

# Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazität

## Ansätze aus der RegiKlim Forschung

Autor\*innen: Kevin Laranjeira, Leena Karrasch,  
Annalena Schoppe, Anne von Streit, Annika Schubert,  
Joanna McMillan, Franziska Göttsche, Anika Zorn,  
Susann Schäfer, Frederik Brandenstein, Ariane Kölling,  
Christian Hildmann, Laura Dalitz, Jan-Albrecht Harrs

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**FONA**  
Klimaforschung

# Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazität

## Ansätze aus der RegIKlim-Forschung

Zusammenführung von Fragestellungen und Ansätzen aus der Arbeitsgruppe „Regionale Anpassungskapazitäten und Anpassungsnotwendigkeiten“ mit Praxisbeispielen aus den Modellregionen der Fördermaßnahme RegIKlim

*Kevin Laranjeira, Joanna McMillan, Franziska Göttsche*

Universität Stuttgart, Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung

*Dr. Leena Karrasch, Annalena Schoppe*

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

*Dr. Anne von Streit, Annika Schubert*

Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)

*Dr. Susann Schäfer, Anika Zorn*

Friedrich-Schiller-Universität Jena

*Frederik Brandenstein*

Rhein-Ruhr-Institut für Sozialforschung und Politikberatung (RISP),

Universität Duisburg-Essen

*Ariane Kölling*

Landkreis Elbe-Elster

*Dr. Christian Hildmann*

Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V. (FIB), Finsterwalde

*Laura Dalitz*

Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass), Umweltbundesamt

*Jan-Albrecht Harrs*

Climate Service Center Germany (GERICS), Helmholtz-Zentrum hereon GmbH

November 2023

Online verfügbar unter <https://www.regiklim.de/>

---

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	3
2. Anpassung und Anpassungskapazität .....	5
3. Herausforderungen und methodische Ansätze für die Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazität .....	7
3.1 Herausforderungen .....	7
3.2 Methoden und Ansätze .....	8
3.2.1 Ressourcenbasierte Ansätze vs. Ansätze zur Mobilisierung von Anpassungskapazität .....	9
3.2.2 Quantitative und Qualitative Ansätze.....	10
3.2.3 Top-Down & Bottom-Up.....	12
3.2.4 Abhängigkeit der Analyseebene .....	12
4. Praxisbeispiele und übergeordnete Fragestellungen bei der Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazität .....	13
I. Determinierende Faktoren und Barrieren der Anpassung.....	13
II. Erfassung und Analyse der Anpassungskapazität eines Systems .....	18
III. Darstellung von konkreten Anpassungspotenzialen .....	23
5. Fazit und Ausblick .....	28
Literatur .....	29

## 1. Einleitung

Die vom BMBF geförderte Maßnahme „Regionale Informationen zum Klimahandeln“ (kurz RegiKlim) hat das Ziel, entscheidungsrelevantes Wissen zum Klimawandel in Kommunen und Regionen aufzubauen und geeignete Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zu entwickeln. In sechs Modellregionen werden zu verschiedenen Extremwetterereignissen, wie Hitzeperioden, Dürren oder Starkregenereignissen, Informationen und Maßnahmen für ein zielgerichtetes Anpassungshandeln erarbeitet.

Für den fachspezifischen Austausch unter den Modellregionen wurde eine Arbeitsgruppe „Regionale Anpassungskapazitäten und Anpassungsnotwendigkeiten“ eingerichtet, welche unterschiedliche Ansätze zur Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazitäten und Anