensetzen und zur Klärung der zwei übergeordneten Forschungsfragen beitragen: Inwiefern können webbasierte Anpassungsplattformen einen Beitrag in der Klimawandelanpassung von Infrastruktur leisten? Wie sieht das optimale Anforderungsprofil einer webbasierten Anpassungsplattform aus, um maßgeschneiderte Optionen der Klimawandelanpassung bereitstellen zu können? Zur Beantwortung dieser Fragen und Strukturierung der Arbeit wurden drei Ziele verfolgt, die an dieser Stelle noch einmal genannt werden:

Ziel 1: Sichtung und Analyse der globalen Landschaft webbasierter Anpassungsplattformen

Ziel 2: Identifikation von wesentlichen Elementen für nutzerorientierte Plattformen

Ziel 3: Validierung der Elemente und Ergänzung weiterer Informationen

Zur Annäherung der Ziele 1 und 2 scheint insbesondere die mehrstufige komparative Plattform-Analyse Erfolg versprechend, Ziel 3 soll durch die Experteninterviews erreicht werden.

5.1 Analyse der Landschaft webbasierter Anpassungsplattformen (Ziel 1)

Als wichtige Schnittstelle zwischen Nutzern und Anbietern spielen Anpassungsplattformen eine bedeutende Rolle, damit Klimainformationen nicht nur im richtigen Format sondern auch in einer adäquaten Menge sowie zum optimalen Zeitpunkt beim entsprechenden Endnutzer eintreffen: sie bieten dem Nutzer als Meta-Portale die Möglichkeit, erste fallspezifische Elemente zu definieren und Bedürfnisse zu formulieren, damit mit diesem Informationsgehalt anschließend zu maßgeschneiderten Klimadiensten weitergeleitet und eine effektive Anpassung stattfinden kann. Für diesen Prozess muss zunächst die Grundlage geschaffen und entsprechende Anpassungsplattformen zur weiteren Analyse identifiziert werden. In der anschließenden Analyse gilt es, diese Resultate dahingehend zu untersuchen, inwiefern dem Nutzer interaktive Elemente für nutzerspezifische Angaben angeboten werden.

5.1.1 Sichtung der weltweiten Landschaft von Anpassungsplattformen

Der erste Schritt der mehrstufigen Plattform-Analyse orientierte sich daher an der Frage: Welche webbasierten Anpassungsplattformen existieren auf globaler Ebene? Mithilfe der in Kapitel 4.2 beschriebenen systematischen Schlagwortsuche, d.h. unter Verwendung diverser Suchbegriffe sowie der BOOL'schen Grundoperatoren, resultierten insgesamt folgende Klimaplattformen, die sich mit der Anpassung an den Klimawandel auseinandersetzen:

Kontinent	Akronym	Webbasierte Plattformen der Klimawandelanpassung	Link
Asien (10)	AKP	Adaptation Knowledge Platform	http://www.climateadapt.asia
	APAN	Asia Pacific Adaptation Network	http://www.asiapacificadapt.net/
	AP-PLAT	Asia Pacific Climate Change Adaptation Information Platform	http://www.adaptation-platform.nies.go.jp/en/ap-plat/
	BBC-C	BBC Climate	https://www.bbc.co.uk/climateasia
	CAMP4ASB	Climate Adaptation and Mitigation Program for Aral Sea Basin	http://ca-climate.org/eng/
	CANSA	Climate Action Network South Asia	https://www.cansouthasia.net
	CST	Climate Smart Tools for Asia	http://exchange.growasia.org/climate-smart-tools-asia
	GAINS	Greenhouse Gas – Air Pollution Interactions and Synergies	https://gains.iiasa.ac.at/gains/ASN/index.login?logout=1&switch_version=v0
	RCCAP	Regional Climate Consortium for Asia and the Pacific Southeast	http://www.rccap.org/
SEA-START	Asia START Regional Center	https://start.org/programs/sea-start/	
Afrika (11)	AfAd	AfricaAdapt	http://www.africa-adapt.net/en-us/
	ARC	African Risk Capacity	https://www.africanriskcapacity.org
	CARD	Climate Adaptation in Rural Development	https://www.ifad.org/en/web/knowledge/publication/asset/41085709
	CCAPS	Climate Change and African Political Stability	https://www.trendradar.org/de/case/ccaps-mapping/
	CSIR	Council of Scientific & Industrial Research	https://www.csir.co.za
	FCFA	Future Climate For Africa	https://futureclimateafrica.org/resource/fonerwa-climate-risk-screening-tool/
	FRACTAL	Future Resilience for African Cities and Lands	http://www.fractal.org.za/
	GreenB	The Green Book: Municipal Planning Support	https://www.greenbook.co.za/
	OADC	Open Access Data Center von SASSCAL	http://www.sasscal.org/
	TAN	The Adaptation Network	http://www.adaptationnetwork.org.za
WADI	Data Portal von WASCAL	https://www.wascal.org/	
Nord-amerika (35)	ActA	ActAdapt des Pacific Water Research Center	https://act-adapt.org/
	ACASA	Atlantic Climate Adaptation Solutions Association	https://atlanticadaptation.ca/
	AdWest	AdaptWest: Ecoregion Climate Data Explorer	https://adaptwest.databasin.org/app/ecoregion_climate_explorer
	AgClim	AgroClimate	http://agroclimate.org/tools/
	ARC-X	Climate Change Adaptation Resource Center von U.S. EPA	https://www.epa.gov/arc-x
	BUAKP	Bottom-Up Approaches Knowledge	https://agwaguide.org/
	CAC	Climate Atlas of Canada	https://climateatlas.ca/
	CAL-adapt	Exploring California's Climate Change Research	https://cal-adapt.org/tools/
	CALP	Collaborative for Advanced Landscape Planning	https://calp.forestry.ubc.ca/
	CAKE	Climate Adaptation Knowledge Exchange	https://www.cakex.org/
	CAT	Massachusetts Wildlife – Climate Action Tool	https://climateactiontool.org/
	CCC	Government of Canada	https://climate-change.canada.ca/climate-data/#/
	CCDST	Canadian Climate Data Scraping Tool	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S009830041400243X
	CEC	Commission for Environmental Co-Operation	http://www.cec.org/our-work/climate-change
	CIRC	Climate Impacts Research Consortium (Oregon University)	https://pnwcirc.org/climatetools
	CSF	Climate Smart Farming	http://climatesmartfarming.org/tools/
	CRAVe	Climate Registry for the Assessment of Vulnerability	https://www.usgs.gov/media/videos/crave-climate-registry-assessment-vulnerability
CRT	U.S. Climate Resilience Toolkit Platform	https://toolkit.climate.gov/	

	CVT EcoA GCC GL-LCI GOC ICCA NCT NRC NOAA OCCIAR OcAd PCIC PIEVC ResCA SCEIC TACCIMO US-CCCT	Climate Visualization Tools EcoAdapt von National Resource Canada Georgetown Climate Centre Great Lakes and St. Lawrence Cities Initiative Governor's Office - Clearinghouse Intact Centre Climate Adaptation The Northwest Climate Toolbox Natural Resource Canada National Oceanic and Atmospheric Administration Ontario Center for Climate Impacts and Adaptation Resources OceanAdapt Pacific Climate Impacts Consortium Public Infrastructure Engineering Vulnerability Committee Resilient Canada Southwest Climate and Environmental Information Collaborative Template for Assessing CC Impacts and Management Options USDA's Climate Change and Carbon Tools	https://mashable.com/2014/02/23/climate-science-tools/?europe=true http://www.ecoadapt.org/ https://www.georgetownclimate.org/ https://glsclcities.org/topic/climate-change-tools-guides/ http://www.opr.ca.gov/clearinghouse/adaptation/tools-research.html https://www.intactcentreclimateadaptation.ca/ https://climatetoolbox.org/ https://www.nrcan.gc.ca/home https://www.climate.gov/maps-data/data-snapshots/start http://www.climateontario.ca/ https://oceanadapt.rutgers.edu/ https://services.pacificclimate.org/pcex/app/#/data/climo/ce_files https://pievc.ca/ https://resilientca.org/ https://wrcc.dri.edu/csc/scenic/ https://taccimo.info/tbl_sector_list.php https://www.fs.usda.gov/ccrc/index.php?q=tools
Süd-amerika (8)	AdClim CCCCC CCORAL CRC-SAS ELDIS LAPC LC REGATTA	AdaptaClima Caribbean Community Climate Change Center Caribbean Climate Online Risk and Adaptation Tool Centro Regional del Clima para el Oeste de Sudamérica ELDIS Programme – Sharing Knowledge for 20 Years Latin American Platform on Climate LatinClima Regional Gateway for Technology Transfer and Climate Change Action in Latin America and the Caribbean	http://adaptaclima.mma.gov.br/ https://www.caribbeanclimate.bz/ http://ccoral.caribbeanclimate.bz/ http://www.crc-sas.org/en/ https://www.eldis.org/ https://www.intercambioclimatico.com/en/ http://latinclima.org/palabra-clave/adaptacion http://www.cambioclimatico-regatta.org/index.php/en/
Antarktis (4)	AEP BAS BPP DSNSC	Antarctic Environments Platform British Antarctica Survey Belgian Polar Platform Deep South National Science Challenge	https://www.environments.aq/?locale=en_GB https://www.bas.ac.uk/science/our-research/topics/climate-climate-change/ http://www.belspo.be/antar/ https://www.deepsouthchallenge.co.nz/
Europa (27)	AdapteCCa C-ADAPT CARAVAN CCA DK ClimBiz C-Ireland CDLP CI CIT	Platform for the Exchange of Information on Climate Change Climate-ADAPT Regional Assessment of Vulnerability and Adaptive Capacity Climate Change Adaptation Denmark Black Sea Climate and Business Initiative Climate Ireland Climate and Development Learning Platform Circle - Critical Infrastructure Climate Impacts Tool	https://www.adaptecca.es/en https://climate-adapt.eea.europa.eu/ www.iav-mapping.net https://en.klimatilpasning.dk/ http://www.climbiz.org/30-0-HOME.html#.XRD01o_gqWs https://www.climateireland.ie/#/ https://www.climatelearningplatform.org/ https://circle.deltares.org/ https://www.gov.uk/government/publications/climate-impacts-tool

	CLAR	CLARITY	http://clarity-h2020.eu/
	CMTool	Multi-Lead Time Climate-Mortality Prediction Tool	http://cmtool.euporias.eu/
	COP	Copernicus' Climate Data Store	https://cds.climate.copernicus.eu#!/home
	DAKP	Dutch Adaptation Knowledge Portal	https://ruimtelijkeadaptatie.nl/english/
	EEA	European Environment Agency	https://www.eea.europa.eu/
	EMP	European MSP Platform	https://www.msp-platform.eu/
	EU-MS	EU Met Sat	https://www.eumetsat.int/website/home/index.html
	GERICS	GERICS' Toolkits	https://www.climate-service-center.de/products_and_publications/toolkits/index.php.en
	JPI	JPI Climate	http://www.jpi-climate.eu/home
	KLiVo	German Climate Preparedness Portal	https://www.klivportal.de/DE/Home/home_node.html
	MasterAdapt	Mainstreaming Experiences at Regional and Local Level for Adaptation to Climate Change	https://masteradapt.eu/
	MEDIATION	Methodology for Effective Decision-Making on Impacts and Adaptation	http://mediation-project.eu/
	PLACARD	Adaptation	https://www.placard-network.eu/
	RESIN	Climate Risk Typology	http://www.resin-cities.eu/resources/tools/
	ToPDAd	Tool-Supported Policy-Development for Regional Adaptation Platform for Climate Adaptation and Risk Reduction	http://topdad.services.geodesk.nl/
	UBA	Federal Environment Agency of Germany	https://www.umweltbundesamt.de/en
	UK CIP	United Kingdom Climate Impacts Programme	https://www.ukcip.org.uk/
	UK CG	UK Global Calculator	http://tool.globalcalculator.org/
Ozeanien (12)	AdaptNRM	Adaptation for National Resource Management	https://adaptnrm.csiro.au/
	CoastAd	CoastAdapt	https://coastadapt.com.au/
	CChangeAP	Climate Change Adaptation	http://cchangeap.com.au/
	CFET	Climate Futures Exploration Tool	https://www.climatechangeinaustralia.gov.au/en/climate-projections/
	CLiMate	Climate Analysis for Decision Makers	https://climateapp.net.au/
	MoE NZ	Ministry for the Environment of New Zealand	https://www.mfe.govt.nz/
	NCCARF	National Climate Change Adaptation Research Facility	https://www.nccarf.edu.au/
	NIWA	Taihoro Nukurangi	https://www.niwa.co.nz/
	PACCSAP	Pacific-Australia Climate Change Science and Adaptation Planning	https://www.terranova.org.au/repository/paccsap-collection
	PCCP	Pacific Climate Change Portal	https://www.pacificclimatechange.net/climate-tools
	PCCST	Pacific Climate Change Science Tools	https://www.pacificclimatechangescience.org/climate-tools/
	SPREP	Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme	https://www.sprep.org/

Tab. 2: 107 Anpassungsplattformen für die einzelnen Kontinente (Stand: August 2019)

Akronym	Webbasierte Plattform der Klimawandelanpassung	Link
ALM	Adaptation Learning Mechanism	http://www.adaptationlearning.net/
ATLA	Climate-KIC's ATLA Tool	https://www.climate-kic.org/projects/adaptation-tool-for-local-authorities-atla/
AW	AdaptationWatch	http://www.adaptationwatch.org/
CA	ClimateAnalytics	https://climateanalytics.org/tools/
CAT	Climate Action Tracker	https://climateactiontracker.org/
CDCW	Climate-Data.org	https://en.climate-data.org/
CDKN	Climate and Development Knowledge Network	https://cdkn.org/resources/?loclang=en_gb
CGIAR-CCAFS	Research Program on CC, Agriculture & Food Security	https://ccaafs.cgiar.org/tool-climate-analogue-tool
CIL	Climate Impact Lab	http://www.impactlab.org/map/#
Clim-In	Climate Interactive	https://www.climateinteractive.org/tools/
ClinfoMATE	Platform for Tailor-Made Climate Services	https://clinfomate.nozilla.de/about/
CT	Climate Tool – Planungswerkzeug für das internationale Bauen	http://www.climate-tool.com/en/home.html
DDC	IPCC Data Distribution Centre	http://www.ipcc-data.org/
FW-WCT	Frontier Weather's Weather and Climate Tools	https://www.frontierweather.com/climateandtools.html
GECO	GECOSistema	http://climate-tools.com/#one
GCA	Global Center on Adaptation	https://gca.org/home
GCAP	Global Adaptation Partnership	https://www.climateadaptation.cc/our-work/knowledge-space
GEF	Global Environment Facility	https://www.thegef.org/topics/climate-change-adaptation
ICLEI	Local Governments for Sustainability	https://www.iclei.org/
KNMI-CE	Climate Explorer	https://climexp.knmi.nl/start.cgi
NAP-GSP	National Adaptation Plan Global Support Programme	https://www.globalsupportprogramme.org/nap-gsp
NASA-CTM	NASA's Climate Time Machine	https://climate.nasa.gov/interactives/climate-time-machine
NI	Nautilus Institute	https://nautilus.org/
NCI-CPGS	New Climate Institute for Climate Policy and Global Sustainability	https://newclimate.org/expertise/tools-and-models/
NDC-CT	NDC Partnership's Climate Toolbox	https://ndcpartnership.org/ndc-toolbox
NDGAI	Notre Dame Global Adaptation Initiative	https://gain.nd.edu/our-work/country-index/
PPP-KL	PPP Knowledge Lab	https://pppknowledgelab.org/
SAGA-TL	SAGA-GIS Tool Library	http://www.saga-gis.org/saga_tool_doc/7.0.0/climate_tools.html
SDG-CANT	SDG Climate Action Nexus Tool	http://ambitiontoaction.net/scan_tool/
SSW	SamSamWater	https://www.samsamwater.com/climate/
UC-CSMR	University of Colombia: Climate and Society Map Room	http://iridl.ideo.columbia.edu/maproom/
UC-SEDAC	University of Colombia: Socioeconomic Data and Application Centre	https://sedac.ciesin.columbia.edu/tools
UN-AKP	UNFCCC's Adaptation Knowledge Portal	https://www4.unfccc.int/sites/nwpstaging/Pages/Home.aspx
UN-CCA	UNDP's Climate Change Adaptation	https://www.adaptation-undp.org/
UN-CCT	UN FAO's Climate Change Tools	http://www.fao.org/tc/exact/review-of-ghg-tools-in-agriculture/other-climate-change-tools/en/

UN-CIP	UNEP's Climate Initiatives Platform	http://climateinitiativesplatform.org/index.php/Welcome
UN-CIP_2	UNITAR's Climate Information Platform	http://cip.csag.uct.ac.za/webclient2/app/
UN-CIT	UN FAO's Climate Information Tool	http://www.fao.org/nr/water/aquastat/climateinfotool/index.stm
UN-EP	UNEP's Environment Programme	https://www.unenvironment.org/explore-topics/climate-change
UN-EPIC	UN FAO's EPIC Programme	http://www.fao.org/in-action/epic/background/en/
UN-GAN	UN Global Adaptation Network	https://sustainabledevelopment.un.org/
UN-GRDP	UNISDR Global Risk Data Platform	https://preview.grid.unep.ch/index.php?preview=map&lang=eng
UN-L	UN CC: Learn	https://www.uncclearn.org/
UN-PT	UNDP's CCA Practitioner Toolkit	https://www.adaptation-undp.org/resources/training-tools/designing-climate-change-adaptation-initiatives-toolkit-practitioners
UN-WCW	UN WMO Weather, Climate, Water	https://public.wmo.int/en
US-CLTS	US AID's Climate Links, Tools & Support	https://www.climatelinks.org/tools?page=1
US-REC	US AID's RECOFTC e-Learning Platform	https://www.recoftc.org/learning/online
WeAdapt	Climate Adaptation Planning, Research and Practice	https://www.weadapt.org/
WB-CAUS	World Bank's Climate Action for Urban Sustainability	https://www.worldbank.org/
WB-CDST	World Bank's Climate and Disaster Screening Tools	https://climatescreeningtools.worldbank.org/
WB-CKP	World Bank's Climate Knowledge Portal	https://climateknowledgeportal.worldbank.org/
WC	Wilson Centre	https://www.wilsoncenter.org
WWF	WWF Adapt	http://wwfadapt.org/

Tab. 3: 53 globale Anpassungsplattformen (Stand: August 2019)

Insgesamt konnten 160 Klimaplattformen weltweit identifiziert werden, die sich mit der Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels auseinandersetzen. Davon wurden 107 Plattformen für die sieben Weltkontinente unter Berücksichtigung der für die jeweilige Region spezifisch zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels entwickelt (Tab. 2). Zudem existieren 53 weitere globale und universell in jeder Klimaregion anwendbare Anpassungsplattformen (Tab. 3).

Bei der Betrachtung der 107 Klimaplattformen, welche für die sieben Kontinente ermittelt wurden und die jeweiligen Eigenschaften der Kontinente in Anpassungsprozessen berücksichtigen, konnte festgestellt werden, dass das Angebot von Anpassungsplattformen regionale Unterschiede aufweist: mit 35 Plattformen auf dem nordamerikanischen Kontinent sowie mit 27 Plattformen auf dem europäischen Kontinent wird der größte Anteil aller Plattformen von westlichen Industrieländern bereitgestellt. Weitere 12 Plattformen werden von Institutionen aus Ozeanien für den pazifischen sowie neuseeländisch-australischen Raum angeboten, 11 afrikanische Plattformen betrachten die Klimawandelanpassung und Anpassungsmechanismen für Afrika und 10 asiatische Institutionen für den Kontinent Asien. Des Weiteren werden 8 Plattformen der Klimawandelanpassung auf dem südamerikanischen Kontinent angeboten sowie 4 Plattformen für die Antarktis (vgl. Tab. 2). Trotz dieser regionalen Unterschiede des Angebots von Anpassungsplattformen zeigt sich eine weltweite, signifikante Präsenz von Plattformen, die vermuten lässt, dass ein Bewusstsein der Notwendigkeit des Wissenstransfers auf Seiten der verantwortlichen Akteure vorhanden ist. Hieraus ergibt sich die Frage, ob dieses Bewusstsein und die damit verbundene Entwicklung von Plattformen in den vergangenen Jahren gegebenenfalls durch verschiedene politische Rahmenbedingungen, wie beispielsweise die Klimakonferenz von Rio de Janeiro im Jahr 1992 oder der Einigung auf das Pariser Klimaschutzabkommen im Jahr 2015, gefördert wurde. Um dies herauszufinden, wurden die Anpassungsplattformen hinsichtlich ihres Entstehungsjahres untersucht. Gleichzeitig wurde in diesem Schritt analysiert, welche Akteure die initiiierenden Kräfte hinter den Plattformen darstellen.

An dieser Stelle muss auf zwei Aspekte hingewiesen werden: erstens gehen bei einigen Plattformen der Zeitpunkt der Plattformentwicklung mit dem Entstehungsjahr der jeweiligen Institution einher, da keine weiteren Informationen vorliegen, die Gegenzüliches belegen. Zweitens stellte sich schnell heraus, dass eine genaue Analyse der jeweiligen Akteure der Anpassungsplattformen den Umfang der Masterarbeit deutlich überschreitet und die Plattformen daher lediglich oberflächlich nach Tendenzen unter den Akteuren untersucht wurden.

Hinsichtlich der Entstehungsjahre der 10 asiatischen Anpassungsplattformen lässt sich feststellen, dass fünf Plattformen vor dem Jahr 2015 entstanden (AKP 2009, APAN 2009, BBC-C 2013, GAINS 2005, SEA-START 1996). Zwei weitere Plattformen wurden im Jahr 2015 lanciert (CST, RCCAP), während drei in den vergangenen Jahren seit der Pariser Klimakonferenz (AP-PLAT 2019, CAMP4ASB 2017, CANSA 2017) entwickelt wurden. Die Verantwortung für die einzelnen Anpassungsplattformen übernehmen neben einer von den Vereinten Nationen initiierten Plattform (APAN) und multilateralen Institutionen, wie Forschungszentren und Entwicklungsbanken (CST, RCCAP) zum einen asiatische Institutionen (AP-PLAT, CAMP4ASB, CANSA, SEA-START), zum anderen europäische Institutionen (AKP, BBC-C, GAINS).

Auch bei den 11 afrikanischen Anpassungsplattformen zeigt sich neben einer Beteiligung an der Entwicklung der Plattformen durch afrikanische Institutionen (ARC, CSIR, TAN, SASSCAL, WASCAL), dass westliche Institutionen (AfAd, CARD, CCAPS, FCFA, FRACTAL, GreenB) ebenfalls eine wichtige Rolle spielen. Während eine einzelne Institution, die den Transfer von Wissen über Klimawandelanpassung fördert und eine Plattform hierfür entwickelte, bereits im Jahr 1945 entstand (CSIR), wurden die restlichen 10 Anpassungsplattformen alle in den vergangenen zehn Jahren entwickelt (AfAd 2012, ARC 2012, CCAPS 2009, FCFA 2013, FRACTAL 2016, OADC 2010, TAN 2009, WADI 2010) bzw. zwei wurden erst im aktuellen Jahr 2019 lanciert (GreenB, CARD).

Für die insgesamt 35 Anpassungsplattformen für den nordamerikanischen bzw. kanadischen Kontinent lässt sich festhalten, dass sechs Plattformen bereits vor der Jahrtausendwende entwickelt wurden (AgClim 1998, CALP 1994, CEC 1994, GOC 1980, NRC 1995, SCENIC 1986) und neun Plattformen zwischen den Jahren 2000 und 2010 entstanden (ActA 2006, ACASA 2009, CAKE 2010, EcoA 2010, GCC 2009, GL-LCI 2003, ICCA 2008, OCCIAR 2010, PIEVC 2005). Weitere dreizehn wurden in der Zeit von 2011 bis 2015 entwickelt (AdWest 2014, CAL-adapt 2011, CCDST 2014, CIRC 2015, CSF 2015, CRAVe 2015, CRT 2014, CVT 2014, NOAA 2013, OcAd 2014, PCIC 2013, ResCA 2015, TACCIMO 2013) sowie sieben seit der Zeit der Klimaverhandlungen von Paris (ARC-X 2016, BUAKP 2017, CAC 2018, CAT 2017, CCC 2017, NCT 2018, US CCCT 2018). Hinsichtlich der Akteure, die für die jeweiligen Plattformen verantwortlich sind, fällt auf, dass alle 35 Anpassungsplattformen von amerikanischen bzw. kanadischen Institutionen, allen voran Universitäten, Forschungsinstitute sowie regierungsnahen Organisationen, entwickelt wurden und keinerlei globale Organisationen oder solche anderer Kontinente eine Rolle spielen.

Hinsichtlich der 8 südamerikanischen Anpassungsplattformen zeigt sich, dass lediglich drei Plattformen vor dem Jahr 2010 entstanden (CCCCC 2005, ELDIS 1996, LAPC 2009), während die anderen fünf erst in den vergangenen neun Jahren entwickelt wurden (AdClim 2017, CCORAL 2013, CRC-SAS 2017, LC 2015, REGATTA 2012). Dabei übernehmen bei fünf Plattformen unterschiedliche südamerikanische Institutionen die Verantwortlichkeit (AdClim, CCCCC, CCORAL, LAPC, LC), die restlichen drei wurden von globalen Organisationen entwickelt (CRC-SAS, ELDIS, REGATTA).

Die Plattformen, die für die Antarktis existieren, wurden in zwei Fällen von neuseeländischen Institutionen entwickelt (AEP, DSNSC), während die andere Hälfte europäische Akteure als Initiatoren verzeichnet (BAS, BPP). Lediglich eine dieser vier Plattformen entstand in den vergangenen fünf Jahren und ist noch relativ jung (DSNSC 2014), während die anderen drei vor dem Jahr 2000 entwickelt wurden (AEP 1998, BAS 1962, BPP 1985).

Bei der Betrachtung der 27 europäischen Anpassungsplattformen lassen sich ebenfalls fünf Plattformen für den Zeitraum vor der Jahrtausendwende (CCA DK 1971, EEA 1993, EU-MS 1986, MasterAdapt 1992, UK CIP 1997) ermitteln. 14 Plattformen entstanden in der Zeit zwischen 2000 und 2015 (AdapteCCA 2013, C-ADAPT 2012, CARAVAN 2008, ClimBiz 2010, CMTTool 2012, DAKP 2014, GERICS 2009, JPI 2011, MEDIATION 2007, PLACARD 2015, RESIN 2015, ToPDAd 2012, UBA 2013, UK CG 2015), weitere acht nach dem Jahr 2015, in dem das Klimaschutzübereinkommen in Paris beschlossen worden war (C-Ireland 2016, CDLP 2018, CI 2018, CIT 2019, CLAR 2017, COP 2018, EMP 2016, KLiVO 2018). Dabei wurden 12 Plattformen im Auftrag der Europäischen Union (C-ADAPT, CLAR, CMTTool, COP, EEA, EMP, JPI, MasterAdapt, MEDIATION, PLACARD, RESIN, ToPDAd) sowie vier Plattformen durch globale Institutionen (CI, EU-MS, GERICS, UK CG) entwickelt. Die Verantwortung für die restlichen 11 Anpassungsplattformen tragen einzelne europäische Länder (AdapteCCa, CCA DK, C-Ireland, CDLP, CIT, DAKP, KLiVO, UBA, UK CIP) bzw. Regionen übergreifende Koalitionen (CARAVAN, ClimBiz).

Für die 12 Anpassungsplattformen, die für den ozeanischen Raum identifiziert werden konnten, lässt sich festhalten, dass mit neun Plattformen der Großteil durch australische Institutionen initiiert wurde (AdaptNRM, CFET, CoastAd, CChangeAP, CliMate, NCCARF, PACCSAP, PCCP, PCCST), während die restlichen drei Plattformen von neuseeländischen Institutionen (MoE NZ, NIWA) bzw. einer regionalen Koalition verschiedener pazifischer Länder (SPREP) entwickelt wurde. Während lediglich drei der Plattformen bereits vor dem Jahr 2000 entstanden (MoE NZ 1986, NIWA 1992, SPREP 1993), wurden weitere sechs Plattformen bis

zum Jahr 2015 hervorgebracht (AdaptNRM 2014, CFET 2007, NCCARF 2008, PACCSAP 2011, PCCP 2011, PCCST 2011) sowie drei Plattformen in den vergangenen vier Jahren (CoastAd 2016, CChangeAP 2016, CliMate 2016).

An dieser Stelle lassen sich als Zwischenfazit aller 107 Anpassungsplattformen für die einzelnen Kontinente bereits verschiedene Aspekte festhalten. Erstens zeigte sich, dass trotz signifikanter Ergebnisse für afrikanische oder südamerikanische Länder ein regionaler Angebotschwerpunkt vor allem in westlichen Industrienationen liegt, wie den Vereinigten Staaten von Amerika, europäischen Ländern sowie Australien und Neuseeland.

Zweitens lässt sich hinsichtlich der jeweiligen Entstehungsjahre festhalten, dass insgesamt 20 Anpassungsplattformen vor der Jahrtausendwende entstanden, 24 Plattformen zwischen den Jahren 2000 und 2010, 37 Plattformen zwischen 2010 und 2015 sowie 26 Plattformen seit 2015. Damit zeigt sich, dass ein vergleichsweise geringer Anteil an webbasierten Entscheidungshilfen in Form von Anpassungsplattformen bereits vor der Jahrtausendwende entstanden ist, der zahlenmäßig stärkste Anstieg an Plattformen zwischen den Jahren 2000 und 2015 stattgefunden hat – dies könnte gegebenenfalls auf den Beginn des digitalen Zeitalters zurückgeführt werden – und seit 2015 stetig neue webbasierte Entscheidungshilfen entstehen.

Drittens zeigt sich in Bezug auf die Akteure, welche als Initiatoren oder treibende Kräfte die Verantwortung für die Plattformen übernehmen, folgende Tendenz: neben länderspezifischen und lokalen Einrichtungen existiert eine enorme Vielfalt an Institutionen, welche Plattformen anbieten, die als Unterstützung in Entscheidungsprozessen der Klimawandelanpassung dienen sollen oder zu entsprechenden Entscheidungshilfen weiterleiten. Zu ihnen zählen die Vereinten Nationen sowie UN-Organisationen und -Programme, Regierungen, Ministerien, regierungsnahe Behörden und staatliche Büros, bi- oder multilaterale Konsortien und Zusammenschlüsse, globale Initiativen und zwischenstaatliche Organisationen, Entwicklungsbanken, Forschungszentren und -programme, Universitäten und universitätsnahe Institute, unabhängige Behörden, strategische Projektpartnerschaften, zivilgesellschaftliche Netzwerke, Nicht-Regierungsorganisationen, Beratungsdienstleister, Think Tanks und Stiftungen.

Bei der Betrachtung der 53 weiteren globalen Plattformen, die auf jeden einzelnen der sieben Kontinente anwendbar sind und somit die erste Aufzählung ergänzen (vgl. Tab. 3), lassen sich ebenfalls relevante Ergebnisse festhalten. Hinsichtlich der Akteure hinter den Plattformen zeigt sich, dass auf der einen Seite westliche Institutionen sehr stark vertreten sind und Wissensplattformen anbieten, wie beispielsweise die *World Bank* als multinationale Entwicklungsbank mit Sitz in den USA (WB-CAUS, WB-CCDST, WB-CKP), amerikanische Universitäten wie die *University of Columbia* oder *University of Notre Dame* (UC-CSMR, UC-SEDAC) oder europäische Stiftungen (WWF Adapt). Gleichzeitig spielen aber vor allem globale Zusammenschlüsse eine dominante Rolle in der Bereitstellung webbasierter Ansätze in der Klimawandelanpassung, allen voran die Vereinten Nationen mit insgesamt 14 Anpassungsplattformen (NAP-GSP, UN-AKP, UN-CCA, UN-CCT, UN-CIP, UN-CIP_2, UN-CIT, UN-EP, UN-EPIC, UN GAN, UN-GRDP, UN-L, UNPT, UN-WCW). Weitere Beispiele für globale Institutionen umfassen das internationale Bündnis *NDC Partnership* (NDC-CT), den weltweiten Verband von Städten, Gemeinden und Landkreisen *ICLEI* (ICLEI), die gemeinnützige Institution *Climate Analytics* (CA) sowie die auf globaler Ebene agierenden Nicht-Regierungsorganisation *USAID* (US-CLTS, US-REC).

In Bezug auf die Entstehungsjahre der Anpassungsplattformen auf globaler Ebene lässt sich ein anderer Trend feststellen als bei den bereits oben untersuchten 107 Kontinent-spezifischen Plattformen: während zwar vor der Jahrtausendwende ebenfalls lediglich 6 Institutionen Wissensplattformen anboten, erfolgte der stärkste Anstieg nicht zwischen den Jahren 2000 und 2010 (hier wurden lediglich 9 weitere Plattformen entwickelt), sondern seit 2011 bis zum aktuellen Jahr 2019. In den letzten acht Jahren entstanden insgesamt 38 Anpassungsplattformen, allein 18 Plattformen seit dem Jahr 2015.

Zusammenfassend kann für den ersten Schritt der Plattform-Analyse, also die Sichtung und Analyse der globalen Landschaft webbasierter Anpassungsplattformen, gesagt werden, dass insgesamt 160 Plattformen identifiziert werden konnten. Neben 107 Plattformen für die einzelnen Kontinente mit Angebotsschwerpunkten in den USA, Europa und Ozeanien wurden weitere 53 Plattformen auf globaler Ebene ermittelt, was bedeutet, dass zwar einzelne Regionen und Länder spezifische Aktivitäten durchführen, vor dem Hintergrund des Klimawandels als grenzüberschreitendes Phänomen globale Strategien jedoch ebenfalls eine logische Konsequenz darstellen. Insbesondere in den vergangenen zwei Jahrzehnten wurde der Großteil der Plattformen von einer fast unübersichtlichen Vielzahl von Akteuren aus sowohl regierungsnahen als auch zivilgesellschaftlichen sowie unabhängigen Institutionen entwickelt.

5.1.2 Auswahl bidirektionaler Anpassungsplattformen

Alle der 160 im ersten Schritt der Plattform-Analyse identifizierten Anpassungsplattformen können grundsätzlich als zweckdienlich in der Anpassung an den Klimawandel gesehen werden, da sie auf unterschiedliche Weise den Wissenstransfer zu diesem Thema fördern. Sie alle beschreiben sich als Ressource für den globalen Austausch und als Verwaltung von Wissen über die Entwicklung, Umsetzung und konkreten Strategien zur Anpassung an den Klimawandel. Hierzu bieten sie Wissensprodukte zum Download an, berichten über bereits durchgeführte Projekte und zeigen Fallstudien auf oder leiten zu weiteren Plattformen, Tools oder Produkten weiter, die als Entscheidungshilfe dienen können. Gleichzeitig entsteht bei der ersten Betrachtung die Annahme, dass viele Plattformen das Ziel verfehlen, auf die Bedürfnisse des sektoralen Nutzers einzugehen, indem sie lediglich Standardprodukte anbieten, ohne dass der Nutzer sie nach objektspezifischen Bedingungen filtern kann oder sogar gezielte Informationen eingeben kann, die zu maßgeschneiderten Klimadiensten weiterleiten. Sofern diese interaktiven Möglichkeiten nicht gegeben sind, ist es für den Nutzer nicht nur umständlich, sich die benötigten Informationen herauszusuchen, sondern reduziert den Wert der Plattform.

Nach der ausführlichen Sichtung im ersten Schritt der Plattform-Analyse galt es im zweiten Schritt herauszufinden, welche dieser 160 Plattformen die Bedürfnisse der Nutzer berücksichtigen und Interaktion durch wählbare Elemente anbieten. Wenn sektorale Nutzer eine Auswahl von Kriterien treffen können, um möglichst spezifische und nutzbare Publikationen, Fallstudien oder Tools zu finden, sind diese als genauere Entscheidungshilfe besonders nützlich. Daher wurde die Gesamtheit aller Ergebnisse aus dem ersten Schritt der Plattform-Analyse hinsichtlich folgender Fragestellung analysiert: Wie nutzerorientiert sind die einzelnen Anpassungsplattformen? Stellen sie bereits selbst Entscheidungshilfen dar oder leiten sie zu nutzerspezifischen Klimadiensten weiter, wie beispielsweise Anpassungstools?

Zur Beantwortung dieser Frage schließt sich eine binäre Unterteilung an, welche die 160 Klimaplattformen hinsichtlich ihrer Funktionalität untersucht und sie in unidirektionale sowie bidirektionale Plattformen gruppiert. An dieser Stelle wird noch einmal an die in der Methodik definierten Bedingungen erinnert: Plattformen gelten als bidirektional, wenn sie mindestens die erste der beiden folgenden zwei Bedingungen erfüllen: Erstens: dem Nutzer wird eine Interaktion ermöglicht, d.h. er kann beispielsweise spezifische Daten aus Datenbanken abrufen, Visualisierungen mit spezifischen Elementen prägen oder bestimmte Filterungen von Informationen durchführen. Zweitens: der Nutzer kann mindestens zwei, möglichst mehrere interaktive Kriterien auswählen, die ihn und seine objektspezifischen Bedürfnisse charakterisieren. Je mehr spezifische Daten der entsprechende Nutzer angeben kann, umso höher ist der

Grad der Nutzerorientierung und umso maßgeschneiderter sind die Klimadienste, zu denen der Nutzer weitergeleitet wird. Die zweite Bedingung impliziert gleichzeitig, dass auch vielfältige Standardprodukte nicht nur angeboten, sondern nach nutzerspezifischen Informationen gefiltert werden können.

Unter Anwendung dieser Bedingungen ergab sich hinsichtlich der funktionalen Reichweite der zuvor identifizierten Plattformen: Einerseits verfügen die Plattformen über folgende Vielzahl angebotener Formate mit unterschiedlichen Zwecken, u.a. Publikationen, Hintergrundpapiere zum Klimawandel und seinen Auswirkungen, zu Minderung und Anpassung sowie den unterschiedlichen Klimaverhandlungen der vergangenen Jahre, Strategiepapiere, Berichte, Zeitschriften- und Forschungsartikel, Broschüren und Fact Sheets, Leitfäden, Handbücher und Anleitungen, Finanzierungsoptionen, Doktor- und Masterthesen, Glossare, Blogbeiträge, informative Videos, Podcasts und Webinare, Beschreibungen von laufenden und abgeschlossenen Projekten und Programmen, Fallstudien und bewährte Methoden, Klimadaten und -trends in Datenbanken bis hin zu Visualisierungen, interaktiven Kartenmodellierungen sowie Schritt-für-Schritt geleiteten Tools und Mitgliederbereichen oder Kontakten für weiterführende analoge Beratungsdienstleistungen. Andererseits ergab sich, dass von den zuvor insgesamt 160 identifizierten Plattformen ausschließlich 68 die oben genannten Bedingungen erfüllten und einer weiteren Analyse unterzogen werden konnten. Von den 107 Plattformen für die einzelnen Kontinente konnten somit lediglich 49 als bidirektional gewertet werden, von den 53 auf globaler Ebene ermittelten Anpassungsplattformen nicht mehr als 19 Plattformen (Tab. 4). Damit entfiel über die Hälfte aller zuvor identifizierter Klima- und Anpassungsplattformen für die weitere Analyse.

Asien	• APAN, AP-PLAT, CAMP4ASB, CST, GAINS, RCCAP
Afrika	• CARD, GreenB, OADC, WADI
Nordamerika / Kanada	• AdWest, ARC-X, CAC, CAL-adapt, CAKE, CAT, CEC, CSF, CRT, GL-LCI, NOAA, OCCAR, PCIC, ResCA, TACCIMO, US CCCT
Südamerika / Karibik	• CCORAL, ELDIS
Antarktis	• AEP
Europa	• C-ADAPT, CARAVAN, C-Ireland, COP, DAKP, EEA, EMP, EU-MS, GERICS, KLiVO, RESIN, UBA, UK CIP
Ozeanien	• CoastAd, CFET, CliMate, MoE NZ, NCCARF, PACCSAP, PCCP
Global	• ALM, CA, CDCW, CDKN, CGIAR-CCAFS, ClinfoMATE, CT, GECO, GCAP, ICLEI, NAP-GSP, NDC-CT, UN-AKP, UN-CCA, UN-CIP, UN-GRDP, UN-PT, WB-CAUS, WB-CCDST

Tab. 4: 68 Plattformen, die als bidirektional gewertet werden können

Im anschließenden Schritt wurde genauer untersucht, welche der 68 Anpassungsplattformen nicht nur die erste Bedingung der Nutzerinteraktion, sondern auch die zweite Voraussetzung erfüllen, dass mindestens zwei nutzerspezifische Elemente kombinierbar sein müssen. Hierbei reduzierte sich die Anzahl der Plattformen weiter auf 39 Plattformen (Tab. 5):

Asien	• APAN (2009), CST (2015), RCCAP (2015)
Afrika	• CARD (2019), GreenB (2019)
Nordamerika / Kanada	• AdWest (2014), ARC-X (2016), CAL-adapt (2011), CAKE (2010), CAT (2017), CSF (2015), CRT (2014), PCIC (2013), ResCA (2015), TACCIMO (2013)
Südamerika / Karibik	• CCORAL (2013)
Europa	• C-ADAPT (2012), C-Ireland (2016), COP (2018), DAKP (2014), EMP (2016), GERICS (2009), KLiVO (2018), UBA (2013), UK CIP (1997)
Ozeanien	• CoastAd (2016), CFET (2007), NCCARF (2008), PACCSAP (2011)
Global	• ALM (2014), CA (2008), CDCW (2010), CDKN (2013), CGIAR-CCAFS (2014), ClinfoMATE (2019), ICLEI (2012), NDC-CT (2017), UN-AKP (2015), WB-CAUS (2016)

Tab. 5: 39 Plattformen mit mindestens 2 kombinierbaren nutzerspezifischen Elementen

Zwei weitere Analyseergebnisse können festgehalten werden: erstens wurden 35 der 39 Plattformen innerhalb der letzten 10 Jahre entwickelt, womit sich die Annahme bestätigen lässt, dass die Notwendigkeit erkannt wurde, immer stärker auf die Bedürfnisse des Nutzers einzugehen. Zweitens bieten insgesamt 9 der 39 ermittelten Plattformen eine Schritt-für-Schritt-Begleitung durch den Prozess der Anpassungsentscheidung an und können somit als hochgradig nutzerorientiert gewertet werden (Tab. 6).

Nordamerika	• CRT: U.S. Climate Resilience Toolkit
Südamerika / Karibik	• CCORAL: Caribbean Climate Online Risk and Adaptation tool
Europa	• C-ADAPT: Adaptation Support Tool • C-Ireland: Sectoral Adaptation Tool • KLiVO: KLiVO-Portal • UBA: Klimatolse • UK CIP: Adaptation Wizard
Ozeanien	• CoastAd: C-CADS-Tool
Global	• ClinfoMATE: ClinfoMATE-Protoyp • ICLEI: Interactive Adaptation Participatory Process Tool • NDC-CT: Climate Toolbox

Tab. 6: 9 Tools mit einer hochgradigen Nutzerorientierung

5.1.3 Identifikation nutzerorientierter Elemente

Die Ergebnisse der vorangegangenen Absätze belegen, dass viele webbasierte Plattformen lediglich deskriptive Formate anbieten, ohne auf die Bedürfnisse der Nutzer einzugehen. Demgegenüber steht eine deutlich geringere Anzahl nutzerorientierter, in *Co-Production* entstandener und somit effektiverer Plattformen. Im letzten Schritt der Plattform-Analyse gilt es nun herauszufinden, welche Elemente wiederkehrend auf den Plattformen erscheinen, um die jeweiligen Bedürfnisse des sektoralen Nutzers zu identifizieren, damit einerseits nutzerorientierte Informationen generiert und andererseits so eine effektive Entscheidungshilfe geleistet werden kann. Dieses Vorhaben orientiert sich an folgender Frage: welche Elemente der webbasierten Anpassungsplattformen können die Formulierung nutzerspezifischer Bedürfnisse unterstützen? Hierfür wurde für alle 68 bidirektionalen Plattformen (Tab. 4) ermittelt, welche Elemente jeweils interaktiv wählbar sind. Im Folgenden wird die Sammlung der einzelnen Begriffe in alphabetischer Reihenfolge sowie logisch gewählter Gruppierung dargestellt:

A-C

Adaptation Element, Adaptation Phase (2x), Adaptation Planning, Adaptation Sector, Adaptation Strategies, Adaptation Theme, Agriculture, Area of Interest, Baseline Year, Best Practice Types, Category/Categories (6x), City/Cities (2x), Climate Model, Climate Hazard, Climate Impacts (3x), Content Type, Continent, Core Issues, Costs, Country/Countries (12x), Crop/Crops (2x)

D-H

Date/Date when published (2x), Data Set, Data Types, Document Type (2x), Elderly, Experiment, Expertise Level, Explore by Steps, Explore by Topic, Factor, Federal State, Field of Action, Frequency, Funding Range, Geographic Focus, Geographic Region (3x), Geographical Scope, Habitat (2x), Hazard & Climate Impacts

I-N

Index, Information Type, Jurisdictional Constraints, Key Sector, Keyword/Keyword Search (7x), Language (3x), Location (2x), Media Type/Types (2x), Mitigation Strategies, Model, Number of Days in Extreme Weather Events

P-S

Planning Function, Period, Public Agencies, Publication Date, Publication Type, Product Type (2x), Resource Types/Type (5x) / Region/Regions/Region of Interest (15x), Sea Basin, Search (4x), Scale, Scenario (7x), Sector (8x), Spatial Coverage, Subject (2x), Steps to Resilience, Strategy

T-Y

Target Area, Target Group, Target Year, Temporal Coverage, Theme/Themes (6x), Threshold Temperature, Time Period, Timing, Topic/Topics (9x), Tool Type, Tool Use, Transparency, Type of Publication, Type of Practice, Type/Types (4x), Variables/Climate Variables/ECVs (8x), Variable Domain, Vulnerability Types, What are you planning?, What are you trying to do?, Year

Abb. 4: Elemente der Nutzerinteraktion

Bei der Betrachtung dieser vielfältigen Begrifflichkeiten fallen zwei Aspekte auf: erstens verwenden einige Plattformen gleiche oder ähnliche Begriffe für einzelne Komponenten. Es kann demnach davon ausgegangen werden, dass trotz der Vielfalt an Akteuren, die sich weltweit mit der Thematik auseinandersetzen, die Voraussetzung für eine gemeinsame Diskussionsgrundlage gegeben ist. Zur Visualisierung der entsprechenden Häufigkeiten sind diese in Abb. 4 hinter den jeweiligen Elementen in Klammern vermerkt (z.B. „Climate Impacts (3x)“ oder „Sector (8x)“ bzw. „Region/Region of Interest“ (15x) oder „Climate Variables/ECVs (8x)“). Zweitens kann festgestellt werden, dass die Plattformen verschiedene strukturelle Aspekte adressieren, um möglichst umfassend Informationen für maßgeschneiderte Klimadienste zu sammeln. Dies sind einerseits die Fähigkeiten und Eigenschaften des Nutzers (z.B. „Expertise Level“, „Funding Range“, „What are you planning?“), andererseits die Konkretisierung der spezifischen anzupassenden Infrastruktur (z.B. „Field of Action“, „Geographic Sector“, „Temporal Coverage“) als auch technische Aspekte (z.B. „Language“). Diese Aspekte sollten in der in der zukünftigen Entwicklung neuer Plattformen berücksichtigt werden.

Nachdem der dritte Schritt der mehrstufigen Plattform-Analyse mit der Identifikation dieser Vielzahl stetig wiederkehrender Elemente (vgl. Abb. 4) abgeschlossen werden konnte, galt es diese im nächsten Schritt zu strukturieren und in Kategorien zusammenzufassen. Um welche Kategorien es sich dabei handelt, inwieweit die zahlreichen Elemente den einzelnen Kategorien zugeordnet werden können und inwiefern damit eine konkrete Abfrage nutzerspezifischer Informationen ermöglicht werden kann, ist Gegenstand und Ziel des folgenden Kapitels.

5.2 Von den Komponenten zum Kriterienkatalog (Ziel 2)

Um der Eigenschaft der *Grounded Theory* gerecht zu werden, aus deskriptiven Daten gehaltvolle Konzepte zu entwickeln, galt es, aus der Vielzahl der in Abb. 4 genannten Begrifflichkeiten relevante Schlüsse für das Anforderungsprofil einer webbasierten Plattform zu ziehen. Zur Strukturierung wurden daher zunächst sieben deutschsprachige thematische Kategorien gebildet, denen die einzelnen Elemente zugeordnet wurden:

1. *Objekt der Anpassung*

Adaptation Element, Adaptation Sector, Adaptation Themes, Agriculture, Crop/Crops, Elderly, Field of Action, Key Sector, Sector, Subject, Theme/Themes, Topic/Topics

2. *Ziel der Anpassung*

Adaptation Phase, Adaptation Planning, Expertise Level, Planning Function, Steps to Resilience, What are you planning?, What are you trying to do?, Adaptation Strategies, Explore by Steps, Explore by topics, Mitigation Strategies

3. *Geographische Rahmenbedingungen*
Area of Interest, City/Cities, Continent, Country/Countries, Federal State, Geographic Focus, Geographic Region, Geographical Scope, Habitat, Location, Region/Regions/Region of Interest, Sea Basin, Scale, Spatial Coverage, Target Area
4. *Zeitliche Eingrenzung*
Year, Date, Date when published, Experiment, Period, Target Year, Temporal Coverage, Time Period, Timing
5. *Klimavariablen & Klimafolgen*
Climate Hazard, Climate Impacts, Core Issues, Frequency, Hazard & Climate Impacts, Number of Days in Extreme Weather Events, Scenario, Threshold Temperature, Variables/Climate Variables/ECVs, Variable Domain, Vulnerability Types
6. *Art der Entscheidungshilfe*
Best Practice Types, Climate Model, Content Type, Data Set, Data Types, Document Type, Information Type, Media Type/Media Types, Model, Publication Date, Publication Type, Product Type, Resource Type/Resource Types, Tool Type, Tool Use, Type of Publication, Type of Practice, Type/Types
7. *Potenzielle Hürden & Sonstiges*
Costs, Factor, Funding Range, Index, Jurisdictional Constraints, Keyword, Keyword Search, Language, Public Agencies, Search, Target Group, Transparency

Diese sieben nach subjektivem Ermessen der Autorin gewählten Kategorien verfolgen das Ziel, die Vielzahl der zuvor genannten Begriffe und Elemente zunächst grob zu sortieren. Bei der Betrachtung dieser Einteilung bestätigte sich erneut das bereits zuvor genannte Kriterium, dass nicht nur die Infrastruktur selbst, sondern ebenso die Fertigkeiten des entsprechenden Nutzers sowie technische Voraussetzungen abgefragt werden sollten. Um das übergeordnete Ziel dieser Arbeit zu erreichen, einen Entwurf eines optimalen Anforderungsprofils für zukünftig zu entwickelnde Plattformen zu erstellen, wurden die sieben thematischen Kategorien auf drei Kernkategorien skaliert, die für eine möglichst nutzerspezifische Abfrage von Informationen notwendig sind. Sie lauten wie folgt:

- „Nutzerkontext“
- „Objektkontext“
- „technischer Kontext“

Der unten stehende Kriterienkatalog legt diese drei Kernkategorien zugrunde und berücksichtigt die zuvor in der Plattform-Analyse identifizierten Elemente in Form von Fragen. Diese sollten einem entsprechenden Nutzer auf einer Plattform gestellt werden, damit ihm anschließend möglichst maßgeschneiderte Entscheidungshilfen angeboten werden können.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Kriterienkatalog (Tab. 7) um einen Entwurf handelt, welcher eine Ableitung aus den zuvor identifizierten Elementen nutzerorientierter Anpassungsplattformen darstellt. Mithilfe dieses Entwurfs kann gegebenenfalls nutzerspezifischer Bedarf im Anpassungsprozess erfragt werden, ebenso dient er dazu, die Funktion der Anpassungsplattform als Meta-Portal zu erfüllen. Keineswegs soll und kann ein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden, allerdings gilt zu berücksichtigen, dass zwar subjektive Kategorien gewählt wurden, sich diese jedoch aus den zuvor objektiv identifizierten Elementen ergaben. Um nachvollziehbar zu machen, weshalb der Kriterienkatalog als sinnvoll erachtet werden kann, wird er zunächst dargestellt und anschließend die einzelnen Aspekte erläutert:

Kontext	Element	Spezifische Frage
Nutzerkontext	Phase der Anpassung	Welches Ziel verfolgt der Nutzer?
	Zielgruppe	Aus welcher Zielgruppe stammt der Nutzer?
	Kompetenzniveau	Welche Vorkenntnisse und (technischen) Möglichkeiten hat der Nutzer?
Objektkontext	Sektor	In welchem Sektor befindet sich das Objekt, das angepasst werden soll?
	Objektart	Soll ein einzelnes oder ein Netz von Objekten angepasst werden?
	Geographische Abdeckung	Wo befindet sich das Objekt?
	Zeitliche Abdeckung	Wie lautet der Projekthorizont? Besteht für das Objekt ein bestimmter Lebenszyklus?
	Klimavariablen und -folgen	Sind spezifische Klimavariablen und Klimaauswirkungen wählbar?
	Erfahrungswerte	Kann die Wirkungsschwelle der Infrastruktur angegeben werden?
Technischer Kontext	Zugänglichkeit	Hat der Nutzer freien Zugang zu der Entscheidungshilfe?
	Sprache	In welcher Sprache kann die Entscheidungshilfe genutzt werden?
	Help Desk	Besteht die Möglichkeit einer analogen Kontaktaufnahme zur weiteren Beratung?

Tab. 7: Kriterienkatalog für nutzerorientierte Plattformen

In der Kategorie „Nutzerkontext“ gilt es, Informationen über den Nutzer selbst herauszufinden, um seinen persönlichen Bedarf zu ermitteln. Als ein erster wesentlicher Aspekt sollte daher geklärt werden, in welcher Phase der Anpassung sich der Nutzer befindet und welches Ziel er mit der Entscheidungshilfe verfolgt. Dies kann beispielsweise eine generelle Sensibilisierung für das Thema des Klimawandels und der Anpassung sein oder aber die konkrete Projektplanung betreffen. Ebenso gut wäre möglich, dass die Performance bereits existierender Infrastruktur bewertet werden soll. Es gilt also herauszufinden, in welcher Phase der Nutzer unterstützt werden möchte. Eng damit verbunden ist die zweite wesentliche Komponente, welche sich mit der Frage befasst, aus welcher Zielgruppe der Nutzer stammt. Dies können beispielsweise regierungsnahen Institutionen, wissenschaftliche oder zivilgesellschaftliche Einrichtungen, Nicht-Regierungsorganisationen, Expertengruppen, Medien oder andere Personenkreise sein. Als drittes Element der Kategorie „Nutzerkontext“ gilt es, das Kompetenzniveau zu erfragen, also mögliche Fachkenntnisse und technische Fertigkeiten des Nutzers herauszufinden. Hat der Nutzer gegebenenfalls erste Erfahrungen mit Anpassungsmechanismen oder -prozessen gemacht? Welche technischen Möglichkeiten (z.B. in der Datenverarbeitung) besitzt er? Existieren potenzielle Hindernisse, wie beispielsweise ein eingeschränkter finanzieller Rahmen oder rechtliche Einschränkungen? Jegliche Informationen, die den Prozess der Anpassung vereinfachen oder erschweren könnten, sollten an dieser Stelle erfragt werden.

In der Kategorie „Objektkontext“ wird der Fokus auf das Infrastrukturobjekt selbst gelegt. Dabei sollte der grundsätzliche Aspekt geklärt werden, in welchem Sektor sich das Objekt befindet (z.B. Energie, Transport, Gesundheit, Bevölkerungsschutz, Wasser, Landwirtschaft, Nahrungsmittelversorgung, etc.). Zudem gilt es zu ermitteln, ob eine einzelne Infrastruktur von dem Anpassungsprozess profitieren soll oder ein Netz von Objekten (z.B. eine einzelne Gasleitung vs. ein großflächiges Stromnetz). Ein drittes wesentliches Element stellt die geographische Abdeckung dar, also die Frage nach der geographischen Verortung der Infrastruktur. Neben der Angabe des Kontinents, der Region (z.B. Sub-Sahara Afrika, Südasien, Zentralasien, etc.) sowie des Landes, in dem sich das Objekt befindet, scheint es hilfreich, das Habitat genauer zu definieren; also zu erfragen, ob sich die anzupassende Infrastruktur im städtischen oder ländlichen Raum befindet und ob es sich dabei um eine Bergregion, ein Küstengebiet oder andere ausschlaggebende geographische Besonderheiten handelt. Anschließend sollte geklärt werden, ob spezifische Zeiträume wählbar sind, damit beispielsweise bereits vorgegebene Planungs- und Umsetzungszeiträume berücksichtigt oder der Lebenszyklus der Infrastruktur definiert werden kann, welcher bei jeder Infrastruktur unterschiedlich ist. Die fünfte Komponente in der Kategorie „Objektkontext“ betrifft einen der Hauptaspekte im ge-

samten Anpassungsprozess: die Klimavariablen und Klimaauswirkungen. Hier gilt es, die sogenannten *Essential Climate Variables (ECV's)* sowie die multiplen klimabezogenen Risiken, also konkrete negative Klimawandelauswirkungen zu definieren, welche die Wirkung der Infrastruktur beeinträchtigen könnten. Hierunter fallen beispielsweise Lufttemperatur, Niederschläge, Windgeschwindigkeit und -richtung, Meeresspiegel, Salzgehalt der Ozeane, Schneedecken oder Gletscher sowie alle damit verbundenen Gefährdungen wie Stürme, Überschwemmungen, Hitzewellen, Anstieg des Meeresspiegels oder Luftverschmutzung. Um potenzielle Wirkungsschwellen der konkreten Infrastruktur zu erfassen, ist es sinnvoll, möglicherweise vorhandene Erfahrungswerte zu erfragen, das heißt Angaben über die Dauer von klimatischen Einwirkungen zu ermitteln, welche das Objekt derart beeinträchtigen bis nur noch eine eingeschränkte Betriebsfähigkeit möglich ist.

Die dritte Kernkategorie stellt „Technischer Kontext“ dar und umfasst alle technischen Komponenten einer Plattform, die den Anpassungsprozess beeinflussen könnten. Dies betrifft zunächst die Frage der Zugänglichkeit einer Plattform: kann der Nutzer ohne Registrierung auf bestimmte Standarddokumente zugreifen? Wenn diese Frage negiert wird: ist die Registrierung frei und kostenlos? Dieser Aspekt sollte bei der Entwicklung aller webbasierter Lösungen bedacht werden, da sich sowohl Vor- als auch Nachteile durch eine eingeschränkte Zugänglichkeit ergeben können. Einerseits scheint die Erfassung des Nutzers in einem registrierten Bereich nützlich, damit sich der Nutzer immer wieder anmelden, weitere Informationen einspeisen und diese so kontinuierlich überarbeiten kann, ohne gegebenenfalls den gesamten Prozess erneut durchlaufen zu müssen. Andererseits muss gleichzeitig angenommen werden, dass der Nutzer zu Beginn seiner Interaktion auf webbasierten Anpassungsplattformen nicht weiß, welches Ergebnis ihn erwartet und inwiefern dieses wirklich nutzbar für ihn ist. Dieser Gedanke kann an das aus der Wirtschaftswissenschaft stammende Konzept der Zahlungsbereitschaft (*willingness to pay*) angelehnt werden, welches als „[...] der maximale (...) Betrag, den ein Individuum oder Kollektiv gerade noch bereit ist zu zahlen, um ein Gut (...) zu erlangen (...). Je größer die Zahlungsbereitschaft ist, desto höher ist der Wert, der dem entsprechenden Gut beigemessen wird [...]“ (KUHLMANN 2014). Ein zweites Element der Kategorie „Technischer Kontext“ stellt die Sprache dar, in der die Anpassungsplattform vorliegt. Es kann angenommen werden, dass zwar einerseits eine in der Muttersprache des Nutzers konzipierte Plattform mehr Zuspruch erhält als eine in englischer Sprache entwickelte Plattform, andererseits sollte die Weltsprache Englisch in Zeiten der Globalisierung keine Hürde mehr darstellen. Ein letzter Aspekt hinsichtlich des technischen Kontexts einer Anpassungsplattform sollte eine Art *Help Desk* sein. Obwohl bereits vielfältige webbasierte Interaktionsmög-

lichkeiten zwischen einzelnen Nutzern und Anbietern bestehen und große Mengen von Informationen ohne persönliches Treffen zwischen ihnen ausgetauscht werden können, besagen Studien, dass eine analoge Kontaktaufnahme (wie auch in anderen Lebensbereichen) durch digitale Lösungen weder vollständig ersetzt werden kann noch sollte (VORNHOLZ 2019: 97, WEFERS 2018: 33). Es sollte dem Nutzer also auch auf Anpassungsplattformen die Option gegeben werden, sich notfalls bei spezifischen Fragen oder Unklarheiten noch einmal bei einem sogenannten *Help Desk* Hilfe zu holen (z.B. in Form eines Live-Chats oder einer Kontaktadresse).

5.3 Validierung der Elemente durch Experteninterviews (Ziel 3)

In den voran gegangenen Kapiteln konnten bereits einige relevante Ergebnisse ermittelt werden, die zur Beantwortung der zwei übergeordneten Forschungsfragen beitragen. Insbesondere die Frage nach dem optimalen Anforderungsprofil für eine webbasierte Entscheidungshilfe konnte mithilfe eines mehrstufigen Vorgehens weitestgehend geklärt werden. Nach einer umfassenden Analyse der Landschaft webbasierter Anpassungsplattformen ließen sich Schlüsse über regionale Angebotsschwerpunkte und verantwortliche Akteure hinter den Plattformen sowie ihrer jeweiligen Entstehungsjahre ziehen. Anschließend wurden die Plattformen daraufhin untersucht, inwiefern sie eine Interaktion zwischen dem Nutzer und Anbieter ermöglichen. Es wurden wiederkehrende Elemente aufgelistet, diese in Kategorien zusammengefasst und ein Kriterienkatalog für ein Anforderungsprofil auf der Basis der zuvor objektiv erhobenen Daten nach subjektivem Ermessen entworfen. Im folgenden Kapitel schließt sich nun die Validierung der Ergebnisse anhand eines Experteninterviews im exemplarischen Sektor des Straßenwesens an. Hierbei soll überprüft werden, ob die Elemente des Kriterienkatalogs durch sektorale Nutzer bestätigt werden können. Gleichzeitig konnten während des Interviews weitere Informationen bezüglich des Stellenwerts der Digitalisierung für den Sektor des Straßenwesens in der Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels generiert werden. Durch die Ergänzung der Informationen aus dem Experteninterview sollen am Ende die übergeordneten Forschungsfragen umfassend beantwortet werden können: Inwiefern können webbasierte Anpassungsplattformen einen Beitrag in der Klimawandelanpassung von Infrastruktur leisten? Wie sieht das optimale Anforderungsprofil einer webbasierten Anpassungsplattform aus, um maßgeschneiderte Optionen der Klimawandelanpassung bereitstellen zu können?

5.3.1 Fallbeispiel: Straßensektor

Wie in Kapitel 3 erläutert, spielt die Straßeninfrastruktur einerseits eine wesentliche Rolle in der Funktion sowie der Entwicklung einer Gesellschaft und ist andererseits durch Extremwetterereignisse gefährdet, die dem Klimawandel zugeschrieben werden. Dies konnte während des Interviews bekräftigt werden.

Zunächst wurde die Tatsache bestätigt, dass die Straße selbst nicht als *Kritische Infrastruktur* definiert sei: „[...] wenn eine Brücke oder eine Fahrbahnbefestigung nicht mehr funktioniert auf Grund von Hitzewellen, dann ist das definitionsgemäß [...] keine *Kritische Infrastruktur*. [...]“ (01:02). Laut BSI-Kritisverordnung (siehe 3.1) würden allerdings Tunnel- und Verkehrsleitzentralen der Bundesfernstraßen als solche gelten (00:35, 01:02) und „[...] in Zukunft eine sehr viel größere Rolle spielen [...]“ (17:31). Im Verlauf des Gesprächs wurde jedoch auch deutlich, dass die Anforderungen an die Verkehrs- und Tunnelleitzentralen bereits sehr hoch und die Technik daher von sich aus sehr robust sei. So seien alle Leitzentralen redundant, was bedeutet, dass der Ausfall einer Zentrale die Aktivierung der zweiten Zentrale hervorrufen würde. Demnach sei die Gefährdung durch Cyberkriminalität oder andere Risiken vergleichsweise gering (19:45).

Grundsätzlich ergäben sich dennoch klimawandelbedingte Gefährdungen, welche in verschiedene Stufen unterteilt werden können, für die Funktion des Transport- und Verkehrssektors durch Beeinträchtigungen der Straßeninfrastruktur selbst. So müsse dabei die tatsächliche Einwirkung, wie beispielsweise Hitzewellen oder extreme Niederschläge, berücksichtigt werden, welche zum Beispiel zu Rissen und Blow-Ups auf Betonfahrbahnen oder Hangrutschungen führten. Daraus würden sich andererseits Probleme wie Kosten für Sachschäden, eingeschränkte Befahrbarkeit bis hin zur Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit ergeben, für welche vor allem die jeweiligen Eigentümer und Betreiber zuständig seien (05:20). Um Bedrohungen zu verhindern und die Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer als oberste Priorität zu gewährleisten, stelle daher die Einführung von Geschwindigkeitsbeschränkungen eine in den vergangenen Jahren im Straßenwesen immer wieder angewendete Konsequenz dar. Damit würde die Eintrittswahrscheinlichkeit einer Gefährdung zwar nicht maßgeblich geändert, allerdings sei das Risiko von Personen- und Sachschäden eingedämmt (06:38). Darüber hinaus würden Sicherungsmaßnahmen durchgeführt, wie beispielsweise Hangsicherungen, da die Notwendigkeit zu handeln erkannt worden sei (07:20). In Deutschland stellt die Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels insbesondere bei bestehenden Bauwerken der Straßeninfrastruktur einen wesentlichen Aspekt dar, wie im Interview deutlich wurde: „[...] bei

uns kommt erschwerend hinzu, dass wir die Bauwerke [...] nach damaligen Regelwerken gebaut [haben]. Da ist dann die erweiterte Frage: „Sind die noch leistungsfähig?“ [...] (10:35). So seien Analysen hinsichtlich der Anpassung an den Klimawandel nur dann zielführend, wenn Bestandsbauwerke kategorisiert und hinsichtlich ihrer Gefährdungen und Risiken untersucht würden (10:35). Bei neuen Bauwerken sei dies kein großes Problem, da „[...] europäische Regelwerke, die national gespiegelt und eingeführt werden [...] dies prognostisch berücksichtigen [würden.]“ (10:35) Demnach sei es notwendig, sich zwar einerseits auf den Neubau zu fokussieren, aber die deutlich größere Menge der Bauwerke sei alt und müsse untersucht werden. Dies resultiert u.a. aus dem Grund, dass für Ingenieurbauwerke eine sehr große Nutzungsdauer geplant sei und eine Erneuerung erst in einigen Jahrzehnten geplant würde (10:35).

Im Vergleich zu weiteren Verkehrsträgern des Transport- und Verkehrssektor wurde konstatiert, dass die Flughafeninfrastruktur funktioniere, während die Situation im Bahnverkehr eine „Katastrophe“ (17:12) darstellen würde. Obwohl der politische Fokus derzeit auf dem Ausbau der Bahnstrecken innerhalb Deutschlands liege, seien diese nicht resilient und es sei unklar, ob sie Beeinträchtigungen anderer Verkehrsträger auffangen könne (15:44, 17:12). Diese Kritik beziehe sich auf verschiedene Aspekte der Bahninfrastruktur: „[...] das ist sowohl die Infrastruktur selbst, also die Hardware, sprich Schienen, Weichen und die ganze Steuerungstechnik bei der Bahn [...], aber es betrifft natürlich auch das rollende Material, das heißt, die Klimaanlage [für den Personenverkehr] funktionieren nicht mehr. [...]“ (07:20). Während des Gesprächs wurde daher gefordert, dass z.B. einerseits schneller auf Gefährdungen reagiert sowie erfolgreiche Umsetzungen aus Nachbarländern berücksichtigt werden müssen. Andererseits solle wie in anderen europäischen Ländern auch in Deutschland ein Verkehrsträger übergreifender, integrierter Ansatz verfolgt werden, „[...] um die Dinge auch rüber zu spielen von einem Verkehrsträger zum anderen. [...]“ (17:31), um so gegebenenfalls Ausfälle oder Versorgungsengpässe zu verhindern und die Resilienz gegenüber Vandalismus, Terrorismus, Cyberangriffen und Klima zu steigern (17:31).

Zusammenfassend wurde festgestellt, dass die Straßeninfrastruktur demnach an kritischen Stellen wie Tunnel- und Verkehrsleitzentralen widerstandsfähig ist, gleichzeitig klimawandelbedingte Ereignisse den Bestand gefährden und an Anpassungsoptionen gearbeitet werden muss. „[...] Und da brauche ich ganz objektspezifische Lösungen. Das kann ich nicht durch Regelwerke erschlagen, sondern da muss ich mir jeden Tunnel oder jede Großbrücke separat anschauen.“ (21:02).

5.3.2 Validierung der Elemente des Kriterienkatalogs

Vor dem Hintergrund dieser Bedingung galt es, zu überprüfen, ob die einzelnen Elemente des Kriterienkatalogs den nutzerspezifischen Anforderungen entsprechen. Als grundlegende Voraussetzung für Entscheidungshilfen in Anpassungsprozessen wurde vom Gesprächspartner festgestellt, dass diese sich grundsätzlich an den vier Fragen orientieren sollten: „Welche Bedrohungen wirken auf mein Bauwerk? Wo sind die Verwundbarkeiten? Welche Risiken ergeben sich daraus? Wie kann ich handeln? Das sind im Prinzip immer diese vier Schritte.“ [1:08:13].

Im Hinblick auf diese vier Fragen wurden anschließend die einzelnen Elemente validiert, welche auf einer Anpassungsplattform abgefragt werden sollten, um dem Nutzer seine Bedürfnisse aufzuzeigen und dem potenziellen Anbieter eine plausible Vorauswahl zu präsentieren, und fanden während des Interviews weitestgehend Zustimmung. So bestätigte der Gesprächspartner in der Kategorie „Nutzerkontext“ alle im Kriterienkatalog aufgelisteten Elemente ohne Einschränkung. Die Phase der Anpassung, die Zielgruppe sowie das Kompetenzniveau des sektoralen Nutzers würden eine wichtige Komponente darstellen und müssten demnach definiert werden (22:58, 23:08, 23:20). In der Kategorie „Objektkontext“ stimmte der Experte zu, dass die Verortung in einem bestimmten Sektor (22:48) als auch die geographische Abdeckung (24:30) abgefragt werden müsse. Ebenso sollte die zeitliche Abdeckung berücksichtigt werden, denn „Wenn einer sagt, die Brücke wird sowieso in zehn oder fünfzehn Jahren ersetzt, [das Jahr] 2100 interessiert mich jetzt für dieses Objekt nicht“ (23:38), dann „[...] würde [es zum Beispiel] wenig Sinn machen, wenn ich ein Bestandsbauwerk habe, das 70 Jahre alt ist, da irgendwas für 2100 herauszufinden. Da sagt der Betreiber „Ist ganz schön, aber ist am Thema vorbei.“ Damit ist das für ihn erledigt, negativ. Das Produkt wird er nicht anwenden können, das macht für ihn keinen Sinn.“ (24:02). Weitere unumgängliche Elemente, die für einen Entscheidungsprozess in der Klimawandelanpassung definiert und abgefragt werden sollten, sind diejenigen Klimavariablen und Auswirkungen, welche die Beeinträchtigung und potenzielle Gefährdung hervorrufen. Die Notwendigkeit, klimatische Variablen und mögliche Klimawandelauswirkungen zu erfragen, wurde im Interview ebenfalls ohne Einschränkung bestätigt (24:36).

In der Kategorie „Technischer Kontext“ wurde erfragt, welche technischen Umstände dazu führen, dass eine Plattform als praktikabel und einfach zu bedienen gewertet werden kann. Hinsichtlich der sprachlichen Komponente bestätigte der Gesprächspartner, dass eine Plattform oder grundsätzlich eine webbasierte Entscheidungshilfe im Sektor des Straßenwesens in

Deutschland auch in deutscher Sprache angeboten werden sollte: „Wenn Sie an unsere Straßenbauverwaltungen denken, müssen Sie das auf Deutsch haben. [...]“(1:17:11) und betonte dies wenig später erneut „[...] eine Straßenbauverwaltung spricht Deutsch und nur Deutsch [...]“ (1:21:56). Für den internationalen Kontext führte er weiter fort „[...] aus meiner Erfahrung [...] muss das von einem Muttersprachler [kommen], der auch im Kontext ist, also [zum Beispiel] entweder ein Ingenieur oder ein Klimatologe, der muss die Übersetzung zumindest prüfen. Weil, wenn Sie da ein paar falsche Begriffe ingenieurmäßig haben, dann ist das für den Ingenieur schon tot. [...] Die Fachbegriffe müssen 100 Prozent passen, sonst ist das nicht akzeptabel.“ (1:20:49). Daher würden Leitfäden in einigen Projekten in mindestens drei bis fünf Sprachen übersetzt werden, da die englische Sprache häufig als Verständigungsgrundlage nicht ausreiche (1:23:24). Aus diesem Grund würden beim Weltstraßenverband Übersetzungen mit hohem finanziellem und zeitlichem Aufwand angefertigt werden (1:17:11). Vor dem Hintergrund dieser Aussagen würde also die sprachliche Komponente zum grundsätzlichen Erfolg einer webbasierten Lösung wie beispielsweise einer Anpassungsplattform beitragen, weil es nicht wichtig sei, ob jedes Wort stimme oder ob der Satz hundert Prozent poetischen schön klänge, allerdings solle die richtige Wahl der Begriffe und eine fachlich saubere Formulierung gewährleistet sein (1:24:55) damit der Nutzer das Gefühl habe „[...] das ist meine Sprache, das ist meine Welt, meine Denke“ [...] (1:26:07).

Während des Gesprächs konnten weitere Elemente der Kategorie „Technischer Kontext“ thematisiert werden, z.B. die Frage, ob die Möglichkeit einer analogen Kontaktaufnahme, also eines sogenannten *Help Desks* gegeben sein sollte. Dies wurde vom Gesprächspartner bestätigt, indem er konstatierte, dass obwohl digitale Lösungen die Kommunikation auf internationaler Ebene vereinfachen und Reisekosten einsparen würden, er noch nicht sehe, „[...] dass man völlig auf diesen face-to-face[-Aspekt] verzichten kann. [...]“ (1:03:33). Im weiteren Verlauf wurde deutlich, dass dies auch auf Anpassungsplattformen übertragbar ist. So sei wahrscheinlich, dass eine Vorselektion durch digitale Lösungen unterstützt würde, es sei allerdings unwahrscheinlich, dass ein Akteur konkrete Aktivitäten aus dem Büro anordnet, ohne vor Ort zu sein (1:05:07). Zudem würde der menschliche Algorithmus sehr gut funktionieren, sodass ein Ingenieur, der an einer Vielzahl von Bauwerken gearbeitet hat, direkt Ideen habe, welche nicht durch digitale Lösungen abzubilden seien (1:05:38). Darüber hinaus muss jeweils die Konsequenz berücksichtigt werden, denn „[...] Wir reden nicht über eine Industrieproduktion, wo sie dann [...] mal eine Charge wegwerfen, wenn es dumm läuft. Sondern wir reden über die Sicherheit. Wenn man so Brückeneinstürze wie Genua sieht [...] das darf nicht passieren. [...] Dafür stehen wir gerade als Ingenieure, als Eigentümer und Betreiber, dass wir

die Sicherheit dessen, was wir bauen, auch garantieren und gewährleisten. [...]“ (1:05:38, 1:06:06). Letztendlich müsse ein Ingenieur den Prüfbericht unterschreiben und nicht eine webbasierte Lösung (1:07:02). Ein Tool könne demnach immer nur bis zu einer gewissen Ebene gehen und sei vor allem dann sinnvoll, wenn eine erste Vorauswahl von Elementen geliefert werde, die näher betrachtet werden sollten. Jedes Bauwerk in Deutschland sei anders, weshalb auch Bedrohungen von objektspezifischen Schwachstellen abhängig seien, „[...] und wenn ich dann ein spezifisches Objekt im Auge habe, dann mache ich es im Detail oder lasse es im Detail machen durch einen Consultant. [...] [Die] Feinanalyse [...] kann ein Tool nicht leisten und das soll es auch gar nicht. [...] Wenn eine zuverlässige Vorauswahl erfolgen kann [...] [und] ein Eigentümer sagt „Das ist für mich relevant“ und diese Vorauswahl ist wirklich gut und auch plausibel und funktioniert, dann hat ein Tool eigentlich schon gewonnen. [...]“ (1:10:25). Der Anspruch an eine Anpassungsplattform kann dementsprechend lediglich die Funktion eines Meta-Portals sein, welches eine Vorselektion von Elementen und Aussagen trifft, bevor anschließend im analogen Kontakt zwischen den verschiedenen Akteuren mit ihrem jeweiligen Fachwissen am konkreten Bauwerk entsprechende Anpassungsoptionen diskutiert werden.

Im Hinblick auf die Zugänglichkeit von Plattformen sowie einer potenziellen Registrierung konnte mithilfe des Interviews die Annahme widerlegt werden, dass es für den Nutzer praktikabel sei, sich zu registrieren, um zu einem späteren Zeitpunkt weitere Informationen einzuspeisen. Hierbei gilt es nämlich, die wohl scheinbar größte Hürde bei der Eingabe von objektspezifischen Informationen zu berücksichtigen, welche das Risiko des Missbrauchs von Objektinformationen darstellt. Je detaillierter die Angaben durch den Nutzer über sein spezifisches Objekt erfolgen, umso größer ist für ihn auch die Gefahr, dass die genau identifizierten Vulnerabilitäten in falsche Hände geraten und gegen den Nutzer verwendet werden könnten: „[...] kein Eigentümer [wird] ein reales Bauwerk eingeben [...] oder sogar noch den Objekt-namen nennen [...], weil das kann er nicht und darf er nicht und will er nicht, weil er nicht weiß, was mit den Informationen passiert. [...] Cyber[sicherheit] ist ein Riesenthema, Datenschutz ist ein Riesenthema, d.h. ein Tool [...] wird nur verwendet auf einer ganz abstrakten, sehr allgemeinen Ebene. [...] wenn Sie da sehr [...] spezifische Fragen haben, wird der Eigentümer sagen „Vergiss es, die Informationen gebe ich dir nicht.“ (25:13). Kein Nutzer würde relevante Informationen auf einer webbasierten Plattform eingeben, insbesondere nicht in solchen Sektoren, von denen insbesondere in Industrienationen das Leben einer Gesellschaft abhängt, wie der Wasser- oder Energieversorgung beispielsweise. Die Abfrage von Informationen in Prozessen der Klimawandelanpassung würde eher intern passieren oder zwischen

den entsprechenden Ländern auf bilateraler Ebene (32:26). Um Missbrauch von Daten und somit die Gefährdung von Infrastrukturen zu verhindern, wurden zwei Lösungsansätze für entsprechende Tools oder Meta-Portale genannt: sie könnten entweder in internen, Passwort geschützten Cloud-Systemen oder Bundesservern (34:30, 36:26, 36:59) sowie auf portablen Speichermedien (wie DVDs, CDs oder USB-Sticks) gespeichert werden. Neben dem Aspekt, dass somit nur vertrauenswürdige Akteure die notwendigen Informationen für den Anpassungsprozess erhalten würden, habe die Erfahrung gezeigt, dass frei zugängliche Online-Plattformen nicht praktikabel seien (25:13, 33:31). Im Hinblick auf portable Speichermedien muss jedoch auch berücksichtigt werden, dass diese Formate bereits wieder der Vergangenheit anzugehören scheinen, da die Computer in vielen Behörden kaum noch die Möglichkeit bereitstellen, die Medien einzulesen. Der Grund hierfür liege vor allem im Sicherheitsaspekt, da Software-Programme potenziell Computerviren enthalten können und lediglich definierte Geräte nach Prüfung und Analyse entsprechende Medien öffnen dürfen (37:26). Diese Randbedingungen würden dazu führen, dass der globale Wissensaustausch und die Zusammenführung von Klimainformationen und Infrastrukturinformationen, die nur zusammen zur Abschätzung von Anpassungsbedarf führen, erschwert würden und webbasierte Lösungen den Endnutzer nicht erreichen würden (27:49, 35:18).

Während der Validierung der einzelnen Elemente wurde als weitere Ergänzung des Kriterienkatalogs angemerkt, dass es wahrscheinlich sinnvoll wäre, das Baujahr des Infrastrukturobjekts zu nennen, um den Bezug zu den Regelwerken und Normen herzustellen, die dem Objekt zugrunde liegen (25:13). Darüber hinaus könnten Links zu beispielsweise Hintergrundinformationen, Anbietern oder anderen Tools an geeigneten Stellen eingefügt werden, um dem Nutzer die Möglichkeit zu geben, sich zu informieren, ohne unübersichtlich viele und gegebenenfalls überflüssige Aspekte darzustellen. Der Nutzer solle Zugriff auf bestimmte Informationen haben, wenn er möchte, dürfe aber nicht durch die Anzahl der Fragen abgeschreckt werden, die ihm gestellt würden (1:29:55). Daher sei die hohe Kunst bei einem Tool, dieses so zu gestalten, dass es grundsätzlich nicht zu viel und nicht zu wenig anbiete und mit entsprechenden Links Ergänzungen vorgenommen werden können (1:28:39, 1:30:40).

Neben der Vielzahl der Elemente und Fragen, die im Kriterienkatalog dargestellt wurden und im Gespräch als Erfolg versprechend bestätigt werden konnten, wurden also auch gleichzeitig Hindernisse und Kritikpunkte gegenüber webbasierten Klimadiensten wie Anpassungsplattformen genannt. So kann, wie bereits oben beschrieben, eine Plattform lediglich bis zu einem gewissen Grad in Entscheidungsprozessen Unterstützung leisten, da aus Sicherheitsgründen

keine detaillierte Angabe zum Objekt gemacht werden könne. Ein weiterer Kritikpunkt war bereits zuvor während der Plattform-Analyse aufgefallen und konnte an dieser Stelle durch den Interviewpartner bestätigt werden: in fast jeder Forschungs- oder Projektrichtlinie solle eine webbasierte Lösung als Endprodukt entstehen, womit unübersichtlich viele Tools existieren würden. Die Entwicklung von Tools käme bei den bewertenden Gremien gut an (27:49). Gleichzeitig impliziert dies, dass die einzelnen Lösungen stark forschungsgetrieben und demnach kaum für den realen Markt verwendbar seien. Ein weiteres Hindernis für den Erfolg einer Plattform hänge vom subjektiven Gefühl des Nutzers hinsichtlich des Designs ab, wie im Gespräch festgestellt wurde: „[...] Vieles [ist] auf der Gefühlsebene. Wenn ich schon das Tool aufmache und ich hab so ein Gefühl „Das ist semi-professionell oder spielt nicht in meiner Welt“, dann führt das nicht zu Akzeptanz [...]“ (1:23:24). Diese Feinebene, die im sprachlichen Bereich eine wichtige Rolle spiele (1:24:55), kann demnach auch auf weitere Bereiche übertragen werden. Insgesamt müsse die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine passen und die Informationen in einer adäquaten Menge sowie auf die konkrete Fragestellung transferiert vorliegen, damit eine Plattform genutzt werde (1:32:08, 1:33:19). Ein gelungenes Beispiel sei laut Gesprächspartner die US-amerikanische Plattform *Federal Highway Administration*⁴.

5.3.3 Ausblick: digitale Trends im Straßenwesen in NRW

Grundsätzlich wurde im Interview festgestellt: „[...] unsere Straße wird in Zukunft sehr viel digitaler werden. [...]“ (17:31). Dass dieser Trend bereits begonnen hat und die Vorteile der Digitalisierung auch im Straßenwesen genutzt werden sollen, zeigt sich an Pilotprojekten, wie dem *duraBAST*-Gelände, einer „[...] realitätsnahen Belastungseinrichtung [...] (44:38)“ der Bundesanstalt für Straßenwesen. Auf diesem sogenannten Demonstrations-, Untersuchungs- und Referenzareal, welches sich in der Nähe der Großstadt Köln befindet, werden die zukünftigen Herausforderungen aus Güterverkehrszunahme, Klimawandel, Energiewende und Rohstoffknappheit betrachtet und „[...] realitätsnahe Erprobungen im Maßstab 1:1 [durchgeführt]. Baustoffgemische, Bauweisen oder Bauverfahren werden zeitraffend belastet und so auf ihre Dauerhaftigkeit hin geprüft. Die erforderliche Zeitspanne von der Idee einer Innovation bis zu ihrem Regeleinsatz kann dadurch deutlich verkürzt werden.“ (DURABAST 2017) Hierzu würden Technologien wie u.a. Sensorik, Remote Sensing (u.a. Drohnen und stationäre Plattformen) und 3D-Modelle verwendet. „[...] Wir haben Scanner, die durch den Tunnel fahren, um jetzt Schäden zu identifizieren, [...] die uns dann im Lebenszyklus-Management helfen. [...]“ (39:18). *duraBAST* sei der Versuch, den Schritt vom Labor in die Realität zu

⁴ Online zu finden unter: <https://www.fhwa.dot.gov/> (zuletzt abgerufen am 03.09.2019).

machen, wohlwissentlich, dass die Klimaeinwirkungen in dieser Belastungsanlage zwar real sind, die Verkehrssituation jedoch nicht (43:33). Die Hoffnung derartiger Projekte zwischen Labor und Realität sei, dass dadurch Innovationen schneller auf die Straße gebracht werden könnten (50:22). Grundsätzlich muss dies jedoch durch die entsprechenden Rahmenbedingungen ermöglicht werden, was im Falle des *duraBAST*-Geländes passieren konnte: „[...] Ich meine, wir hatten Glück, dass da mal ursprünglich eine Bundesstraße geplant war, in diesem Kreuz [Anm. der Autorin: Autobahnkreuz Köln-Ost], aber nie realisiert wurde.“ (49:42). So sei der gesamte Prozess von der Vorüberlegung, über die Finanzierung, die Planfeststellung sowie die Umsetzung vergleichsweise einfach verlaufen, im Gegensatz zu anderen umfangreichen Genehmigungsverfahren in Deutschland (49:42, 50:02). Zudem sei *duraBAST* durch seine Lage direkt neben der Autobahn nah an der Realität und verhindere, dass in den fahrenden Verkehr eingegriffen werde und die Verkehrssicherheit beeinträchtigen könne: „Sie können nicht mit irgendeiner Idee in eine Autobahn gehen, wo 120.000 PKW oder Fahrzeuge drüber fahren pro Tag und dann fliegt nach drei Tagen irgendwas weg oder [...] Sie müssen reparieren, dann haben Sie riesige Staus, das können Sie nicht bringen. [...]“ (44:38). So entsteht ein Spannungsfeld zwischen der Gewährleistung der Verkehrssicherheit und Innovationen durch Digitalisierung, welches vergleichsweise klein gehalten werden soll (1:04:11). Im Vergleich zu anderen Ländern, in denen in den Verkehr eingegriffen wird, um bestimmte Neuerungen zu testen, würde sich in Deutschland relativ restriktiv verhalten werden aus Angst, im negativsten Falle gegebenenfalls eine Klage zu erhalten (46:37, 47:17, 47:45). Insgesamt wurde beispielsweise im Weltstraßenverband „[...] verstanden, worum es geht / es kommen so Begriffe, wie Big Data, Smart Data, Analytics, die kommen. Aber so ein PIARC [Anm. der Autorin: *Permanent International Association of Road Congresses* = Weltstraßenverband] ist natürlich auch ein Riesentanker, wenn der einmal in Fahrt ist, den werden Sie nicht auf engem Raum drehen. Aber man hat realisiert, dass man ohne diese Themen nicht mehr weiterkommt [...], wenn wir uns nicht massiv mit Digitalisierung befassen.“ (55:26). Zusammenfassend bedeute dies also einerseits, dass Regelwerke gut sind und Schutz bieten, andererseits die Auffassung vertreten werden könne, dass die Regelwerke die Innovation bremsen würden (48:23). Demnach müsse eine Kombination aus alten und neuen Technologien stattfinden und der Digitalisierung hinsichtlich der Klimawandelanpassung im Straßenwesen mehr und mehr Raum gegeben werden (1:07:02).

6 Fazit

6.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Der globale Trend der Erderwärmung kann nicht länger abgestritten werden, ebenso wenig wie die Zunahme von Extremwetterereignissen, die mit dem signifikanten Wandel des weltweiten Klimas einhergehen. Zahlreiche wissenschaftliche Studien, historische Messreihen und klimatologische Analysen vielfältiger internationaler Institutionen bestätigen diese Entwicklung, sodass die Notwendigkeit des Handelns unumgänglich wird. Immer häufiger wird daher nicht nur eine Verhinderung der Erderwärmung durch die Minderung von schädlichen Treibhausgasen verfolgt, sondern ebenso Anpassungsstrategien an die nicht mehr vermeidbaren negativen Auswirkungen des Klimawandels entwickelt.

Insbesondere in Lebensbereichen, welche die Grundlagen für die Funktion, die Versorgung sowie die soziale und wirtschaftliche Entwicklung einer Gesellschaft bilden, sind solche Maßnahmen besonders wichtig. Ein Beispiel für einen solchen Bereich stellt der Sektor der *Kritischen Infrastruktur* dar, welcher u.a. den Transport- und Verkehrssektor einschließlich des Straßenverkehrs umfasst. Diesem Sektor wird eine besondere Rolle zugesprochen, da die Klimawandelauswirkungen bestehende Straßeninfrastruktur gefährden, welche im Hinblick auf ihre elementaren Funktionen für die Versorgung, Entwicklung und Mobilität von Gesellschaften auch mit der Blutbahn für den menschlichen Körper verglichen wird. Funktionierende Verkehrswege und zur Verfügung stehende Transportmittel verbinden die ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Lebensbereiche, indem Standorte und Menschen miteinander vernetzt werden. Hierdurch werden u.a. Prozesse der Partizipation benachteiligter Gesellschaftsgruppen an wirtschaftlichen und politischen Entwicklungen ermöglicht, die Mobilität gefördert und die Voraussetzung für wirtschaftliche Aktivitäten geschaffen.

Vor dem Hintergrund des Klimawandels entstehen einerseits konkrete Bedrohungen für den Straßenverkehr und seine Funktion durch Hitzewellen oder Extremniederschläge. Diese führen zu direkten Schäden wie Blow-Ups und Risse in der Straßeninfrastruktur, aus welchen andererseits Risiken wie eine eingeschränkte Nutzungsmöglichkeit oder sogar die Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit resultieren. Neben Geschwindigkeitsbeschränkungen, welche als Erfolg versprechend gelten, um die Eintrittswahrscheinlichkeit von Risiken zu reduzieren, müssen weitere konkrete Anpassungsstrategien entwickelt werden. Insbesondere gilt es, die Vielzahl der bestehenden Straßenbauwerke, in den kommenden Jahren an die negativen Auswirkungen des Klimawandels anzupassen und resilienter zu gestalten.

Die Resilienz anderer Verkehrsträger verhält sich unterschiedlich: während die Infrastrukturen von Flughäfen eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber klimawandelbedingten Bedrohungen aufweisen, ist die Bahninfrastruktur stark anfällig und kann potenzielle Beeinträchtigungen aus dem Straßenverkehr nicht ausgleichen. Aus diesem Grund wird die Forderung nach einem integrierten, Verkehrsträger übergreifenden Ansatz immer stärker. Dieser wird in anderen europäischen Ländern bereits erfolgreich umgesetzt, während Deutschland in dieser Hinsicht hinter anderen Ländern zurückliegt. Zusammengefasst können die als *Kritische Infrastruktur* geltenden Tunnel- und Verkehrsleitzentralen in der Straßeninfrastruktur als robust und als nicht durch die negativen Folgen von Extremwetterereignissen gefährdet gewertet werden. Gleichzeitig existiert ein großer Bestand teils stark sanierungsbedürftiger Straßeninfrastruktur, für welchen objektspezifische Anpassungslösungen entwickelt werden müssen.

In dem Bewusstsein, dass sich das Klima verändert und, dass dies negative Auswirkungen auf Infrastrukturen hat, werden seit Beginn der 1980er Jahre Debatten über Anpassungsstrategien geführt und seither zahlreiche politische Übereinkünfte getroffen. Dazu zählen diverse Rahmenübereinkommen sowie u.a. der *Global Framework for Climate Services*. Dieser soll den Zugang zu relevanten und qualitativ hochwertigen Klimainformationen verbessern sowie die nutzergerechte Aufbereitung von Klimadaten und das Angebot fallspezifischer Klimadienstleistungen, sogenannter *Climate Services*, fördern. Diese Klimadienstleistungen umfassen die Erstellung, Übersetzung, Weitergabe und Nutzung unverarbeiteter Klimainformationen und existieren in vielfältigen Formaten. Insbesondere digitale Klimadienstleistungen in Form von webbasierten Anpassungsplattformen stellen eine immer bedeutendere Methode zum Sammeln und Teilen von Erfahrungen und Wissen dar. Solche virtuellen Räume in Form webbasierter Anpassungsplattformen überbrücken geographische Distanzen ohne großen finanziellen oder zeitlichen Aufwand, verbinden Akteure der Klimawandelanpassung miteinander, fördern so den umfassenden und schrittweisen Wissenstransfer in der Anpassung an den langfristigen Klimawandel und können als wichtige Entscheidungshilfe gelten, indem sie sektoralrelevante Klimainformationen bereit stellen.

Grundsätzlich stellte sich im Forschungsprozess der vorliegenden Arbeit heraus, dass weltweit eine fast unübersichtliche Vielzahl webbasierter Lösungen für Entscheidungsprozesse in der Klimawandelanpassung angeboten wird. Diese unterscheiden sich hinsichtlich ihres Grades der Nutzerorientierung signifikant voneinander, nur ein vergleichsweise geringer Anteil geht auf die Bedürfnisse der Nutzer ein, bietet nutzerorientierte Plattform-Elemente an und entsteht im Prozess der *Co-Production*.

Während der Analyse der globalen Landschaft von webbasierten Anpassungsplattformen konnten insgesamt 160 Plattformen identifiziert werden, davon 107 Plattformen für die einzelnen Kontinente mit Angebotsschwerpunkten in den USA (35 Plattformen), Europa (27 Plattformen) und Ozeanien (12 Plattformen) sowie weitere 53 Plattformen auf globaler Ebene. Dies impliziert, dass zwar einzelne Regionen (allen voran westliche Industrienationen) spezifische Aktivitäten durchführen, vor dem Hintergrund des Klimawandels als grenzüberschreitendes Phänomen globale Strategien jedoch eine logische Konsequenz darstellen.

Von den 107 Plattformen für die einzelnen Kontinente entstanden insgesamt 20 Anpassungsplattformen vor der Jahrtausendwende, 24 zwischen den Jahren 2000 und 2010, 37 Plattformen zwischen 2010 und 2015 sowie 26 Plattformen seit 2015. Damit hat der zahlenmäßig stärkste Anstieg an webbasierten Entscheidungshilfen in Form von Anpassungsplattformen zwischen den Jahren 2000 und 2015 stattgefunden. Somit kann die Annahme bestätigt werden, dass sich zwar bereits früh mit der Thematik von Wissensplattformen auseinandergesetzt wurde, aber seit der Implementierung des *GFCS* sowie der Klimakonferenz von Paris immer mehr webbasierte Plattformen als Mittel des Wissenstransfers entwickelt werden und v.a. Interaktionsmöglichkeiten zwischen Nutzer und Anbieter berücksichtigt werden. In Bezug auf die Akteure, welche die treibenden Kräfte hinter den Plattformen sind, lässt sich eine unübersichtliche Vielzahl von sowohl regierungsnahen als auch zivilgesellschaftlichen sowie unabhängigen Institutionen identifizieren, die es weiterführend zu untersuchen gilt.

Von den 53 auf globaler Ebene identifizierten Anpassungsplattformen zeigt sich ebenfalls eine Dominanz westlicher Institutionen, welche Wissensplattformen anbieten. Darüber hinaus spielen aber vor allem globale Zusammenschlüsse eine wichtige Rolle in der Bereitstellung webbasierter Ansätze in der Klimawandelanpassung (hier v.a. die *Vereinten Nationen* und Nicht-Regierungsorganisationen). In Bezug auf die Entstehungsjahre der Anpassungsplattformen auf globaler Ebene lässt sich festhalten, dass der der stärkste Anstieg nicht zwischen den Jahren 2000 und 2010 erfolgte (hier wurden lediglich 9 weitere Plattformen entwickelt), sondern seit 2011 bis zum aktuellen Jahr 2019. In den letzten acht Jahren entstanden insgesamt 38 Anpassungsplattformen, allein 18 Plattformen seit der Klimakonferenz im Jahr 2015. Dies impliziert, dass politische Übereinkünfte die Nutzerorientierung beeinflussen können.

Unter Anwendung der Bedingungen und Kriterien der *Co-Production* ergaben sich hinsichtlich der funktionalen Reichweite der zuvor identifizierten Plattformen zwei signifikante Ergebnisse: erstens verfügen Plattformen über eine Vielzahl angebotener, vor allem deskriptiver Formate mit unterschiedlichen Zwecken. Zweitens erfüllten von den zuvor insgesamt 160

identifizierten Plattformen ausschließlich 68 die Bedingungen einer nutzerorientierten Gestaltung. Damit konnten von den 107 Plattformen für die einzelnen Kontinente lediglich 49 als bidirektional gewertet werden, von 53 auf globaler Ebene ermittelten Anpassungsplattformen nicht mehr als 19 Plattformen. Im Anschluss an diese Eingrenzung erfüllten nur noch weitere 39 Plattformen das Kriterium, dass mindestens zwei spezifische Elemente miteinander kombinierbar sein müssen. Lediglich neun Anpassungsplattformen konnten als hochgradig nutzerorientiert und gelungen gewertet werden, da sie eine Schritt-für-Schritt-Anleitung durch den gesamten Prozess anboten.

Damit zeigt sich für die sechs *Co-Production*-Prinzipien (*inclusive, collaborative, flexible, decision-driven, process-based, time-managed*; siehe 3.4), dass nur ein geringer Anteil der Plattformen diese Kriterien verfolgt. Häufig fehlt die Verständnis-Ebene zwischen Nutzern und Anbietern, ebenso können die wenigsten Anpassungsplattformen aufgrund ihrer starren Struktur flexibel und spontan auf Nutzerbedürfnisse reagieren. Damit fehlt die Grundlage für die Formulierung ebendieser, welche für effektive Anpassungsoptionen notwendig sind. Des Weiteren fehlen häufig Kontaktmöglichkeiten für einen langfristigen und kontinuierlichen Austausch sowie den Aufbau gegenseitigen Vertrauens.

Ausgehend von den 68 bidirektionalen Plattformen, welche die *Co-Production*-Prinzipien in unterschiedlichem Umfang umsetzen, wurden diverse interaktiv wählbare Elemente identifiziert, aufgelistet und kategorisiert, die dazu beitragen, die Bedürfnisse der entsprechenden sektoralen Nutzer zu identifizieren. Der daraus abgeleitete Kriterienkatalog einschließlich der drei Kategorien „Nutzerkontext“, „Objektkontext“ und „technischer Kontext“ konnte im Experteninterview bestätigt werden. Damit ergaben sich hinsichtlich der ersten übergeordneten Forschungsfrage, wie das optimale Anforderungsprofil einer webbasierten Anpassungsplattform aussehen könnte, um maßgeschneiderte Optionen der Klimawandelanpassung bereitstellen zu können, folgende Kriterien.

Bei der potenziellen Entwicklung neuer webbasierter Anpassungsplattformen gilt es, zu berücksichtigen, dass die Phase der Anpassung, die Zielgruppe sowie das Kompetenzniveau des Nutzers beachtet werden. Darüber hinaus müssen für eine Ermittlung der nutzerorientierten Bedürfnisse der Sektor, die Objektart, die geographische und zeitliche Abdeckung, wichtige Klimavariablen und -folgen sowie Erfahrungswerte definiert werden. Zudem sollte der Zugang zu der webbasierten Entscheidungshilfe einfach sein, diese in verschiedenen Sprachen angeboten werden sowie die Möglichkeit einer analogen Kontaktaufnahme gegeben sein. In Ergänzung dazu wurde konstatiert, dass die Nennung des Baujahres der Infrastruktur sinnvoll

ist, damit der Bezug zu Regelwerken hergestellt werden kann. Außerdem wurde bestätigt, dass sich Links zu entsprechenden Hintergrundinformationen, Anbietern oder anderen Tools an geeigneten Stellen anbieten, um dem Nutzer die Möglichkeit zu geben, sich zu informieren, ohne unübersichtlich viele und gegebenenfalls überflüssige Aspekte darzustellen.

Als Hürde für den Erfolg einer webbasierten Anpassungsplattform wurden vor allem Sicherheitsgründe genannt. Dies bedeutet, dass sektorale Nutzer keine sensible Daten über ein Infrastrukturobjekt auf einer digitale Plattform eingeben, da sie in falsche Hände geraten könnten und sich damit angreifbar machen. Auch die unübersichtliche Vielzahl an webbasierten Lösungen sowie der eher forschungs- und weniger praxisorientierte Ansatz wurden kritisiert. Hinsichtlich der zweiten übergeordneten Forschungsfrage, inwiefern webbasierte Anpassungsplattformen einen Beitrag in der Klimawandelanpassung von Infrastruktur leisten können, lässt sich zusammenfassen, dass diese mittels verschiedener Elemente auf die Bedürfnisse des Nutzers eingehen sollten. Gleichzeitig können webbasierte Anpassungsplattformen immer nur bis zu einem bestimmten Punkt als Entscheidungshilfe in einem Anpassungsprozess agieren, da analoge Beratungen weiterhin einen großen Stellenwert aufweisen und aus Sicherheitsgründen keine digitale Lösung alle Bedürfnisse abdecken kann und soll.

Hinsichtlich des Stellenwerts der Digitalisierung im Straßensektor lässt sich abgesehen von Straßensektor-spezifischen Anpassungsplattformen ergänzen, dass die Digitalisierung in Zukunft eine immer größere Rolle spielen wird. Einzelne Pilotprojekte nutzen bereits digitale Technologien wie Sensorik, Drohnen, 3D-Modelle und Scanner, um Informationen zu gewinnen, die in der Klimawandelanpassung von Straßeninfrastruktur nützlich sein können. Insgesamt besteht im Straßensektor ein Spannungsfeld zwischen der Gewährleistung der Verkehrssicherheit und Innovationen durch die Digitalisierung. Globale Institutionen wie der Weltstraßenverband haben allerdings erkannt, dass bestehende Regelwerke zwar in rechtlichen Fragestellungen zweckdienlich sind, häufig jedoch die Innovation bremsen. Die Forderung für die Zukunft ist demnach eine Kombination aus alten und neuen Technologien, die für die Klimawandelanpassung von Infrastrukturen Erfolg versprechend sind.

6.2 Ausblick

Weiterer Forschungsbedarf ergab sich bei der Betrachtung der Akteure: so könnte beispielsweise eine detaillierte Auflistung der Akteure aller 160 Anpassungsplattformen durchgeführt sowie ihre jeweiligen Motive untersucht werden. Die treibenden Kräfte hinter den Anpassungsplattformen wurden in dieser Arbeit lediglich oberflächlich betrachtet, da dies den Umfang der Arbeit überschritten hätte. Zudem würde es sich anbieten, die identifizierten Kriterien in einem langfristigen Prozess in Straßenbauverwaltungen vorzustellen und weiteres Feedback zur Nutzbarkeit einzufordern.

Die vorliegende Masterarbeit hatte zum Ziel herauszufinden, inwiefern webbasierte Anpassungsplattformen einen Beitrag in der Klimawandelanpassung von Infrastruktur leisten können und wie das optimale Anforderungsprofil für maßgeschneiderte Anpassungsoptionen aussehen sollte. Diese Ziele konnten erfüllt werden, indem eine Aktualisierung der globalen Landschaft webbasierter Anpassungsplattformen durchgeführt und Elemente der *Co-Production* identifiziert wurden. Dabei gilt, dass der Megatrend der Digitalisierung einen Beitrag in der Klimawandelanpassung leisten kann, wenn die Bedürfnisse der sektoralen Nutzer berücksichtigt werden. Welche Elemente es dafür benötigt, wurde umfassend dargestellt sowie weitere Perspektiven eröffnet, was die Digitalisierung im konkreten Sektor des Straßenverkehrs bereithält (vgl. 5.2 und 5.3). Die vorliegende Masterarbeit konnte demnach bereits eine Reihe von aktuellen Fragen beantworten und gleichzeitig die Grundlage für weiterführende spannende Forschungen in der Klimawandelanpassung von Infrastruktur liefern.

Quellenverzeichnis

- ❖ AMERIKA21 (vom 18.06.2019): *Ursache für historischen Stromausfall in Argentinien und Uruguay bleibt ungewiss*. Online unter: <https://amerika21.de/2019/06/227777/argentinien-uruguay-stromausfall> (zuletzt abgerufen am 15.09.2019).
- ❖ BESSEMBINDER, J. & STREET, R. & THEMEBL, M. & BAÑOS DE GUIASOLA, E. & DECLUSE, P. & BENESTAD, R. (2012): *Guidance to support the identification and assessment of users' requirements*. 33 S. Online unter: http://www.climate-services.org/wp-content/uploads/2015/05/jpi2012_assessment_of_users_requirements.pdf (zuletzt abgerufen am 10.09.2019).
- ❖ BRUNEAU, M. & CHANG, S.E. & EGUCHI, R.T. & LEE, G.C. & O'ROURKE, T.D. & REINHORN, A.M. & SHINOZUKA, M. & TIERNEY, K. & WALLACE, W.A. & VON WINTERFELDT, D. (2003): A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. In: *Earthquake Spectra*, Vol. 19, No. 4, S. 733-752.
- ❖ BUNDESAMT FÜR BEVÖLKERUNGSSCHUTZ UND KATASTROPHENHILFE, BBK (2019): *Kritische Infrastrukturen*. Online unter: https://www.bbk.bund.de/DE/AufgabenundAusstattung/KritischeInfrastrukturen/kritischeinfrastrukturen_node.html (zuletzt abgerufen am 4.4.2019).
- ❖ BUNDESAMT FÜR SICHERHEIT IN DER INFORMATIONSTECHNIK & BUNDESAMT FÜR BEVÖLKERUNGSSCHUTZ UND KATASTROPHENHILFE, BSI/BBK (2019): *Sektoren und Branchen Kritischer Infrastrukturen*. Online unter: https://www.kritis.bund.de/SubSites/Kritis/DE/Einfuehrung/einfuehrung_node.html (zuletzt abgerufen am 29.04.2019).
- ❖ BUNDESANSTALT FÜR STRAßENWESEN (BASt) (2019): *Aufgaben, Leitbild und Geschichte*. Online unter: https://www.bast.de/BASt_2017/DE/BASt/BASt_node.html; [jsessionid=471FB0EC3B1427EB0BBF7A7B44310962.live11291](https://www.bast.de/BASt_2017/DE/BASt/BASt_node.html) (zuletzt abgerufen am 06.09.2019).
- ❖ BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ & BUNDESAMT FÜR JUSTIZ, BMJV/BfJ (vom 22.04.2016): *Verordnung zur Bestimmung Kritischer Infrastrukturen nach dem BSI-Gesetz (BSI-Kritisverordnung, BSI-KritisV) vom 22. April 2016*. Online unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/bsi-kritisv/BJNR095800016.html> (zuletzt abgerufen am 13.09.2019).
- ❖ BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT, BMU (2017): *Kyoto-Protokoll*. Online unter: <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/internationale-klimapolitik/kyoto-protokoll/> (zuletzt abgerufen am 16.09.2019).
- ❖ BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT, BMU (2019): *Antworten an Klimaskeptiker*. Online unter: <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/klimaskeptiker/> (zuletzt abgerufen am 25.04.2019).
- ❖ BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE, BMWi (2019): *Abkommen von Paris*. Online unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/klimaschutz-abkommen-von-paris.html> (zuletzt abgerufen am 16.09.2019).

- ❖ BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG, BMZ (2019): *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)*. Online unter: http://www.bmz.de/de/ministerium/wege/bilaterale_ez/akteure_ez/einzelakteure/giz/index.html (zuletzt abgerufen am 04.09.2019).
- ❖ BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG, BMZ (2019a): *Die globalen Ziele für Nachhaltige Entwicklung. Ziel 9*. Online unter: https://www.bmz.de/de/ministerium/ziele/2030_agenda/17_ziele/ziel_009_infrastruktur/index.html (zuletzt abgerufen am 18.09.2019).
- ❖ BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG, BMZ (2019b): *Der Weg zur Agenda. Die Nachhaltigkeitsagenda und die Rio-Konferenzen*. Online unter: http://www.bmz.de/de/ministerium/ziele/2030_agenda/historie/rio_plus20/index.html (zuletzt abgerufen am 12.09.2019).
- ❖ BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG, BMZ (2019c): *Agenda 2030. 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung*. Online unter: https://www.bmz.de/de/ministerium/ziele/2030_agenda/17_ziele/index.html (zuletzt abgerufen am 18.09.2019).
- ❖ BUONTEMPO, C. & HANLON, H.M. & SOARES, M.B. & CHRISTEL, I. & SOUBEYROUX, J.-M. & VIEL, C. & CALMANTI, S. & BOSI, L. & FALLOON, P. & PALIN, E.J. & VANVYVE, E. & TORRALBA, V. & GONZALEZ-REVIRIEGO, N. & DOBLAS-REYES, F. & POPE, E.C.D. & NEWTON, P. & LIGGINS, F. (2017): *What have we learnt from EUPORIAS climate service prototypes?* In: *Climate Services* 9 (2018), 21-32.
- ❖ BUONTEMPO, C. & HEWITT, C. (2018): *EUPORIAS and the development of climate services*. In: *Climate Services* 9 (2018), 1-4.
- ❖ CLIMATE SERVICE CENTER GERMANY, GERICS (2018): *Delegation aus Taiwan zu Besuch beim GERICS*. Aktuelles und Veranstaltungen, Bericht vom 26.04.2018. Online unter: https://www.gerics.de/about/news_and_events/news/075743/index.php.de (zuletzt abgerufen am 24.05.2019).
- ❖ CLIMATE SERVICE PARTNERSHIP (2019): *What are Climate Services?* Online unter: <http://www.climate-services.org/about-us/what-are-climate-services/> (zuletzt abgerufen am 27.05.2019).
- ❖ CO-DESIGNING THE ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE COSTS, COACCH (2018): *The Economic Cost of Climate Change in Europe: Synthesis Report on State of Knowledge and Key Research Gaps*. In: *Policy Brief by the COACCH project* (Hg.): WATKISS, P. & TROELTZSCH, J. & MCGLADE, K. Online unter: <https://www.coacch.eu/policy-briefs/> (zuletzt abgerufen am 30.04.2019).
- ❖ COMPUTERWORLD (2007): *Lexikon. Aktuelle Fachbegriffe aus Informatik und Telekommunikation. Boolesche Operatoren*. vdf Hochschulverlag AG, 475 S.
- ❖ DEUTSCHES KLIMAPORTAL (2019): *Thema: Der Deutsche Klimadienst – DKD*. Online unter: https://www.deutschesklimaportal.de/DE/Themen/4_DKD/DKD.html (zuletzt abgerufen am 16.09.2019).

- ❖ DEUTSCHES KLIMAVORSORGEPORTAL, KLIVo (2019): *Allgemeine Fragen zum Klimavorsorgeportal „KliVo“/FAQ*. Online unter: https://www.klivportal.de/DE/FAQ/faq_node.html (zuletzt abgerufen am 24.05.2019).
- ❖ DEUTSCHER WETTERDIENST, DWD (2019): *Zeitreihen und Trends. Temperatur, Deutschland, Jahr 1881-2018*. Online unter: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html;jsessionid=DB82E8BE5EF440600D83F613DE799334.live2072?nn=344886#buehneTop> (zuletzt abgerufen am 25.04.2019).
- ❖ DIEDERICH, K. (2018): *Die Sustainable Development Goals als effektive Entwicklungsstrategie? Wahrnehmung, Umsetzung und Herausforderungen von Ziel 13 in Nordghana*. Global Studies Working Paper, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Universität Tübingen. 163 S. Online unter: <https://publikationen.uni-tuebingen.de/xmlui/handle/10900/83008> (zuletzt abgerufen am 18.09.2019).
- ❖ DURABAST (2017): *Demonstrations-, Untersuchungs- und Referenzareal der BASt*. Online unter: https://www.durabast.de/durabast/DE/Home/home_node.html (zuletzt abgerufen am 05.09.2019).
- ❖ ERNST, C. & BLAHA, K. (2015): *Decision support tools for climate change planning*. The Trust for Public Land. Climate-Smart Cities. 86 S. Online unter: <https://www.adaptationclearinghouse.org/resources/climate-smart-cities-decision-support-tools-for-climate-change-planning.html> (zuletzt abgerufen am 10.09.2019).
- ❖ EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2015): *Overview of climate change adaptation platforms in Europe*. EEA Technical Report, No 5/2015. Online unter: <https://www.eea.europa.eu/publications/overview-of-climate-change-adaptation> (zuletzt abgerufen am 10.09.2019).
- ❖ EUROPÄISCHE KOMMISSION (2013): *Eine EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel*. Online unter: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0216:FIN:DE:PDF> (zuletzt abgerufen am 17.09.2019).
- ❖ FH ZENTRALSCHWEIZ, HOCHSCHULE LUZERN (2019): *Werkzeugkasten zum Umgang mit Informationen*. Online unter: <https://blog.hslu.ch/ikwerkzeugkasten/was-ist-mit-informationskompetenz-gemeint/recherchetricks-suchfunktionen/> (zuletzt abgerufen am 04.09.2019).
- ❖ FICHTNER, C. & SAVELSBERG, J. & BUTH, M. (2014): *Kritische Infrastrukturen im Klimawandel. Verwundbarkeit und Anpassung – Forschung des Netzwerkes Vulnerabilität*. Online unter: <https://www.adelphi.de/de/publikation/kritische-infrastrukturen-im-klimawandel> (zuletzt abgerufen am 25.04.2019).
- ❖ FLICK, U. (2019): *Gütekriterien qualitativer Sozialforschung*. In: Baur, N. & Blasius, J. (Hrsg.): *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Fachmedien. 1522 S.
- ❖ GEBHARDT, H. & GLASER, R. & RADTKE, U. & REUBER, P. (2011): *Geographie: physische Geographie und Humangeographie*. Heidelberg: Springer Spektrum. 1328 S.

- ❖ GIULIANI, G. & NATIVI, S. & OBREGON, A. & BENISTON, M. & LEHMANN, A. (2017): *Spatially enabling the Global Framework for Climate Services. Reviewing geospatial solutions to efficiently share and integrate climate data & information*. In: Climate Services 8 (2017), 44-58.
- ❖ GLÄSER, J. & LAUDEL, G. (2009): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. 3. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. 347 S.
- ❖ GOEL, U. (2005): *Was bedeutet eigentlich virtueller Raum?* Online unter: <http://www.urmila.de/UDG/Forschung/raum.html> (zuletzt abgerufen am 18.09.2019).
- ❖ HALBMEYER, E. & SALAT, J. (2011): *Qualitative Methoden der Kultur- und Sozialanthropologie. Theoretisches bzw. gezieltes Sampling*. Institut für Kultur- und Sozialanthropologie, Universität Wien. Online unter: <https://www.univie.ac.at/ksa/elearning/cp/qualitative/qualitative-9.html> (zuletzt abgerufen am 04.09.2019).
- ❖ HAMIL, M. (2012): *Climbing the Seven Summits: A Comprehensive Guide to the Continents' Highest Peaks*. Seattle, WA: The Mountaineers Books. 352 S.
- ❖ HELFFERICH, C. (2019): *Leitfaden- und Experteninterviews*. In: BAUR, & BLASIUS, J. (2019): *Methoden der Empirischen Sozialforschung*. Heidelberg/Berlin: Springer-Verlag. 1522 S.
- ❖ HÜTTL, R.F. & BENS, O. & SCHNEIDER, B.U. (2012): *Klimaänderung im System Erde. Minde rung oder Anpassung?* In: System Erde, Vol. 2 (1). S. 6-11.
- ❖ INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2018): *Global Warming of 1.5°C. Summary for Policymakers*. Online unter: <https://www.de-ipcc.de/256.php> (zuletzt abgerufen am 25.04.2019).
- ❖ KLIMAFAKTEN.DE (2019): *Fakt ist ...* Online unter: <https://www.klimafakten.de/fakten-statt-behauptungen/fakt-ist> (zuletzt abgerufen am 30.04.2019).
- ❖ KUHLMANN, A. (2014): *Zahlungsbereitschaft (Willingness-to-pay)*. In: Lexikon Gesundheitsökonomie. Gesundheitsökonomie & Qualitätsmanagement. Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag KG. Vol. 19 (2): 52.
- ❖ LEGEWIE, H. (2004): *Vorlesungen zur qualitativen Diagnostik und Forschung*. 11. Vorlesung: Qualitative Forschung und der Ansatz der *Grounded Theory*. Vorlesungsskript, S. 12. Online unter: <http://www.ztg.tu-berlin.de/download/legewie/Dokumente/downloads.htm> (zuletzt abgerufen am 04.09.2019).
- ❖ LEVITUS, S. & ANTONOV, J.I. & BOYER, T.P. & BARANOVA, O.K. & GARCIA, H.E. & LOCARNINI, R.A. & MISHONOV, A.V. & REAGAN, J.R. & SEIDOV, D. & YAROSH, E.S. & ZWENG, M.M. (2012): *World ocean heat content and thermocline sea level change (0-2000 m), 1955-2010*. In: Geophysical Research Letters, Vol. 39 (10). Online unter: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2012GL051106> (zuletzt abgerufen am 25.04.2019).
- ❖ MAHAMMADZADEH, M. & CHRISCHILLES, E. & BIEBELER, H. (2013): *Klimaanpassung in Unternehmen und Kommunen. Betroffenheiten, Verletzlichkeiten und Anpassungsbedarf*. Institut der deutschen Wirtschaft Köln medien GmbH, 187 S.
- ❖ MEADOWS, D. & MEADOWS, D. & RANDERS, J. & BEHRENS III, W.W. (1972): *The Limits to Growth*. Universe Books. 183 S.

- ❖ MERKUR (vom 19.06.2019): *Nach Mega-Stromausfall in Südamerika: Könnte ein kompletter Blackout auch hierzulande passieren?* Online unter: <https://www.merkur.de/welt/suedamerika-stromausfall-droht-blackout-auch-in-deutschland-zr-12493322.html> (zuletzt abgerufen am 14.09.2019).
- ❖ MINIBÖCK, V. (2017): *Gleiche Suchanfrage, unterschiedliche Ergebnisse. Woran liegt's?* Online unter: <https://w-em.com/blog/gleiche-suchanfrage-unterschiedliches-ergebnisse/> (zuletzt abgerufen am 23.09.2019).
- ❖ MUCKEL, P. & MASCHWITZ, A. & VOGT, S. (2017): *Was ist eigentlich Grounded Theory? Oder: Was ich immer schon einmal über Grounded Theory wissen wollte.* Mitschrift einer Audio-Podcast-Serie. Online unter: http://oops.uni-oldenburg.de/3205/1/Grounded%20Theory_Muckel-Maschwitz-Vogt.pdf (zuletzt abgerufen am 04.09.2019).
- ❖ NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION, NASA (2019): *GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP v3).* Goddard-Institute for Space Studies. Online unter: <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/> (zuletzt abgerufen am 25.04.2019).
- ❖ NATZSCHKA, H. (2011): *Straßenbau, Entwurf und Bautechnik.* 3. vollständige, überarbeitete Ausgabe. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag. 580 S.
- ❖ NIKOGOSIAN, C. & KRINGS, S. (2019): *Anpassung an den Klimawandel – Herausforderung für den Bevölkerungsschutz.* In: BBK - Klimawandel und Bevölkerungsschutz 02/2019, S. 2-5. Online unter: https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/BBK/DE/2019/06/BevS_Magazin_2_19.html (zuletzt abgerufen am 16.09.2019).
- ❖ ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, OECD (2018): *Climate-Resilient Infrastructure.* Policy Perspectives. OECD Environment Policy Paper No. 14. Online unter: https://www.oecd-ilibrary.org/environment/climate-resilient-infrastructure_4fdf9eaf-en (zuletzt abgerufen am 29.04.2019).
- ❖ PALMER, M.D. & HAINES, K. & TETT, S.F.B. & ANSELL, T.I. (2007): *Isolating the signal of ocean global warming.* In: Geophysical Research Letters, Vol. 34 (23). Online unter: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2007GL031712> (zuletzt abgerufen am 25.04.2019).
- ❖ PALUTIKOF, J.P. & STREET, R.B. & GARDINER, E.P. (2019): *Decision support platforms for climate change adaptation.* In: Climatic Change, Vol. 153, No. 4, 459-476.
- ❖ PC-WELT (vom 13.04.2009): *Google-Suche berücksichtigt IP-Adresse.* Online unter: <https://www.pcwelt.de/news/Internet-Google-Suche-beruecksichtigt-IP-Adresse-308742.html> (zuletzt abgerufen am 23.09.2019).
- ❖ PORTER, J.J. & DESSAI, S. (2017): *Mini-me: Why do climate scientists 'misunderstand users and their needs?* In: Environmental Science and Policy, Vol 77. 9-14.
- ❖ PRESSE- UND INFORMATIONSAMT DER BUNDESREGIERUNG (2011): *Das Kyoto-Protokoll.* Online unter: <https://www.bundesregierung.de/statisch/klimakonferenz/Webs/Breg/un-klimakonferenz/DE/Kyoto-Protokoll/kyoto-protokoll.html> (zuletzt abgerufen am 17.09.2019).
- ❖ PRZYBORSKI, A. & WOHLRAB-SAHR, M. (2014): *Qualitative Sozialforschung. Ein Arbeitsbuch.* 4. Auflage. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH. 403 S.

- ❖ REUSSER, D. E. & WROBEL, M. & NOCKE, T. & STERZEL, T. & FÖRSTER, H. & KROPP, J.P. (2011): *Presentation of uncertainties on web platforms for climate change information*. In: *Procedia Environmental Sciences*, Vol. 7, 80-85. Online unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029611001423> (zuletzt abgerufen am 10.09.2019).
- ❖ SCHARTE, B. & HILLER, D. & LEISMANN, T. & THOMA, K. (2014): *Einleitung*. In: Thoma, K. (Hrsg.): „*Resilience-by-Design*“. *Strategie für die technologischen Zukunftsthemen*. Acatech Studie, April 2014. Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 144 S.
- ❖ SPEKTRUM (2019a): *Lexikon der Neurowissenschaft. Unidirektionale Informationsübertragung*. Online unter: <https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/unidirektionale-informationsuebertragung/13426> (zuletzt abgerufen am 05.9.2019).
- ❖ SPEKTRUM (2019b): *Lexikon der Neurowissenschaft. Bidirektionale Informationsübertragung*. Online unter: <https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/bidirektionale-informationsuebertragung/1463> (zuletzt abgerufen am 05.09.2019).
- ❖ STREET, R.B. (2015): *Towards a leading role on climate services in Europe. A research and innovation roadmap*. In: *Climate Services 1* (2016), 2-5.
- ❖ STREET, R. (2016): *Challenges for adaptation platforms*. *AdaptationFutures - Climate Adaptation Platforms in Action and Networks*, May 2016. Online unter: <https://www.climateadaptationservices.com/en/af2016/> (zuletzt abgerufen am 18.09.2019).
- ❖ STREET, R.B. & BUONTEMPO, C. & MYSIAK, J. & KARALI, E. & PULQUÉRIO, M. & MURRAY, V. & SWART, R. (2018): *How could climate services support disaster risk reduction in the 21st century*. In: *International Journal of Disaster Risk Reduction* 34 (2019), 28-33.
- ❖ STUTTGARTER NACHRICHTEN, STN (vom 21.03.2019): *Die Alarmglocken schrillen*. Online unter: <https://www.stuttgarter-nachrichten.de/inhalt.strassenschaeden-in-stuttgart-die-alarmglocken-schrillen.19e483d1-ac93-4203-a868-1bc21c787ee0.html> (zuletzt abgerufen am 06.09.2019).
- ❖ SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS KNOWLEDGE PLATFORM, SDG-KP (2019a): *Sustainable Development Goal 9*. Online unter: <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg9> (zuletzt abgerufen am 18.09.2019).
- ❖ SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS KNOWLEDGE PLATFORM, SDG-KP (2019b): *Sustainable Transport*. Online unter: <https://sustainabledevelopment.un.org/topics/sustainabletransport> (zuletzt abgerufen am 18.09.2019).
- ❖ THE ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT LIMITED (2019): *The critical role of infrastructure for the Sustainable Development Goals. Supported by UN-OPS*. Online unter: <https://sustainabilityresponse.economist.com/critical-role-of-infrastructure-for-the-sustainable-development-goals/> (zuletzt abgerufen am 01.05.2019).
- ❖ UMWELTBUNDESAMT, UBA (2017): *Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UN FCCC)*. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/internationale-eu-klimapolitik/klimarahmenkonvention-der-vereinten-nationen-unfccc> (zuletzt abgerufen am 12.09.2019).

- ❖ UMWELTBUNDESAMT, UBA (2018): *Deutsche Anpassungsstrategie*. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-auf-bundesebene/deutsche-anpassungsstrategie#textpart-1> (zuletzt abgerufen am 17.09.2019).
- ❖ UNITED NATIONS, UN (2019): *The Sustainable Development Goals Report 2019*. Online unter: <https://public.wmo.int/en/media/news/climate-action-central-sustainable-development-goals> (zuletzt abgerufen am 18.09.2019).
- ❖ UNFCCC (2019a): *National Adaptation Plans*. Online unter: <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/workstreams/national-adaptation-plans> (zuletzt abgerufen am 16.09.2019).
- ❖ UNFCCC (2019b): *Nationally Determined Contributions (NDCs)*. Online unter: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs> (zuletzt abgerufen am 17.09.2019).
- ❖ UNRIC (2019): *Wichtige Fakten zur Klimakonvention und zum Kyoto-Protokoll*. Regionales Informationszentrum der Vereinten Nationen für Westeuropa. Verbindungsbüro in Deutschland. Online unter: <https://www.unric.org/de/pressemitteilungen/4347> (zuletzt abgerufen am 17.09.2019).
- ❖ VINCENT, K. & DALY, M. & SCANNELL, C. & LEATHES, B. (2018): *What can climate services learn from theory and practice of co-production?* In: *Climate Services* 12 (2018), S. 48-58.
- ❖ VORNHOLZ, G. (2019): *Auswirkungen auf den Produktlebenszyklus von Immobilien*. In: *Digitalisierung der Immobilienwirtschaft*. Oldenbourg: Walter de Gruyter GmbH & Co KG. 244 S.
- ❖ WEFERS, D. (2018): *Personalberatung im Wandel. Der Einfluss der Digitalisierung auf die Personalberatungsbranche*. Hamburg: disserta Verlag, 192 S.
- ❖ WELTKLIMABERICHT 2014 (vom 26.09.2013): *Zwei-Grad-Ziel*. Online unter: <http://www.ipcc14.de/kommentare/35-glossar/z/99-zwei-grad-ziel> (zuletzt abgerufen am 16.09.2019).
- ❖ WORLD ECONOMIC FORUM (2019): *Global Risk Report 2019*, 14th Edition. Online unter: <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2019> (zuletzt abgerufen am 25.04.2019).
- ❖ WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, WMO (1979): *Proceedings of the World Climate Conference. A conference of experts on climate and mankind*. WCC-1, Genf, 12-23. Februar 1979. Online unter: https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=6319#.XX-nVGbgqWs (zuletzt abgerufen am 16.09.2019).
- ❖ WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, WMO (2014a): *Implementation Plan of the Global Framework for Climate Services (GFCS)*. Online unter: https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=20047#.XX--U2bgqWs (zuletzt abgerufen am 16.09.2019).

- ❖ WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, WMO (2014b): *Annex to the Implementation Plan of the Global Framework for Climate Services – User Interface Platform Component*. Online unter: https://gfcs.wmo.int/sites/default/files/Components/Capacity%20Development//GFCS-ANNEXES-CD-FINAL-14143_en.pdf (zuletzt abgerufen am 18.09.2019).
- ❖ WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, WMO (2019): *What is the Global Framework for Climate Services and what will it accomplish?* Online unter: <http://www.gfcs-climate.org/node/219/> (zuletzt abgerufen am 16.09.2019).
- ❖ WROBEL, M. & COSTA, L. & LISSNER, T. & MONEO LAÍN, M. & WEIB, T. (2010): *A review of user interface conventions in web applications for climate change information*. Brigham Young University, International Congress on Environmental Modelling and Software. Ottawa, Ontario (July 2010). Online unter: https://www.researchgate.net/publication/265284188_A_review_of_user_interface_conventions_in_web_applications_for_climate_change_information (zuletzt abgerufen am 10.09.2019).
- ❖ ZIERVOGEL, G. & CARTWRIGHT, A. (2011): *The Use of Climate Science in Agricultural Adaptation in Africa*. S. 123. In: FUJIKURA, R. & KAWANISHI, M. (ed.): *Climate Change Adaptation and International Development: Making Development Cooperation More Effective*. Routledge, 416 S.

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Forschungsprojektarbeit selbständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und wörtlich sowie inhaltlich übernommene Stellen eindeutig gekennzeichnet habe.

Diese Arbeit war weder vollständig noch in wesentlichen Teilen Gegenstand eines anderen Prüfungsverfahrens.

Tübingen, den 02. Oktober 2019

Kristin Diederich

Anhang: Transkription des Experteninterviews

Interview mit einem Experten der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) am 30.07.2019

BEGINN DER AUFNAHME

00:00

[kurzes Vorgespräch]

00:08

Ich kann Ihnen ja einfach noch einmal vorstellen, was genau das Thema ist und worum es geht. Die übergeordnete Frage ist im Prinzip, inwiefern Digitalisierung bei der Klimawandelanpassung von Kritischen Infrastrukturen helfen kann. Das ist jetzt ein Riesenthema.

00:23

Direkt die Nachfrage: was verstehen Sie unter Kritischen Infrastrukturen?

00:27

Die neun Sektoren, die vom BBK tatsächlich auch definiert sind und deswegen auch der Transportsektor mit dem Straßenwesen als ein Sektor davon.

00:35

Wobei wir ja im Straßenbereich keine Kritische Infrastruktur sind, mit Ausnahme der Tunnelleitzentralen. Die Straße selbst (...) sprich Brücke, Tunnel, ist ja nicht als Kritische Infrastruktur an sich definiert.

00:58 Da geht es dann um die Transportprozesse, die sich verzögern.

01:02 Da geht es um die Transportprozesse bzw. definiert sind als Kritische Infrastruktur die Tunnel- und Verkehrsleitzentralen der Bundesfernstraßen. Wobei wir da aber mit Anpassung an den Klimawandel, naja, Erneuerbare Energie kann schon sein, aber eher weniger zu tun haben. Insofern Kritische Infrastruktur ist immer schwierig für uns, weil Energie / da brauchen wir nicht drüber reden. Heute war in der FAZ ein Artikel über Stromausfälle [in den] USA und Extremwetter bzw. extreme Temperaturen. Das ist Kritische Infrastruktur. Aber, wenn eine Brücke oder eine Fahrbahnbefestigung nicht mehr funktioniert auf Grund von Hitzewellen, dann ist das definitionsgemäß nach kritischer Ordnung keine Kritische Infrastruktur. Das müssen Sie, glaube ich, ein bisschen auseinander nehmen. Nicht, dass Sie die Straße an sich als Kritische Infrastruktur einordnen. Da müssen Sie nochmal die Verordnung lesen, da gibt es so eine Tabelle, da stehen nämlich die Leitzentralen drin.

02:28 Okay, dann werde ich da nochmal nachschauen. Ich hatte wie gesagt die 9 Sektoren mit den 27 Unterkategorien sind es, glaube ich, da fiel die Straße in dem Fall dann auch rein.

02:36 Das ist richtig, aber es ist nicht die Straße insgesamt. Da müssen Sie nochmal, damit das sauber ist, genau aufsplitten, was Sie denn meinen. Wie gesagt, wir sind mit den Leitzentralen, wir mit den Tunnelleitzentralen eine Kritische Infrastruktur. Daraus ergeben sich dann ja auch Pflichten für die Eigentümer und Betreiber. Aber genau da sehe ich in Richtung Anpassung, Richtung Mitigation, da sind wir bei der gesamten Infrastruktur sicherlich. Aber Richtung Anpassung jetzt nicht / da spielt glaube ich nicht die Musik. Nur zur Einordnung, ich will Sie da nicht korrigieren.

03:20 Nein, das ist sehr sehr hilfreich, vielen Dank. Trotzdem würde ich gerne auf das Straßenwesen jetzt heute in unserem Gespräch eingehen als ein Sektor, der dann ja doch auch betroffen ist vom Kli-

mawandel und auch in der *Deutschen Anpassungsstrategie* als ein Schwerpunktthema definiert wurde. Vielleicht noch ganz kurz zu dem Hintergrund des Themas Digitalisierung, digitale Lösungen: in dem Vorhaben, in dem ich Praktikum gemacht habe, wird gerade durch Kollegen eine globale Plattform entwickelt für maßgeschneiderte Klimadienste. Der Ausgangspunkt ist ja immer, dass sektorale Nutzer bestimmte Klimainformationen brauchen, diese häufig nicht zugänglich sind, etc. Und dementsprechend soll jetzt unter anderem mit diesem *ClinfoMATE*, heißt diese Plattform, soll die Abstimmung zwischen Benutzeranforderung und Anbieterfunktion verbessert werden, weswegen ich einerseits methodisch schon Anpassungsplattformen untersucht habe, die existieren und, welche Komponenten dort abgefragt werden, um diesen gerade neu entstehenden Tool einzuarbeiten und zu verfeinern. Die würde ich gerne abfragen, auch aus Ihrer Sicht, ob das Sinn macht und auf der anderen Seite eben auch digitale Projekte, die Sie hier in der BAST durchführen, ansprechen. Da hatten Sie in Ihren Vorträgen schon relativ viel gesagt im Oktober, ob wir da nochmal drauf eingehen. Das sind die zwei Aspekte. Ich glaube, dass ich hinterher da Einiges ableiten kann.

04:49 Das wäre gut für Sie, deshalb sind Sie ja extra gekommen.

04:54 Ich würde gerne anfangen mit der allerersten Frage: Auswirkungen des Klimawandels auf das Straßenwesen. Was würden Sie sagen, sind konkret die größten klimawandelbedingten Bedrohungen für die Funktion des Straßenwesens, sowohl wenn wir jetzt auf Materialverformungen etc. eingehen, aber vielleicht auch wenn wir auf die Technik eingehen, die ausfällt. Welche Bedrohungen entstehen für die Bevölkerung? Was sind da so die Aspekte?

05:20 Bei uns ist das immer / Ich sage immer erster und zweiter Ordnung. Die erste Ordnung ist wirklich die Einwirkung, Hitzewelle ist sicherlich ein Thema. Das haben wir jetzt bei der Bahn extrem gesehen, als es vorherige Woche über 40 Grad oder im Bereich von 40 Grad war. Betrifft genauso, denke ich, bei uns auch die Fahrbahnen mit Blow-Ups und das sind natürlich extreme Probleme, die die Verkehrssicherheit ganz maßgeblich beeinflussen. Wenn Sie jetzt Betonfahrbahnen mit Blow-Ups / ich glaube in Norddeutschland hat es wieder vier oder fünf Fälle gegeben dieses Jahr schon. Im letzten Jahr hatten wir es vor allem im Süden. Das sind Dinge, die den Eigentümer und Betreiber direkt sehr stark betreffen. Denn für die Verkehrssicherheit ist der Eigentümer und Betreiber zuständig. Wenn da Menschen zu Schaden kommen oder Sachschäden entstehen, die daraus resultieren, ist das für den Eigentümer und Betreiber natürlich ein wichtiger Punkt.

06:36 Und er wird in dem Moment haftbar?

06:38 Er wird in dem Moment haftbar. Okay, man versucht es natürlich mit Geschwindigkeitsbeschränkungen. Es ist ja nicht so / er erlässt dann ja Maßnahmen. Im letzten Jahr hatten wir ja verschiedene Autobahnen in Süddeutschland geschwindigkeitsbeschränkt. In diesem Jahr auch wieder. Das ist mittlerweile Standard, sodass die Eintrittswahrscheinlichkeit nicht geändert wird, aber die Konsequenzen geändert werden und somit das Risiko verringert wird. Das ist so ein Punkt, das betrifft die Straße insgesamt sehr stark.

07:16 Vor allem in Hitzemonaten oder auch im Winter, wenn sich Risse bilden, etc.?

07:20 Ich denke, die Risse sind nicht / natürlich ist das ein Schaden an der Infrastruktur, aber das ist jetzt nicht mit diesem Risiko behaftet, weil die Konsequenzen / klar, ich muss die Infrastruktur reparieren, instand setzen, aber das ist jetzt nicht / das kostet und verursacht auch Nutzerkosten, weil ich mehr Baustellen habe, aber das sind nicht diese direkten Konsequenzen, dass ich Verkehrssicherheitsproblematiken habe. Das ist so der Punkt, ich denke, das ist im Moment der Hauptpunkt und zu der Bahn können Sie das genauso spielen. Die haben sowohl / ich meine, bei der Bahn ist es sogar auf

beiden / das ist sowohl die Infrastruktur selbst, also die Hardware, sprich Schienen, Weichen und die ganze Steuerungstechnik bei der Bahn noch dazu, aber es betrifft natürlich auch das rollende Material, das heißt, die Klimaanlage funktionieren nicht mehr. Bei der Bahn ist das auf beiden Seiten. Das haben wir bei der Straße nicht. Die Klimaanlage im Auto mag auch nicht mehr auf 18 Grad runterkühlen, aber sie funktioniert. Insofern ist das für uns / das ist auch nicht das Problem des Betreibers bei uns. Das muss jeder für sich entscheiden, welches Auto er sich kauft und welche Klimaanlage er da / und die Hersteller werden sich drauf einstellen, denke ich, oder haben sich bereits drauf eingestellt. Das ist eine ganz klare Design-Sache. Nein, die Infrastruktur, da würde ich sagen, die Hitzewellen, das sind aber auch extreme Niederschläge. Ich denke mal, die erste Priorität und so muss man es oder so sollte man es auch sehen, ist alles das, was die Verkehrssicherheit beeinflusst und somit den Nutzer maßgeblich betreffen kann, indem er im einfachen Fall die Infrastruktur nicht mehr nutzen kann, okay. Im schwierigen Fall führt das dann dazu, dass seine Verkehrssicherheit beeinträchtigt ist. Das sind, glaube ich, die Punkte, die uns angehen. Das ist so die erste Ordnung. Die zweite Ordnung, extreme Niederschläge: ich habe Hangrutschungen, kommt aufs Gleiche hinaus, Strecken sind nicht verfügbar, was an sich schon ein Problem ist. Und es kann natürlich auch die Verkehrssicherheit beeinflussen, wenn Sie plötzlich eine Felsböschung, wo sich was löst und was auf der Fahrbahn liegt. Sie sehen ja, wenn Sie mal durchs Rheintal fahren, ich war da vor 2 Wochen, extrem viele Maßnahmen der Hangsicherungen. Das ist erkannt, und man weiß wahrscheinlich, dass man da was tun muss, weil man als Eigentümer und Betreiber da auch in der Pflicht ist. Das sind so die Dinge.

10:26 Hängt das teilweise auch damit zusammen, dass Infrastrukturen veraltet sind. Es heißt ja häufig, dass sie anfällig sind. Das Alter, spielt das da mit rein?

10:35 Natürlich haben wir den Design - / Anpassung ist ja nicht, fängt ja nicht mitten drin irgendwo an. Anpassung fängt ja beim Regelwerk an, bei der Planung an. Das heißt, für uns ist natürlich ganz wichtig, dass wir die Regelwerke und zwar von / wir haben ja Regelwerke / die im Brückenbau ist es so, wir haben Regelwerke, die beginnen beim Entwurf, dann habe ich Regelwerke, die beginnen bei der Bauausführung, dann habe ich Regelwerke, die die regelmäßige Prüfung betrachten und dann habe ich Regelwerke, die den Lebenszyklus, sprich die Erhaltung, betrachten. Klimawandel oder Anpassung an den Klimawandel ist natürlich ein Punkt, der das gesamte Spektrum betreffen muss. Gut, bei uns kommt erschwerend hinzu, dass wir die Bauwerke, die alten Bauwerke, die stehen da und wurden nach damaligen Regelwerken gebaut. Da ist dann die Frage erweitert: sind die noch leistungsfähig? Können die das? Bei den neuen Bauwerken sehe ich nicht das große Problem, wenn ich jetzt ein Regelwerk für die Bemessung von Brücken sehe, das sind die Euro-Codes, also europäische Regelwerke, die national gespiegelt und eingeführt werden, dann sind da sehr wohl Experten, die dies prognostisch berücksichtigen. Das hilft den neuen Bauwerken, aber den bestehenden nicht. Da spielt auch glaube ich auch eher bei uns die Rolle. Wir haben diesen Riesenbestand und wir haben zumindest für Ingenieurbauwerke eine sehr große, zumindest theoretische Nutzungsdauer. Sprich eine Brücke ist 80-100 Jahre, ein Tunnel auch. Das heißt, bevor ich jetzt einmal den Bestand erneuert habe, sind wir weit über das Jahr 2100 hinaus. Das ist das Problem bei uns, das heißt bei uns wird es auch darum gehen, Bestandsbauwerke zu kategorisieren und zu untersuchen. Das ist ein ganz wichtiger Punkt. Wenn ich über Anpassung rede und über Tools rede, dann muss ich vor allen Dingen auch / muss auch die Regelwerke mir anschauen, aber die helfen mir bei den Bestandsbauwerken nur sehr bedingt weiter. Ich muss vor allen Dingen gucken, welche Gefährdungen, welche Risiken habe ich bei Bestandsbauwerken. Und das kann schon eine Rolle spielen. Das ist sehr unterschiedlich, je nach Bauart, nach Baujahr, nach zugrunde liegenden Normen seiner Zeit. Das ist schon eine sehr komplexe Methode. Sie sehen ja jetzt gerade das Thema Verkehrslasten und Brücken, da ist es offensichtlich, starke Zunahmen, mehr LKWs, mehr Achslasten, mehr dies, mehr das. Und eigentlich, wenn ich in Richtung Anpassung gehe, sind eigentlich ähnliche Analysen dann nur zielführend, die den Bestand mit berück-

sichtigen. Also jetzt auf den Neubau zu fokussieren, ist schön, ja, muss man auch machen. Aber die Menge der Bauwerke sind die alten und nicht / wir werden nicht mehr signifikant unser Autobahnnetz erweitern, das steht. Da mache ich Ersatz, da mache ich Instandsetzung, Verstärkung.

14:37 Also maximal noch Teilstrecken, die eventuell ergänzt werden?

14:39 Naja gut, da habe ich dann einen sechsstreifigen Ausbau, da fallen viele Brücken weg, nicht weil sie zu alt sind, sondern weil sie erweitert werden müssen. Aber, dass wir unser Bundesfernstraßennetz maßgeblich ergänzen, das ist nicht das Ding.

14:54 Meinen Sie das nur auf Nordrhein-Westfalen bezogen oder grundsätzlich auf Deutschland bezogen?

14:58 Deutschlandweit, grundsätzlich angefangen beim BVWP [Bundesverkehrswegeplan 2030], da stehen auch neue Strecken drin, aber dass sich unser Autobahnnetz maßgeblich vergrößern wird, sehe ich nicht. Klar, sechsstreifiger Ausbau, aber dass sie jetzt neue Autobahnen planen / ich weiß auch nicht, ob das / das ist ja auch alles eine Frage: was ist politisch opportun und was ist durchsetzbar? Wahrscheinlich geht es eher Richtung Bahn momentan.

15:35 .. und die Verbindung des ländlichen Raums durch andere Alternativen. Gerade in Hinblick, bei mir poppte natürlich jetzt gerade Ostdeutschland auf, wo es eben nicht so ein enges Verkehrsnetz gibt, wie hier im Westen.

15:44 Die VDE-Projekte [Verkehrsprojekte Deutsche Einheit] sind fast alle durch, die A20 / die Brücken sind alle ersetzt, die haben eigentlich Glück. Das kommt in dreißig Jahren dann denke ich in ähnlicher Weise, aber nach der Wiedervereinigung, klar, da hat man diese ganzen VDE-Bahnen, Straßenbahn, Wasserstraße / aber die sind auch weitestgehend durch und umgesetzt und existieren. Dass wir da noch selbst im Osten maßgeblich bauen, Infrastruktur, Straße bauen, weiß ich nicht. Ist auch, glaube ich, politisch nicht die Zeit im Moment. Im Moment geht es ganz klar auf die Bahn. Ob sie das kann und, wann sie das kann, ist eine andere Frage. Das geht weg vom Fliegen im Moment. Schauen wir mal. Ich bin am Donnerstag vorige Woche aus Madrid gekommen, bis Frankfurt Flughafen war alles gut. Die Flüge gehen, die Flughafeninfrastruktur funktioniert auch, die Bahn nicht. Die ist nicht resilient, die Bahn. Das ist im Moment jedenfalls so.

17:09 Jetzt vergangene Woche war das so, als es wieder die Hitze hatte?

17:12 Diese Hitzewellen / sie sind nicht vorbereitet auf diese Dinge. Das ist eine Katastrophe.

17:21 Ich habe tatsächlich jetzt am Wochenende einen Bericht gelesen, dass es in Österreich und der Schweiz ganz weit verbreitet ist, Schienen weiß zu streichen und, dass Deutschland langsam jetzt auch damit anfängt.

17:31 Ja, nach 5 Jahren. Ich war vorige Woche wie gesagt in Madrid, in Sachen Weltstraßenvereinigung PIARC, und wir haben dort über den strategischen Plan gesprochen, also die nächsten 4 Jahre, was die technischen Komitees [TK] so als Themen machen sollten. Ich habe auch gesagt, „Liebe Leute, Energie, Klima, wenn ihr das nicht auf dem Schirm habt und / wir werden diesen Themen einen deutlich größeren Raum geben“, da waren auch Kollegen vom UK [United Kingdom], die genau das erzählt haben. UK ist da auch viel besser aufgestellt als wir. Die haben einen integrierten Ansatz, Verkehrsträger übergreifend, um die Dinge auch rüberzuspielen von einem Verkehrsträger zum anderen. Jetzt gestern oder vorgestern habe ich gelesen, dass die Bahn mal versucht, ihre Betriebstechnik zu schützen, indem sie sie weiß anstreicht oder Dämmputz drauf macht. Jawoll, ich meine, naja okay. Das ist aber nicht meine/ wir sind ja nicht hier, um zu kritisieren. Man hätte das sicherlich vorher über-

legen können, dass es mal über 40 Grad selbst in Deutschland wird. Gut, jetzt haben wir auf der Straße natürlich sehr viel weniger Betriebstechnik, wir haben Verkehrsleitstationen, klar das wird ein Thema sein. Inwieweit diese Infrastrukturen, also diese Ausstattungen, also IST [Intelligent Transformation Systems], Wechselverkehrszeichen, wird in Zukunft eine sehr viel größere Rolle spielen. Das heißt, unsere Straße wird in Zukunft sehr viel digitaler werden. Da kommt auch dann das Thema „Bin ich resilient gegenüber Vandalismus, Terrorismus, Cyber und Klima?“.

19:37 Gab es denn schon Ausfälle gerade bei dieser Technik, die Sie jetzt schon gemerkt haben oder gab es Beschwerden, die sich gehäuft haben, weil Signalanlagen nicht funktioniert haben?

19:45 Mir nicht bekannt, nein. Also wie gesagt: die Verkehrsleitzentralen und Tunnelleitzentralen sind in den Ländern mittlerweile fast alle zentral. Das heißt Nordrhein-Westfalen hat zwei Zentralen, da laufen alle Tunnel drauf. Die sind redundant, das heißt, selbst wenn eine Zentrale ausfällt, kann ich auf die zweite Zentrale umschalten. Ob wegen Cyber oder was auch immer, spielt auch keine Rolle, welcher Hazard, aber die sind ausgelegt, dass sie das komplett umlegen können. Im Tunnel ist auch nicht das Ding, im Tunnel selbst sind die Temperaturen nicht so hoch. Ich habe in der Regel Gebirge, es sei denn innerstädtische Tunnel, da kann es anders aussehen. Aber auf den Bundesfernstraßen haben wir das eher nicht. Das heißt, ein Tunnel ist eher kühl und feucht und Spritzwasser. Da sind die Anforderungen sowieso sehr hoch an die Technik, die sind schon von sich aus sehr sehr robust.

20:59 Und auch angepasst an potenzielle Überflutungen oder Unterspülungen?

21:02 Nein, Überflutungen nicht. Wenn ein Tunnel überflutet würde signifikant, dann ist die Technik weg. So wie sie in New York vor einigen Jahren, da sind viele U-Bahn-Tunnel aber auch Straßentunnel abgesoffen und dann müssen sie den Tunnel komplett instand setzen, bevor sie da wieder im Betrieb sind. Wenn sie alle Kabelschächte, alle Kabelkanäle voll Wasser haben, können Sie die nicht betreiben. Aber insofern wäre die Anpassung zu sehen, wie gesagt bei der Planung anfangen, da fängt es bei der Linienwahl schon an. Dieses durchgängig zu machen, ist sicherlich eine große Aufgabe. Aber der Bestand ist da, insofern muss daran gearbeitet werden. Und da brauche ich ganz objektspezifische Lösungen. Das kann ich nicht durch Regelwerke erschlagen, sondern da muss ich mir jeden Tunnel oder jede Großbrücke separat anschauen.

22:19 Vielleicht auch gerade noch zu diesem objektspezifischen zurückkommen: dann würde ich tatsächlich jetzt einmal schauen, ob diese Toolkomponenten, die ich herausgefunden habe, Sinn machen aus Ihrer Sicht. Ich kann sie ja einfach mal beschreiben. Den ersten Aspekt würde ich ganz klar sagen: man muss sagen können, in welchem Sektor es stattfindet, man muss möglichst spezifizieren können, in welchem Bereich, damit das von vorneherein klar ist.

22:45 Also regional meinen Sie jetzt tatsächlich?

22:46 Nee, grundsätzlich erst einmal [die Verortung] im Sektor.

22:48 Okay, in welchem Bereich, ja.

22:51 Dann aus welchem Bereich man selbst vielleicht kommt, also ob aus der Wissenschaft und Forschung...

22:58 ... ob man Betreiber, Eigentümer ist, ja.

23:00 Dann in welcher Art und Weise man schon vielleicht Vorwissen hat, damit der Anbieter schon weiß, wo er ansetzen muss, wenn man hinterher in Kontakt käme.

23:08 Ja.

Für welche Phase der Anpassung es notwendig wäre: ob es um Bewusstseinssteigerung [für das Thema des Klimawandels] geht, ob es um Bestandsbetrieb geht oder um Neuplanung.

23:20 Ja genau.

23:21 Dann aber auch um die geographische Abdeckung, also das was Sie jetzt auch gerade sagten. Welches Land, welche Region, welches Habitat tatsächlich. Ob Küstenregion, Bergregion, das möglichst spezifisch anklicken können.

23:30 Ja genau, natürlich.

23:33 Die zeitliche Abdeckung, also um welchen Zeitraum es tatsächlich geht, weil Brücken z.B. andere Lifecycle haben.

23:38 Ja natürlich. Wenn einer sagt, die Brücke wird sowieso in zehn oder fünfzehn Jahren ersetzt, 2100 interessiert mich jetzt für dieses Objekt nicht. Das ist wichtig, dass er das nochmal anklicken kann.

23:52 Und das auch unabhängig von / Es gibt Standardprodukte, in denen dann z.B. 2019 bis 2030, aber man muss es ja möglichst nahtlos für sein spezifisches Objekt haben.

24:02 Auf das Jahr genau nicht, aber es würde wenig Sinn machen, wenn ich ein Bestandsbauwerk habe, das 70 Jahre alt ist, da irgendwas für 2100 herauszufinden. Da sagt der Betreiber „Ist ganz schön, aber ist am Thema vorbei“. Damit ist das für ihn erledigt, negativ. Das Produkt wird er nicht anwenden können, das macht für ihn keinen Sinn.

24:30 Im weiteren Schritt sollen Klimaevents genannt werden können, also welche Variablen oder Events, Auswirkungen, die größten Ausfälle oder Störungen verursachen würde?

24:36 Genau, also „Was interessiert mich?“

24:37 Welche Events die größten Ausfälle verursachen würden. Und dann wäre tatsächlich jetzt der letzte Schritt erst einmal sich auch zu registrieren, damit man die Informationen, die man eingegeben hat, theoretisch noch ergänzen kann, Informationen einfügen kann. Das wäre jetzt erst einmal das Tool, wobei ich jetzt auch gerade noch überlegt habe, ob es Sinn macht, zu sagen, welches Regelwerk zugrunde liegt, als z.B. eine Brücke gebaut wurde, woran hat man sich orientiert. Damit der Anbieter auch da weiß, die Standards, die Normen. Was würden Sie vielleicht in die Richtung noch überlegen?

25:13 In der Regel ist das Baujahr verknüpft mit den Regelwerken. Wenn ich eine Brücke in 1985 gebaut habe, das heißt, dann sind die Regelwerke bis 83, wo die Planung dann abgeschlossen wurde, verwendet worden. Jemand, der sich in dem Bereich auskennt, der weiß das. Und sollte das wissen. Mit einem Tool haben Sie immer das Problem, dass es so / was wir auch bei anderen Fragebögen und Dingen, die wir veröffentlicht haben und wo wir Informationen wollten / ein Eigentümer wird seine Informationen da nicht reintun. Ein Eigentümer einer Brücke ganz spezifisch oder sogar noch den Objektnamen nennen, wird Ihnen keine Informationen in ein Tool /. Wir haben verschiedene EU-Projekte gemacht und die EU hat das auch gemerkt, EU-Forschung, wo irgendwelche Tools auf irgendwelchen Plattformen / können Sie vergessen. Da wird kein Eigentümer ein reales Bauwerk eingeben, weil das kann er nicht und darf er nicht und will er nicht, weil er nicht weiß, was mit den Informationen passiert. Das heißt, wir sind bei unseren Projekten in letzter Zeit, in den letzten Jahren dazu übergegangen, wir haben das Tool auf eine DVD oder CD gebrannt, sodass er das lokal einspielen

lassen kann, bzw. einlegen können die meisten auch schon nicht mehr. USB gibt es nicht mehr, CD-Laufwerke bei uns jetzt gerade noch, aber nicht mehr lange. Das ist zumindest für diese Betreiber, öffentliche Betreiber / also Cyber ist ein Riesenthema, Datenschutz ist ein Riesenthema, d.h. ein Tool, das irgendwo steht, kann nur oder wird nur verwendet auf einer ganz abstrakten, sehr allgemeinen Ebene. Also, wenn Sie da sehr spezifisch werden oder spezifische Fragen haben, wird der Eigentümer sagen „Vergiss es. Die Informationen gebe ich dir nicht.“

27:35 Macht ja auf der anderen Seite auch Sinn, wenn wir an den Energiesektor zum Beispiel denken.

27:40 Wenn Sie eine Kritische / das ist ja ein absolutes No-Go.

27:44 Weil das ja genau die Stellen wären, wo man ansetzen würde, wenn man Störungen verursachen wollen würde.

27:49 Sie werden keine Informationen irgendwo hinspielen. Insbesondere über Verwundbarkeiten, die Sie ja / keine Chance. Deshalb sind diese Tools und alles, was es gibt auf dem Bereich, ist ja sehr stark forschungsgetrieben, das haben Sie ja sicherlich auch schon herausgefunden. Wenn Sie sehen, EU-Forschung, da macht jeder ein Tool, weil es in irgendwelchen Forschungsrichtlinien drinsteckt, müssen sie machen, kommt bei den Bewertern gut an, also machen Sie ein Tool. Fragen Sie mal, welche Tools im Markt verwendet werden. Wir hatten eine große Konferenz vor 2 Jahren in Brüssel, wo zehn oder fünfzehn EU-Projekte im Infrastrukturbereich, Straße, ich glaube das Meiste war sogar Straße, mal vorgestellt haben. Es gibt dieses, was mit ihren Tools passiert. Die sind universitätsgetrieben und die haben, ehrlich gesagt, keinen Schimmer, was ein Eigentümer wirklich macht und braucht und darf und kann und tun wird. Vieles ist da schon von Anfang an zum Scheitern verurteilt. Gar nicht, weil die Tools schlecht sind, die Tools sind super, aber der Anwender oder der Eigentümer / sie kriegen sie nicht zum Endnutzer hin. Das ist das Problem. Da muss man schon aufpassen. Wenn ich das auf Temperaturen, solche Tools gibt es ja auch, wenn ich sage, „Mein Bauwerk ist da irgendwo im Rheintal oder wo auch immer, jetzt will ich mal bis 2030 eine Klimaprojektion, was weiß ich, vielleicht noch fürs schlimmste oder lockerste Szenario haben“, das ist gut. Aber das war es auch, aber diese Zusammenführung von Klimainformationen und Infrastrukturinformationen, die ja eigentlich dann nur zusammen zur Anpassung führen oder zur Abschätzung von Anpassungsbedarf führen, die werden Sie nicht in einem Online-Tool bekommen. Das ist logisch.

30:19 Ich hatte tatsächlich diese Tool-Landschaft auch schon untersucht und unfassbar viele gefunden. Wenn man einfach nur in Suchmaschinen eingibt „climate change adaptation platform oder tool“, findet man unfassbar viele.

30:30 Da finden Sie [welche] ohne Ende. Aber, wenn Sie jetzt mal gucken, welche / ich mein, das kann man wahrscheinlich gar nicht herausfinden, welche angewendet werden. Die EU hat das erkannt, die haben ja so ein Forschungszentrum am Lago / wie heißt denn das? Fällt mir gerade nicht ein / ein europäisches Forschungszentrum, am Lago Maggiore, schön gelegen, ganz nett. Ist eine Supereinrichtung, die machen viel Forschung.

31:01 Bezüglich solcher digitaler Lösungen?

31:03 Auch, die machen Infrastrukturforschung, viel zu Erdbeben. Die haben sehr große Versuchshallen und –einrichtungen, und da gibt es auch einen Herrn, ich meine, der heißt [...], den müssen Sie mal googlen. Da war die Idee, „Wir hosten diese ganzen Tools aus den verschiedenen Projekten der Kommission“ und das europäische Forschungsinstitut hätte die Ressourcen für, aber auch da ist es ganz schwierig. Ein Eigentümer will nicht / ich glaube nicht, dass ein deutscher Eigentümer auch einer EU-Plattform Informationen gibt. Sie wissen ja / Sie kennen ja die Richtlinie Europäische Kritische

Infrastruktur, die ist ja, kann man sagen, gescheitert. Weil die Mitgliedsstaaten gesagt haben, „Liebe Leute, die Informationen geben wir euch nicht, wenn wir nicht wissen, wie ihr die Informationen verarbeitet. Das sollte ja Europäisch-Kritische Infrastruktur genannt werden.

32:19 Hätte ja auch Sinn gemacht, grenzübergreifend zu arbeiten. Andererseits ist es natürlich auch verständlich, dass einzelne Eigentümer und Betreiber da sagen /

32:26 / „warum brauche ich da die EU zu?“ Wenn die Schweiz beispielsweise ein Problem hat mit Energie, dann spricht sie mit dem Nachbarstaat bilateral. Die wird das nicht auf die EU spielen, um dann / oder einen Tunnel, Mont Blanc, was weiß ich, das machen Italien und Frankreich, die machen das schon alleine. Das ist schon schwierig und deshalb sind diese Tools schön / alles gut, wissenschaftlich sicher tolle Sachen, aber sie werden keinen Anwender dazu kriegen, seine relevanten Informationen da einzustellen, das würde mich sehr wundern. Bei der Straße ist das noch / wie gesagt, wir sind keine Kritische Infrastruktur / da könnte man das noch tun, aber wenn Sie in anderen Sektoren schauen, auf keinen Fall. Das müssen die dann in-house machen.

33:24 Würde es Ihrer Meinung Sinn machen, wenn so ein Tool existiert, das dann auf eine CD-Rom oder USB-Stick gesichert?

33:31 Das würde Sinn machen. Wir haben das / wir haben solche Tools in einigen EU-Projekten entwickelt. Wir haben zu unserer Broschüre, wir haben einen Leitfaden gemacht, Broschüre, was ist Inhalt und da haben wir eine CD reingetan, mitverteilt. Oder auch zum Download, Sie können das auch von der Projektseite herunterladen, weil wir eben die Erfahrung gemacht haben, dass eine Online-Plattform absolut nicht praktikabel ist.

34:08 Das geht auch so ein bisschen in die Richtung, dass für das eine Projektland schon einige bzw. sehr viele Anbieter vorhanden sind, quasi ein Marktplatz schon vorhanden ist und, dass man das dann gebündelt hätte und Außenstehenden, die eben diese CD-Rom nicht haben, Anbietern, das in dem Moment verweigern würde, mit in diese Gemeinschaft mit hineinzukommen. Das wäre in dem Moment ein Nachteil solcher Medien, solcher Formate. Auf der anderen Seite ist die Sicherheit gegeben.

34:30 Ja, natürlich. Aber ich denke, man kann ja ohne Probleme beides machen. Das ist ja nicht schädlich. Sie können ja jedem / wo habe ich das denn gesehen? Bei *InfraRisk* glaube ich, das ist so ein großes / das haben Sie mit Sicherheit auch gefunden. Da kann man sich auf der Webseite registrieren, was man vielleicht noch machen darf als Mitarbeiter, weiß ich auch nicht so genau. Wir haben ja zumindest die Behörden, wir sind ja BSI-dominiert [BSI= Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik] und da wird die Luft ganz dünn. Sie dürfen kein Google, Sie dürfen kein Dropbox, Sie dürfen das alles nicht nutzen.

35:15 Keine Cloud-Systeme?

35:18 Keine Cloud. Es gibt für uns im BMVI nur eine Cloud, das ist diese mCLOUD-Open-Dataportal, wo auch diese Projekte speichern. Wir dürfen keine anderen Cloud-Lösungen verwenden, wir dürfen unsere Daten nicht da halten. Das sind die Randbedingungen, die uns das Leben zum Teil sehr sehr schwierig machen.

35:39 In dem AdSVIS-Programm hatte ich das RIVA-Tool gefunden, das ist auch auf so einem Medium oder auf so einer Plattform? Weil ich das öffentlich zugänglich nicht gefunden haben

35:47 Ich glaube, das haben wir nur an Eigentümer und Betreiber verteilt, die sich dafür interessiert haben.

35:55 Okay, dann wäre das ja genauso ein Fall.

35:56 Wir als BASt dürfen nichts in der Cloud realisieren. Eine Privatfirma kann das tun, klar. Deshalb haben wir aber schon Probleme, in EU-Projekten mitzuarbeiten. Wenn es um das Word-Package Cloud geht, dann können wir natürlich mitarbeiten, aber wir dürfen das nicht machen.

36:22 Und im BMVI gibt es aber diese eine Cloud, die erlaubt ist!?

36:26 Diese Bundes-Cloud, wo Sie die Klima- und Wetterinformationen abfragen können.

36:33 Wo auch alle einspielen können!?

36: 35 Genau, das ist diese Bundes-Cloud. Die ist offen, aber alles andere / und das war es auch für uns / alles andere ist / kein Google, kein Apple, kein Gar nichts, No-Go.

36:48 Und gerade so Vernetzungen beispielsweise bei dem BMVI-Expertennetzwerk oder bei dem AdSVIS-Programm, da waren ja ganz viele Akteure beteiligt, wie verbindet man die? Durch analoge Symposien oder Kongresse?

36:59 Zum einen das, aber wir haben auch einen Bundesserver. Wir können schon / aber da, wie gesagt, das ist / wir können da Gastzugänge machen, aber wir dürfen nur diesen Server /

37:17 Okay, das ist der einzige Server.

37:19 Genau, wo wir dann auch Dokumente austauschen, einstellen.

37:22 Wo ein Austausch stattfindet.

37:26 Da könnte man auch so ein Tool reinstellen, aber die Frage ist ja / eine DVD dürfen sie ja gar nicht mehr einlegen. Bei den meisten wird es auch gar nicht mehr / unsere Laufwerke werden in Kürze komplett abgeschaltet. Das heißt, da haben wir keine Möglichkeit mehr, kein USB, keine DVD, kein Gar nichts / aus Sicherheitsgründen. Das heißt, wir werden definierte Geräte haben, über die wir dann Dinge in unser Netz spielen können, nach Prüfung und Analyse und allem Drum und Dran. Wir dürfen auch keine Software einsetzen. Also, wenn ich jetzt eine Software bekäme von irgendjemanden und ich bitte meinen IT mir die zu installieren, das ist schwierig/geht nicht.

38:22 Gerade Downloads sind eben kritisch. Erschwert natürlich die Verbreitung eines Tools.

38:28 Das erschwert ganz extrem, aber das muss man im Kopf haben, sonst entwickelt man an den Möglichkeiten vorbei.

38:45 Gut, dann / Wir haben ja gerade schon über diese neuen Technologien gesprochen, also eine Vernetzung über bestimmte Server als Austausch. Welche weiteren Technologien verwenden Sie hier in der BASt, vielleicht auch weiter für Wissensaustausch, falls es da noch weitere Möglichkeiten gibt. Aber eben auch hinsichtlich konkreter Projekte, wie z.B. auf dem duraBAST-Gelände – da wird ja ganz viel ausprobiert – welche Technologien sind da im Einsatz? Sind das Sensoren, sind das Drohnen? Beschreiben Sie gerne einmal.

39:18 Alles, was so angesagt ist. Aber das ist jetzt / das ist BASt, das ist BASt-Forschung, sehr anwendungsnah, aber das ist BASt. Das hat noch nichts mit den Straßenbauverwaltungen der Länder zu tun. Wir sind ja nicht der Eigentümer und Betreiber. Natürlich befassen wir uns mit Sensorik, mit Remote Sensing, mit ob es jetzt Drohne ist oder stationäre Plattformen, wir befassen uns mit 3D-Modellen unter dem Stichwort BIM – Building Information Management. Das sind Dinge, die uns

natürlich interessieren. Aber da haben wir auch gerade / wenn Sie das Thema BIM / okay, alles schön für neue Bauwerke, ja. Und die 40.000 Bestandsbrücken? Das sind immer so Sachen. Bei der Bauwerksprüfung, klar, da kommen die neuen Technologien schon ins Spiel. Wir haben Scanner, die durch den Tunnel fahren, um jetzt Schäden zu identifizieren, insbesondere Schadensentwicklung und solche Sachen, die uns dann im Lebenszyklus-Management helfen. Aber wie gesagt, das sind im Moment / was wir machen als BAST, sind das Pilot-Projekte, muss man deutlich sagen. Das ist nicht in der Fläche ausgerollt. Dann würden wir es auch nicht mehr machen, das ist nicht unser Job als BAST. Wir müssen so ein bisschen vor dem Roll-Out in die Praxis sein.

41:09 Aber, wenn jetzt ein Eigentümer sagen würde, beispielsweise „das Tunnel-Scanning würde mir extrem helfen“, würden Sie das nach außen tragen?

41:17 Er kann das machen, er muss natürlich die Richtlinien erfüllen. Aber Tunnel-Scanner ist zum Beispiel in der Prüfungsrichtlinie aufgeführt. Wir haben dazu / Ich weiß nicht, die Projekte habe ich selbst gemacht. Wir haben dazu zwei Forschungsprojekte gemacht, wo wir die Anbieter mal gefragt haben „Ihr habt einen Tunnel, fahrt mal durch, wir schauen uns die Ergebnisse mal an“, wir haben dann mit den Bauwerksprüfern gesprochen und die Sichtprüfung gegenüber gelegt. Dann hat man die Schlussfolgerung gezogen „Das ist gut und bringt uns was“ und dann haben wir sie eingeführt. Insofern kann das jede Straßenbauverwaltung anwenden und weiß auch, in welchem Rahmen sich das abspielt, und welche Ergebnisse erwartet werden können und welche nicht. Wir haben das auch validiert, das ist eher unser Job. Aber wir sind etwas vor dem Roll-Out. Weil, wenn jetzt ein Sensor-Hersteller oder Technologie-Hersteller auf ein Land oder das BMVI zugeht / wenn er auf das BMVI zugeht, dann sagt das BMVI „Ganz schön, aber stell das mal der BAST vor“. Wenn wir sagen, „Okay, ist ja ganz interessant“, dann würden wir vielleicht mit dem BMVI und einem Land versuchen, eine Pilotanwendung zu machen. Um zu gucken „Kann er das tatsächlich, was auf seinen Folien steht?“ und dann würde wir darüber berichten bei den Ländern und dann würden wir die Länder sagen „Okay, das ist für uns auch interessant“ und dann ist das auch ausgerollt. Aber wir sind da etwas davor. Manchmal sind auch die Länder vor uns, so ist das nicht. Wenn eine Person in einem Land sagt „Super, probieren wir mal aus“, warum sollten sie das nicht tun? Das ist ja nicht Schlimmes.

43:30 duraBAST ist demnach ein Forschungsgebiet, eine Referenzfläche!?

43:33 duraBAST ist eher eine Forschungs- / da geht es darum, Innovationen sich anzuschauen, bautechnischer Art, und zu gucken, „Hat das eine Chance in der Praxis?“. duraBAST ist einfach der Schritt vom Labor / wir haben hier unsere Labore, wo wir Materialuntersuchungen machen, kleinmaßstäblich und dann von dem Labor nach draußen, ist es weit. duraBAST ist eigentlich der Versuch, da etwas in der Mitte zu platzieren. Es ist nicht real, es ist real bezüglich Klimaeinwirkungen, es ist nicht real bezüglich Verkehr, aber es ist deutlich näher an der Praxis als ein Laborversuch. Das ist so diese / das ist duraBAST, das ist dazwischen.

44:31 Das heißt, Sie versuchen auch neue Zusammensetzungen des Materials für Asphaltdecken, Körnungsgrößen, etc. dort erst einmal auszuprobieren - /

44:38 Natürlich, natürlich. Was auch immer. Die Kollegen vom Straßenbau haben dort ihr Belastungsgerät, das hatte Herr [...] / der Vortrag ganz zum Schluss, da war ganz wenig Zeit / da müssten Sie mal die Folien schauen / da ist diese / der hat ja über duraBAST vorgetragen und dann aus Zeitgründen ganz schnell. Aber die haben da realitätsnahe Belastungseinrichtungen, wo sie dann verschiedene Aufbauten und Konfigurationen unter realen / Sie können ja den kompletten Jahreszyklus fahren / unter realen Witterungsbedingungen können sie das testen mit realitätsnah / das ist nicht in der Straße, wieder Verkehrssicherheit, das ist wieder unser Problem. Sie können nicht mit irgendeiner Idee in eine Autobahn gehen, wo 120.000 PKW oder Fahrzeuge drüber fahren pro Tag und dann fliegt nach

drei Tagen irgendwas weg oder Sie haben Schlaglöcher oder Sie haben dies oder das. Sie müssen reparieren, dann haben Sie riesige Staus, das können Sie nicht bringen. Die Idee war halt, zwischen Labor und realem Leben etwas zu haben. Das ist die Idee.

46:07 Künstlich erschaffen, aber [Tests] unter realen Bedingungen.

46:10 Genau, das ist der Schritt dazwischen.

46:15 Ich hatte tatsächlich mir Videos über duraBAST angeschaut, das sind ja ganz viele Technologien auf engstem Raum direkt neben der Autobahn, Kreuz Köln Ost, mitten drin genau. Aber die LKW-Belastung wird ja da drauf nicht getestet, in dem Sinne wie es in der Realität getestet wird.

46:37 Nicht real, nein. Aber ich hab das auch schon gesehen, dass im Prinzip so eine Umgehung gemacht wurde. In Korea habe ich das einmal gesehen. Das heißt, sie können die Autobahn / die bauen das parallel zur bestehenden Autobahn, zur bestehenden Autobahn und können den Verkehr für eine gewisse Zeit darüber legen. Und, wenn sie sehen, das funktioniert nicht, dann können sie wieder zurück. Das habe ich auch schon gesehen. Oder für China habe ich das gesehen.

47:15 Würde sich das für Deutschland rechnen, glauben Sie das?

47:17 Ich weiß es nicht. Mit Planfeststellungen und allem Drum und Dran. Dann haben Sie wieder / dann hat jede Umleitung Verkehrssicherheitsprobleme wieder. Das heißt, sie haben dadurch wieder erhöhte Unfallraten, das ist auch eine schwierige Sache. Alles, was sie mit dem normalen Verkehr machen, ist schwierig.

47:41 Na gut, solche Projekte können in China dann schneller umgesetzt werden, weil einfach bestimmte Richtlinien aus politischer Sicht nicht mehr vorhanden sind.

47:45 Wenn da jemand sagt, „Wir machen das“, dann machen die das. In Deutschland haben Sie da eine / können Sie nicht einfach an die Brücke gehen und sie haben irgendwelche Teile im Verkehrsraum, dann wird es schon ganz ganz schwierig. Also, das ist bei uns schon / stellen Sie sich vor, Sie haben da was und da passiert jemandem etwas: der klagt Sie in Grund und Boden. Das wird in China nicht passieren.

48:15 Da hat Deutschland eine gute Grundlage und Sicherheit für alle Beteiligten irgendwie, aber verhindert natürlich auch manche schnellen Umsetzungsprozesse.

48:23 Unsere Regelwerke, die haben was Gutes, natürlich. Wir tendieren dazu, alles bis zum Geht-Nicht-Mehr zu vereinheitlichen, aber man könnte natürlich auch der Auffassung sein, dass diese Regelwerke die Innovation bremsen. Aber das ist eben die Balance zwischen „Ich bin zuständig für die Sicherheit auf meinen Straßen und da kann ich es natürlich nicht verwehren, dass Produkte eingesetzt werden, von denen ich nicht genau weiß, welche Performance sie haben“. Das funktioniert nicht, das kann ich nicht machen. Das ist dieses Spannungsfeld, das ist ganz schwierig.

49:14 Damit wäre duraBAST, dieses künstlich erschaffene Feld, um das zu testen.

49:20 Genau, das war ja die Idee damals.

49:23 [Im Jahr] 2017 war das?

49:25 Die Vorüberlegungen waren schon vorher da, ich mein das muss ja auch alles finanziert werden vom BMVI, das dauert schon. Und die Stadt Köln, das ist schon /

49:40 Das ist der Bereich von Köln, das Autobahnkreuz, in dem - /

49:42 Ja, die Planfeststellung macht Köln. Das war schon / Ich meine, wir hatten Glück, dass da mal ursprünglich eine Bundesstraße geplant war, in diesem Kreuz, aber nie realisiert wurde.

49:58 Auf das Gebiet konnten Sie dann?

50:02 Genau, das war Bundesgebiet, deswegen war es vergleichsweise einfach. Aber dennoch: diese ganze Genehmigungs-/ ist schon sehr umfangreich in Deutschland. Und das ist dann ja auch egal, ob es eine Untersuchungsstrecke oder eine Straße ist.

50:18 Darauf kommt es im Endeffekt nicht mehr an, das stimmt.

50:22 Da haben sie Grünflächen zurückgebaut, da hatten sie Ersatzflächen. Das ist das gleiche Prozedere, wie bei einer normalen Straße. Aber das ist das, was uns daran hoffentlich künftig weiterbringen wird. Dass wir diesen Schritt dazwischen haben und hoffen, dass wir dadurch Innovationen schneller auf die Straße bringen können. Das ist ganz wichtig.

50:50 Klar, zügig Maßnahmen implementieren. Sie sagten vorhin, dass Sie erst letzte Woche in Madrid bei einem Treffen von PIARC waren. Der [derzeitige] Zyklus endet 2019, meine ich mich zu erinnern.

51:03 Jetzt im Oktober, genau. Im Oktober ist der Weltstraßenkongress in Abu Dhabi.

51:09 Und der nächste Zyklus geht vier Jahre!?

51:12 Die haben immer 4-Jahres-Zyklen, PIARC, beginnt und endet eigentlich mit dem Weltstraßenkongress. Die Kick-Offs der neuen / Es gibt ja immer neue Komitees, die werden nicht / am Ende des Zyklus stehen alle offen. Das heißt, grundsätzlich ist es nicht so, dass man mit der gleichen Struktur weitergeht, sondern es werden neue Komitees festgelegt, es werden neue *Chairs* vom *Council* gewählt. Normalerweise hat man dann im Januar / ja, jetzt im nächsten Jahr wird es im Januar sein / hat man Kick-Off-Meetings, wo alle Komitees zusammenkommen. Und sie wollen in diesem Jahr den strategischen Plan, heißt das Ding, das können Sie herunterladen, *strategic plan*, 2016-2019 ist jetzt der momentane Plan.

52:23 Den findet man auf der PIARC – Webseite.

52:27 Genau, wenn nicht, müssen Sie mir eine Mail schreiben. Der müsste normalerweise *public* sein. Sie kommen nicht in die Komitees rein, auch nicht an die Mitglieder. An die Produkte doch, die können Sie runterladen, müssen Sie sich einmal anmelden, aber die sind glaube ich frei, also alle Veröffentlichten.

52:50 Ich glaube, ich bin tatsächlich angemeldet, weil ich mich nach der Delegationsreise auch angemeldet hatte, dann schaue ich da mal.

52:57 Wir machen jetzt, wie gesagt, jetzt gerade den neuen strategischen Plan und da hatten wir vorige Woche in Madrid hoffentlich das letzte Meeting zu dieser Sache. Heftige Diskussionen, wie immer bei diesen Dingen. Weil das ist die Arbeit der nächsten vier Jahre und da will natürlich jeder sich berücksichtigt finden. Das Ziel ist immer noch, das jetzt zu Abu Dhabi fertig zu haben. Das war früher deutlich danach, was dann dazu geführt hat, dass die Komitees nicht wussten, wie es weitergeht oder mit welchen Themen es weitergeht. Das hat man jetzt mit einem gewissen Overlap / wir haben jetzt schon oder seit ein paar Monaten schon die neuen *Chairs*. Wir haben also die neue Struktur schon beschlossen, die *Chairs* und *Coordinators* sind alle schon gewählt. Das heißt, das ist jetzt viel besser. Jetzt

brauchen wir noch den Plan und dann kann man bei den Kick-Offs, in Paris sind die normalerweise, schon fachlich arbeiten. Die Mitglieder sollen auch noch in diesem Jahr nominiert werden der TCs.

54:24 Also etwas zügiger - /

54:27 Ja, genau. Dieses Overlap ist natürlich organisatorisch etwas schwer. „Wer ist denn jetzt der *Chair*?“ Wir haben einen bestehenden und der ist ja formell noch im Amt.

54:39 Und der wird auch so schnell nicht rausbringen lassen.

54:40 Bei neuen Komitees ist das nicht schwer, das ist keine Frage. Aber bei Bestehenden: wer bestimmt denn jetzt über die nächsten vier Jahre? Ist das der bestehende *Chair* oder der neue oder beide?

54:58 Einigt man sich das dann auf persönlicher Ebene, funktioniert das oder gibt es da Regeln?

55:04 Auch. Aber wie immer im Leben gibt es solche und solche. Das ist ja normal, das ist menschlich.

55:15 Sind denn in dem neuen Plan schon Ideen, die vielleicht auch in Richtung digitale Ideen gehen auf Welt- oder globaler Ebene beschlossen oder werden geplant?

55:26 Ich sage mal, das *Council* ist so das Organ, was entscheidet. Da gibt es dann noch *Ex-Com* und so weiter, hat gesagt, dass *Climate Change, Resilience, Road Safety*, klar, dass das diese Cross-cutting issues, also die Querschnittsthemen sein sollen. Also *Climate Change* ist dabei und in meinem / Ich habe dann nochmal / das ist schwierig / in meinem Ast, in meiner *Section* habe ich nochmal versucht, sehr stark nochmal Digitales einzubringen. Das ist mir zum Teil gelungen. Es kommen so Begriffe / man hat verstanden, worum es geht / es kommen so Begriffe, wie Big Data, Smart Data, Analytics, die kommen. Aber so ein PIARC ist natürlich auch ein Riesentanker, wenn der einmal in Fahrt ist, den werden Sie nicht auf engem Raum drehen. Aber man hat realisiert, dass man ohne diese Themen nicht mehr weiterkommt. Wir als BAST werden auch nicht mehr weiterkommen, wenn wir uns nicht massiv mit Digitalisierung befassen.

56:52 Aber andere Länder ja genauso. Auch in anderen Länder sind Big Data und Smart Data ein Thema.

56:56 Ja klar, das sind die Themen. Okay, das geht jetzt im Moment mal in anderen Bereichen, aber das kommt auf die Infrastruktur genauso zu. Da werden wir hoffentlich die Vorteile da heraus ziehen können. PIARC hat das realisiert, das ist jetzt der nächste SP [Strategic Plan] wird nicht, ich sage mal, von digitaler Transformation dominiert, weil diese – sage ich mal – alte Themen, klar, die haben auch weitere Berechtigung, aber – /

57:38 Die Kombination aus beiden ist halt notwendig.

57:41 Genau. Im nächsten Plan wird es noch digitaler, gehe ich mal stark von aus.

57:47 Es ist ja auch ein großer Megatrend, in allen Lebensbereichen mittlerweile. Kompletzt ignorieren kann man es eh nicht mehr.

57:53 Na klar. Ich habe mal ein Papier dafür geschrieben, für die Sitzung auch, wo ich ausgehend von diesen Megatrends mal geguckt habe, welche Themen müsste man machen. Aber es ist natürlich schwierig in so einem großen Laden.

58:09 Wie viele Mitglieder umfasst die PIARC?

58:12 120 Länder. Sie können Mitglied werden, individuell, aber Sie können nicht sagen, „Ich arbeite bei PIARC mit“, da müssen Sie von Ihrem Mitgliedsland nominiert werden. Und dann, im Falle der *Chairs*, gewählt werden durch den Council, oder wer macht das, ich hab keine Ahnung. Die *Chairs* und *Secretarys* werden gewählt und die Mitglieder werden dann von ihrem Mitgliedsland nominiert. Da kommen Sie nicht so einfach rein mit „Hier bin ich, ich will mal gerne da mitmachen“, denn das ist ja eigentlich die Straßenbauverwaltung. Die sind ja eigentlich der Eigentümer und Betreiber. Da sind private Consultants natürlich auch vertreten, aber nicht so umfangreich.

59:16 Es macht ja auch Sinn, dass möglichst viele Akteure zusammenkommen und sich austauschen, aber tatsächlich das technische Wissen, dass das bei bestimmten Leuten bleibt.

59:24 Man ist dahinter. Man fokussiert ja auf Schwellen- und Entwicklungsländer und sagt „Wir wollen die unterstützen in ihren Tätigkeiten“, aber einige Komitees, aber andere, das wurde auch diskutiert, die sind so abgehoben, dass sich die Entwicklungsländer fragen „Ja und? Shared Mobility in Afrika“ [ist unnötig].

59:46 Das wird sowieso schon durchgeführt auf den Trotros hintendrauf.

59:48 Genau, das geht anders / Man muss sich immer davor hüten. Das wurde auch diskutiert, dass wir die Themen, die bei uns hip sind, dann versuchen auf Entwicklungs- und Schwellenländer / da werden die uns groß anucken bzw. werden sich nicht beteiligen.

1:00:08 Wobei gerade aus solchen Ländern, wo Temperaturen schon länger hoch sind, gelernt werden kann. Gerade der Rückfluss an Informationen ist für westliche Industrienationen wichtig.

1:00:13 Na klar, das ist wichtig. Wir hatten in meinem TC, natürlich Australien. Die haben alles: von Temperaturen bis zu großen Feuern bis zu Überschwemmungen. Oder Japaner, da kommt der ganze Erdbebenbereich dazu. Das haben wir überhaupt nicht. Wenn das in Richtung Emergency Management geht, kann man von denen sehr gut lernen. Die sind so schnell und so gut aufgestellt, die Japaner, das glaubt man gar nicht. Das ist der Vorteil von PIARC, dass man aus diesen Bereichen Informationen bekommt, die man sonst eigentlich / wo man gar nicht dran kommt.

1:01:05 Aber dieser Austausch von Wissen passiert in den Treffen der Komitees selbst oder auch wieder über Plattformen, wo diskutiert werden kann, wo Dokumente hochgeladen werden können?

1:01:14 Das ist eigentlich ein TC-interner Prozess. Wir haben auf der PIARC – Seite so einen Webspaces, wo jeder seine Dokumente hoch lädt, TC-Meetings vorbereitet werden oder bei mir in E.1, wir haben glaube ich 100 Case Studies, da ist die ganze Case Study – Datenbank, da kann jeder, der Zugang hat / das ist das TC glaube ich, kann da reingucken. Das ist so unsere Austauschplattform, aber das ist jetzt auch keine / zumindest dieser Bereich ist nicht öffentlich. Öffentlich ist diese Library, das sind aber die fertigen Produkte. Alle Produkte davor, die bleiben TC-intern. Wenn ein anderes TC fragen würde, „Kann ich da mal reingucken?“, logo, kein Problem. Aber, wenn jetzt ein Dritter fragen würde „Kann ich mal auf euren Webspaces zugreifen?“, dann würden wir, glaube ich, sagen „Nee, eher nicht“. Wir spielen auch Produkte oder Berichte, wenn jetzt jemand uns fragt „Können wir da mal reingucken“, dann ist das eine Sache, die wir beim TC-Meeting entscheiden, ob jemand vorab irgendwelche Informationen bekommt. Nee, das ist schon reglementiert und das macht auch Sinn.

1:02:49 Sonst würde es auch zu viel werden.

1:02:52 Das würde auch zu viel werden. Das ist schon sehr komplex jetzt, wenn wir einen Webspaces haben von Australien bis Mexiko, dann wird es zeitlich schon relativ schwierig.

1:03:04 Und im Endeffekt sind es auch die Komitee-Meetings, in denen man sich face-to-face wahrscheinlich /

1:03:09 Auch, aber wir nutzen auch sehr viele Webex, weil eben die Reisekosten bei allen Verwaltungen einen Riesepunkt sind. PIARC ist teuer.

1:03:22 Ja gut und grundsätzlich, digitale Lösungen zu finden, die Reisekosten sparen, Zeit sparen, das Klima schonen, um das wir ja hier kämpfen. Das sind ja gerade die Themen, das ist der Hintergrund von diesen Plattformen.

1:03:33 Ja natürlich, aber ich sehe noch nicht, dass man völlig auf diese[n] face-to-face[-Aspekt] verzichten kann. Wir versuchen das, soweit es geht, zu begrenzen, aber das sind dann halt internationale Dienstreisen. Das ist nicht immer angenehm, für keinen.

1:03:57 Aber auch bei Lösungen, die im Feld durchgeführt werden, also z.B. Laserscanning, bei denen Hotspots entdeckt werden, da sagten Sie im Oktober bei dem einen, ersten Vortrag auch, dass eine handnahe Prüfung trotzdem immer noch erforderlich ist. Wird das bleiben?

1:04:11 Ja, das bleibt, aber das wird gelockert, sicherlich gelockert. Aber da haben wir wieder genau den Punkt: wir haben Regelwerke, die einheitlich eingeführt sind. Damit stellen wir die Sicherheit unserer Bauwerke her oder sichern das. Wir haben schon Bauwerksprüfungen gesehen, wo das an Externe vergeben wurde. Da hat ein Ingenieurbüro mit einem Fernglas irgendwelche Schäden / ja klar, spart Zeit und Geld. Aber das will man natürlich nicht. Das ist genau dieses Spannungsfeld, dass ich mich natürlich neuen Dingen gegenüber aufgeschlossen zeige und muss natürlich weiterhin die Sicherheit garantieren. Das ist der Punkt.

1:05:05 Sich da dann komplett drauf verlassen, ist schwierig.

1:05:07 Es werden weiterhin Ingenieure vor Ort sein und an die gegeben. Ob sie das noch zu Hundert Komma Null Prozent machen, ob sie Vorselektionen haben durch digitale Unterstützung, sicherlich. Aber, dass ein Ingenieur das aus dem Büro macht und die Drohne fliegen lässt, ich glaube, das erlebe ich sowieso nicht mehr, also beruflich eh nicht mehr.

1:05:34 Das macht im Endeffekt ja auch Sinn. Das menschliche Auge hat ja auch Jahrzehnte lang /

1:05:38 Das ist ja auch ein Algorithmus, der sehr gut funktioniert. Und, wenn ein Ingenieur tausende von Bauwerken gesehen hat, der guckt da drauf und hat sofort eine Idee. Das können sie ja wahrscheinlich nicht so schnell durch eine KI [Künstliche Intelligenz] abbilden. Und, wie gesagt: die Konsequenz. Wir reden nicht über eine Industrieproduktion, wo sie dann /

1:06:05 .. wo vielleicht mal ein Fehler drin sein darf.

1:06:06 ... mal eine Charge wegwerfen, wenn es dumm läuft. Sondern wir reden über die Sicherheit. Wenn man so Brückeneinstürze wie Genua sieht – warum auch immer das passiert ist – das darf natürlich nicht passieren. Passiert auch, aber das ist natürlich / die Eintrittswahrscheinlichkeit muss ich auf ein absolutes Minimum begrenzen. Dafür stehen wir gerade als Ingenieure und als Eigentümer und Betreiber, dass wir die Sicherheit dessen, was wir bauen, auch garantieren und gewährleisten. Eine Versagenswahrscheinlichkeit hat jedes System, ist nun mal so. Flugzeuge auch, zehn hoch minus 9 stürzt das ab, okay, Pech gehabt.

1:06:59 Die Chance zu vergrößern, dass es eben nicht passiert, das ist das Ziel.

1:07:02 Genau, das ist der Punkt. Ich sage mal, Lösungen und Prozesse zu definieren, die mir sicherstellen, dass ich auch über diese lange Nutzungsdauer dieses Produkt nutzen kann, sicher nutzen kann, das ist / dazu haben wir Regelwerke und alles, was dazu gehört. Aber wie gesagt: die Digitalisierung wird da mehr und mehr Raum bekommen. Letztendlich muss ein Ingenieur den Prüfbericht unterschreiben und nicht die KI.

1:07:40 Da steht dann sein Name.

1:07:42 Vielleicht in ferner, ferner Zukunft, aber dann brauchen wir auch keine Brücken mehr. Aber im Moment ist das noch so, dass der Eigentümer dafür gerade steht.

1:07:55 Eine allerletzte Frage hätte ich noch und zwar: Kennen und verwenden Sie webbasierte Anpassungsplattformen – jetzt nochmal zurück zu dem Plattform-Aspekt – auf europäischer oder deutscher Ebene, wie beispielsweise von der European Environment Agency.

1:08:13 Wir als BASt verwenden sie ja nicht direkt, weil wir nicht der Eigentümer und Betreiber sind. Wir haben im Rahmen von PIARC in meinem TC / wir haben das *PIARC Framework Adaptation*, das haben wir, werden das künftig fortschreiben bzw. Caroline Evans wird das im nächsten Cycle machen. Da haben wir uns natürlich verschiedenste Plattformen angeschaut und die auch ein bisschen beobachtet, auch mal durch einzelne Kolleginnen und Kollegen aus den Mitgliedsstaaten analysieren das. FHWA finde ich persönlich sehr gut, was die haben. Das ist eine Plattform, die glaube ich gut ist, gut aufgebaut ist, nicht zu wissenschaftlich ist. Da sind Sie, wenn Sie fünf Seiten über IPCC-Szenarien lesen müssen, da würde ich sagen, da hat ein Eigentümer keine Lust zu. Es mag sein, dass es da interessierte Leute gibt, aber es muss auf den Punkt kommen. Mich interessiert / ich habe ja auch anderes zu tun. Was will ich wissen? Ich will wissen: Welche Bedrohungen wirken auf mein Bauwerk? Wo sind die Verwundbarkeiten? Welche Risiken ergeben sich daraus? Wie kann ich handeln? Das sind im Prinzip immer diese 4 Schritte, also welche Einwirkungen habe ich zu betrachten für mein Element, wo sind die Verwundbarkeiten meines Elements? Bin ich da exponiert? dann muss ich gucken: ist das sicher bzw. wie kann ich es sicher machen, d.h. welche Maßnahmen sollte ich ergreifen? Das ist im Prinzip relativ trivial.

1:10:18 Und, wenn man dann noch andere Informationen über weitere IPCC-Berichte möchte, die kann man sich woanders suchen.

1:10:25 Die hole ich mir, die muss nicht unbedingt / da reicht auch ein Link auf einer Plattform. Das alles in einem Tool / ich denke, diese FHWA, das gefällt mir ganz gut. Das ist nicht zu viel und man kann auch immer, wenn man will, kann man bisschen tiefer gehen und kriegt Links zu Berichten, zu Reports. Oder man kann das auf einer relativ einfachen Ebene / und die Sache ist auch, dass ein Tool, ich sage mal, immer nur bis zu einer gewissen Ebene gehen kann. Das heißt, ein Tool wäre für mich dann sinnvoll, wenn es mir eine erste Vorauswahl von Elementen liefert, die ich näher betrachten sollte. Weil nachher bei Pavement, weiß ich nicht, bin ich nicht so bewandert, aber bei Brücken zumindest hier bei uns in Deutschland, ist eigentlich dann jedes Bauwerk anders. Das heißt, wenn ich sage „Okay, dieser Brückentyp ist vielleicht da / hat vielleicht diese Schwachstellen und ist für diese Bedrohung oder für diese Einwirkung möglicherweise kritisch, und wenn ich dann ein spezifisches Objekt im Auge habe, dann mache ich es im Detail oder lasse es im Detail machen durch einen Consultant. Ich denke, das müssen wir auch im Auge behalten bei solchen Plattformen. Die werden mir nicht sagen „Und die Brücke XY musst du in 3 Jahren mit dieser Maßnahme /“, das wird nicht funktionieren. Ein Tool kann mir sagen „Okay, bei solcher Art Brücke in dieser Region wirst du bei diesem Klimaszenario vielleicht Probleme bekommen“. Das war es dann und das reicht auch, das reicht. Wenn ein Eigentümer sagt „Das ist für mich relevant“ und diese Vorauswahl ist wirklich gut und auch plausibel und funktioniert, dann hat ein Tool eigentlich schon gewonnen. Wie gesagt: diese Feinanaly-

se wird auf Objektebene und dann mit ganz anderen Tools / dann wird es ingenieurmäßig, messungsmäßig zur Sache. Dann muss ich Verkehrsszenarien rechnen in Kombination mit Temperatur. Das kann ein Tool nicht leisten und das soll es auch gar nicht. Das muss man auch immer berücksichtigen. Wenn eine zuverlässige Vorauswahl erfolgen kann und wenn ein Tool das liefert, ist es super.

1:13:23 ... also eine Art Meta-Auswahl darstellt.

1:13:25 Genau, dem Anwender sagen, „Da sollst du mal hingucken“, „Untersuch mal diese Bauwerke oder diese vielleicht nicht“. So etwas, das hilft. Aber dieses Tool bis runter zu den Ingenieur-Prozessen, das kann man vergessen.

1:13:43 Das ist im Prinzip jetzt auch eine der Ideen, die hinter dem sogenannten ClinfoMATE steht. Ich kann Ihnen gerne den Link auch noch einmal per Email schicken. Es gibt einen Prototypen, bei dem noch viel Text durch einen Beispieltext eingesetzt ist, aber der fragt genau solche Sachen ab. Im Endeffekt kommt es dann aber auf die Projektebene bzw. in den Komitee-Bereich oder in Gruppenprojekt-Bereich, dass man sagt „Okay, wir müssen jetzt konkret zu dem Objekt hingehen und verschiedene Ingenieure und andere Akteure mit dazu holen.“ Das kann eine digitale Plattform nicht mehr erreichen.

1:14:15 Da ist es dann zu Ende. Da muss der Eigentümer dann seine eigenen Prozesse, die er ja hat / Er hat eine Gruppe, die macht Erhaltung. Er hat eine Gruppe, die macht Nachrechnungen von Brücken. Diese Prozesse sind ja vielleicht nicht spezifisch für Klimaanpassung, aber die Prozesse sind ja da. Da weiß eine Verwaltung, wie das funktioniert.

1:14:42 Und das Vorwissen ist da.

1:14:45 Das Vorwissen ist da. Und dann haben sie Leute, die diese spezifische Brücke von Bau an kennen. Dann haben sie die Prüfindenieure, die das Bauwerk schon fünf Mal untersucht haben und die sagen „Nee, da gibt es gar kein Problem“. Das kann ein Tool und wird es auch nicht leisten und soll es auch gar nicht leisten, meiner Meinung nach. Dann schießt das stark über das Ziel hinaus.

1:15:13 Es ist halt immer die Frage, natürlich würden Arbeitszeiten eingespart werden /

1:15:20 Ja klar. Am schönsten wäre es, wenn sie ein Foto der Brücke hochladen und das Tool sagt ihnen „Im Jahre sowieso machen Sie diese Maßnahme, dann machen Sie diese Maßnahme und die kostet so und so viel.“ Nee.

1:15:37 Das ist far far away.

1:15:38 Das wird nicht funktionieren. Ich denke irgendwo ist die Ebene, da muss ein Tool aufhören.

1:15:51 Wenn es die Vorauswahl erreicht /

1:15:54 Das ist super. Wenn es die zuverlässig erreicht, super. Das muss es liefern. Ich sag mal, wenn da ein gewisser Anteil an Fehlindikationen sind, wird der Anwender sagen „Brauche ich nicht“. Das muss schon bewusst funktionieren. Das ist wie bei Tunnels oder Alarm: wenn man in der Leitzentrale sitzt und Sie da die Anzahl der Fehlalarme zu hoch haben und alle 20 Sekunden ein Alarm angeht und der Operator guckt und sagt „Ist wieder Fehlalarm“, wird er beim richtigen Alarm auch nicht mehr gucken. Das ist diese / es darf weder zu scharf sein, aber das ist sehr sehr schwierig, dieses Level rauszukriegen.

1:16:47 Aber mit diesen Toolkomponenten, die ich jetzt auch gerade noch mal ein bisschen erfragt habe, da würden Sie sagen, damit würde man ein rundes Bild bekommen?

1:16:55 Ja, das würde helfen.

1:16:58 Mir kam jetzt gerade noch die Frage: wenn so eine Art Tool auf Englisch wäre / hätten Sie so eine Art Tool lieber auf Deutsch, auf Englisch, wäre das egal in dem Moment? Begrifflichkeiten, nehme ich mal an, sind sowieso bilingual.

1:17:11 Wenn Sie an unsere Straßenbauverwaltungen denken, müssen Sie das Deutsch haben. Keine Chance. Wenn Sie an / uns ist das egal. In der BAST, wir arbeiten oder viele unserer Leute arbeiten international, aber gucken Sie mal bei PIARC. Wir haben drei Sprachen, offizielle. Und alle unsere Berichte werden noch übersetzt, aus gutem Grund. Weil die spanische Welt spricht nicht so gut Englisch und wir haben in unseren Komitees auch Fachleute, die spanischsprechenden *Secretary*. Das sind dann meistens Ingenieure in unserem Fall. Die machen, kriegen vielleicht eine Vorübersetzung, aber die sehen zu, dass die Begriffe, die ingenieurmäßigen Begriffe passen. Da kann man zwar sagen „Das braucht man heutzutage nicht mehr, ich bin da nicht mehr so sicher. Gerade im spanischsprachigen Raum, Französisch, vielleicht noch / wenn ich an Frankreich denke, aber da sprechen viele Englisch. Aber im spanischsprachigen Raum oder Südamerika oder, wenn Sie an Afrika denken, was da Französisch anbelangt, die sprechen kein Englisch. Deshalb macht PIARC bisher gnadenlos mit hohem Aufwand, finanziell, das kostet sehr viel Zeit und Geld, macht diese Übersetzungen. Und auch hier / wir machen keine / in der BAST machen wir keine Meetings auf Englisch, wenn da Straßenbauverwaltungen beteiligt sind.

1:19:11 Dann findet alles auf Deutsch statt?

1:19:12 Das kann man nicht machen.

1:19:17 Naja gut. Gerade, wenn die Begrifflichkeiten klar sein müssen, dann ist es notwendig, in spezifische Sprachen zu machen.

1:19:26 Wie gesagt, bei den Straßenbauverwaltungen mögen Sie Leute haben, die international tätig sind, für die ist das kein Problem. Aber, wenn Sie dann auf die Bauwerksprüfer eben / nee, das können / das werden die nicht anwenden.

1:19:44 Im Endeffekt ist vermutlich die Übersetzung eines Tools noch einfacher als von einem kompletten Bericht übersetzen zu lassen. Was heißt einfacher, aber vom Aufwand wahrscheinlich geringer.

1:19:53 Also wir lassen die durch DeepL laufen als erste / und dann geben wir die an die Muttersprachler und die machen das dann. Weil sie ja auch Ingenieure sind, wissen sie auch die Begriffe. Wir haben hier mal getestet, ein normales Übersetzungsbüro, ist von der Qualität her mit DeepL vergleichbar, maximal.

1:20:25 Aber wahrscheinlich teurer.

1:20:28 Ja, das kann man so sagen. Unser ÖA [Öffentlichkeitsarbeiter] hat mal ein paar Testübersetzungen gemacht bzw. wir haben auch festgestellt, dass uns Maschinenübersetzungen verkauft wurden.

1:20:47 Naja, wenn der Inhalt stimmt.

1:20:49 Wenn es in Ordnung ist, ist es okay. Aber wie gesagt, aus meiner Erfahrung in PIARC und, was ich hier in Deutschland sehe, muss das von einem Muttersprachler, der auch im Kontext ist, also entweder ein Ingenieur oder ein Klimatologe, der muss die Übersetzung zumindest prüfen. Weil, wenn Sie da ein paar falsche Begriffe ingenieurmäßig haben, dann ist das für den Ingenieur schon tot. Wenn der sich sagt „Der weiß ja noch nicht wie man Wiederlager übersetzt“, dann wird der das auch nicht

akzeptieren. Das muss ein Muttersprachler, und am besten mit dem jeweiligen Background, übersetzen. Die Fachbegriffe müssen 100 Prozent passen, sonst ist das nicht akzeptabel.

1:21:43 Eine Grundvoraussetzung, klar. Ich bin tatsächlich davon ausgegangen, dass Englisch grundsätzlich erst einmal reichen würde, aber natürlich: wenn es um spezifisches Vokabular geht /

1:21:56 Das wissen die nicht. Ich weiß nicht, Fahrbahnübergang, Rollenlager, was weiß ich. Das wissen die nicht. Das muss übersetzt werden, also wenn Sie es wirklich zum Endkunden bringen wollen / also wenn Sie das irgendeinem Consultant geben, der macht das für die Verwaltung, dem ist das egal. Der hat Leute, die arbeiten sich da rein. Aber, wenn Sie wirklich an die Endanwender, an die Eigentümer und Betreiber selbst / vielleicht ist das auch bei unserem Sektor anders im Vergleich zu Energie, das kann ich nicht beurteilen. Aber eine Straßenbauverwaltung spricht Deutsch und nur Deutsch. Und wie gesagt: man muss auch die Gefahr sehen, wenn Sie da eine Übersetzung haben, wo der Anwender schon das Gefühl hat „Das passt nicht“, dann heißt das gleich / macht ihn misstrauisch. Dann denkt der sich „Wissen die da, was sie tun?“. Das muss professionell übersetzt werden und das muss passen. Da müssen sie glaube ich etwas investieren. Ist natürlich, klar, ist schwierig.

1:23:19 Klar, aber notwendig, um die Ergebnisse zu generieren.

1:23:24 Wie gesagt, ich kenne hunderte Tools. Ich kenne auch viele Tools, die nicht genutzt werden, gar nicht, weil eben bei der EU-Forschung immer Tools gemacht werden. Wir haben auch unsere / wir haben da auch draus gelernt: wir haben tatsächlich in unseren letzten EU-Projekten immer alle Leitfäden in mindestens drei bis fünf Sprachen übersetzt, je nach Partnern im Projekt, und auch die Tools. Tschechisch haben wir gemacht, weil der Betreiber gesagt hat „Wenn ich das an meine Verwaltungen, an meine Units gebe, der kann das nicht auf Englisch lesen“. Die können das nicht. Und das haben wir dann gemacht. Das muss man berücksichtigen. Da ist Vieles auf der Gefühlsebene. Wenn ich schon das Tool aufmache und ich hab so ein Gefühl „Das ist semi-professionell oder spielt nicht in meiner Welt“, dann führt das nicht zu Akzeptanz und das will man ja haben.

1:24:47 Ja natürlich, a) der Anbieter, der sich ja auch Mühe gegeben hat mit dem Tool und b) der Nutzer, dass er auch hinterher weiß „Wo sind denn jetzt meine Risiken?“.

1:24:55 Genau, das ist ganz wichtig. Und das spielt auf der Feinebene. Das haben Sie ja auch, wenn Sie einen Text lesen auf Deutsch. Hat das ein Muttersprachler geschrieben oder nicht? Das muss nicht / Wir schreiben ja keinen Roman oder für den Nobelpreis, aber für uns in der Ingenieurwelt muss es fachlich sauber formuliert sein. Ob da jedes Wort stimmt, ob der Satz hundert Prozent poetisch schön klingt, das ist uns als Ingenieur völlig egal. Aber, wenn ein Begriff nicht stimmt und das passiert zwei Mal, dann denken wir uns „Wer hat das denn gemacht?“. Sie verstehen, was ich meine? Das müssen Sie gewährleisten, sonst kommen Sie nicht runter. Das ist eine hohe Hürde.

1:25:56 Aber gut, wie gesagt, wenn hinterher tatsächlich / wenn eine globale Plattform so übersetzt werden kann, dass sie nutzbar ist und auch alle das Gefühl haben „Meine Bedürfnisse werden erkannt“, dann /

1:26:07 „... ich kann das nachvollziehen, das ist meine Sprache, das ist meine Welt, meine Denke“...

1:26:16 „... und das Vokabular, das auch ich benutze“...

1:26:18 ... dann werden sie das auch anwenden. Ansonsten haben sie keine Zutrauen und Zeit hat keiner, mit dem Tool da noch / „Was meint der jetzt?“, da haben sie keine Lust und auch keine Zeit zu. Wir haben, hatten so ein Resilienzprojekt, ein europäisches, und da wurden auch Tools entwickelt. Da haben wir in einem RP [Resilienzprojekt] die Validierung dieses Tools gemacht und wir sind dann mit

diesen Tools vom Draft tatsächlich auch in die Straßenbauverwaltungen, weil wir gesagt haben „Wenn wir das verstehen, dann ist das schön und gut, aber wir sind erstens im Projekt, haben den Background und zweitens /“

1:27:11 ... einfach länger damit auseinander gesetzt.

1:27:14 Länger damit auseinander gesetzt und wir sind wirklich mit diesen Tools in die Verwaltungen gegangen und haben denen die Tools gezeigt und die haben uns sofort ein Feedback gegeben. Da haben wir viele Dinge ausmerzen können, wo wir und die Universitäten als Projektentwickler nie drauf gekommen wären. Das war extrem hilfreich. Das ist zwar ein Riesenaufwand, das waren Monate, von denen wir da reden, aber das hat glaube ich das Tool sehr viel besser gemacht.

1:27:48 Wahrscheinlich einfach verfeinert und von dieser wissenschaftlichen Ebene geholt, die Sie angesprochen hatten.

1:27:53 Genau. Es muss natürlich wissenschaftlich fundiert sein, das ist klar, aber Sie müssen dem Anwender nicht zeigen, wie hoch wissenschaftlich Sie sind. Das interessiert ihn nicht. Das ist für Unis oder für Forscher zum Teil sehr schwer zu verstehen. Das hat er auch nicht gerne. Aber Sie müssen das Ding auf den Punkt bringen. Es wird niemand mehr / gerne auch bei PIARC diskutiert „Sind denn unsere Berichte überhaupt noch standesgemäß?“ Das ist durch. Wer liest denn 100 Seiten, frage ich Sie? Nee, ich tue das nicht.

1:28:37 Wenn, dann die Passagen, die wirklich notwendig sind, aber die sucht man sich dann heraus.

1:28:39 Ja, aber was mache ich denn, wenn ich ein neues Thema habe? Google, Youtube, so dann habe ich irgendwelche Literaturquellen und dann arbeite ich mich sukzessive runter. Aber, dass ich mich irgendwo hinsetzen kann, drei Wochen und Literatur lesen, vergessen Sie es. Und das kann eine Straßenbauverwaltung gar nicht. Das muss auf den Punkt, nicht zu viel und nicht zu wenig. Und wie gesagt: man kann auch das mit Links immer sehr schön machen. Dass man sagt „Okay, das ist ein Begriff, wo man draufklickt und, wenn er was wissen will, kriegt er mehr Informationen“. Das muss man auch gut designen.

1:29:27 Die Oxford University hat den UK CIP Adaptation Wizard, ich weiß nicht, ob der Ihnen was sagt, gemacht. Das ist im Prinzip auch schon so ein Tool, das in die gleiche Richtung geht. Das hat glaube ich sechs oder sieben Kapitel von *Getting Started* bis *Monitoring*, ob die Anpassungsmaßnahmen tatsächlich auch sinnvoll waren und genau da werden mit Links weitere Informationen bereitgestellt. Oder in der Anpassungsphase „möchten Sie so weitergehen oder so?“. Das heißt, dem Nutzer wird da schon die Möglichkeit gelassen.

1:29:55 Er muss nicht das ganze Ding sehen. Wenn er es sehen will, soll er Zugriff haben, aber das bringt ihn nicht weiter und verwirrt ihn eher und schreckt ihn ab, wenn Sie da ein Monster auf dem Bildschirm haben und er sieht „Ich muss durch fünfzig Schritte durch“.

1:30:15 Wobei es auch nicht zu verwirrend sein darf, ständig nur von Links zu Links weitergeleitet zu werden. Das hatte ich teilweise auch das Problem bei den Tools, die ich gefunden hatte.

1:30:20 Natürlich, da wissen Sie gar nicht mehr, bei welchem Level Sie sind. „Wie komme ich denn jetzt zurück?“. Na klar.

1:30:27 Und Plattformen, die etwas angeboten haben, aber nicht direkt zu dem Tool geleitet haben. Auf einmal war ich bei einer Plattform, auf der war ich schon 20 Minuten vorher. Es war alles miteinander verbunden und unübersichtlich, das darf es halt nicht sein.

1:30:40 Das ist aber die hohe Kunst bei so einem Tool / wir haben mal, was war das, ein nationales Projekt, das war Tunnelleitzentralen, da haben wir ESIMA war das, genau / da haben wir so eine On-line-Realtime-Risikoanalyse für Tunnelleitzentralen gemacht und da hatten wir tatsächlich eine Hochschule, eine Professorin, die sich nahezu ausschließlich mit Bildschirmdesign und solchen Dingen befasst hat, die uns dann gesagt hat „Wie muss das denn aussehen, dass man das überhaupt noch verstehen und begreifen kann?“. Das war superhilfreich. Als Ingenieur, klar, Sie müssen gucken, was kann denn der Mensch noch / das sind dann Realtime-Lösungen, da können Sie nicht lange überlegen. Wenn Sie da einen Fehler machen, weil Sie irgendetwas nicht verstanden haben, dann ist das nicht so gut. Und das war hilfreich, das Design von solchen IT-Applikationen, fand ich superinteressant, was die gemacht haben.

1:31:50 Das herunter zu brechen, wahrscheinlich auf das Verständnis.

1:31:52 Die hatte einen Lehrstuhl für dieses Thema.

1:32:00 Solche Leute braucht man dann auch wieder. Es gibt ja superviele Visualisierungsmöglichkeiten etc., aber es so darzustellen, dass es schnell und leicht begreifbar ist /.

1:32:08 Nein, es muss ja auch / ich sag mal, die Schnittstelle muss passen, die Human-Machine-Interface muss passen. Wenn ich da zu viele Informationen auf dem Schirm habe, die ich gar nicht erfasse, dann lehne ich es intuitiv schon ab. Das sind alles so Aspekte. Das war super, was die gemacht haben. Das war interessant.

1:32:32 Das geht ja auch so ein bisschen in die Richtung, dass Klimainformationen überall abgerufen werden. Es gibt ja auch ganz viele Datenbanken, auch SASSCAL und WASCAL in Afrika, das sind extrem, richtig gute Datenbanken, aber was mache ich hinterher mit diesen Daten? Und darum geht es ja im Prinzip, dass der Laie oder der Nutzer als Laie hinterher auch weiß „Diese Zahl bedeutet für mich und mein Infrastrukturobjekt, das und das“.

1:32:55 Das ist der Punkt, dieses Zusammenbringen. Klimadatenbanken gibt es mittlerweile / die google ich und klicke irgendwo rein und dann kann ich mir vielleicht noch die Szenarien auswählen und kriege die Information.

1:33:09 ... in Tabelle, Diagramm oder PDF.

1:33:12 Das alles ist gut, aber das ist es ja nicht.

1:33:16 Diese Umwandlung, diese Klimadienstleistung /

1:33:19 Das zu transferieren auf meine Fragestellung, das ist der Punkt. Wenn ich das leisten kann durch ein Tool, dann ist das gut.

1:33:27 Dann gucken wir mal, was das Tool für uns leisten kann.

ENDE DER AUFNAHME [1:35:06]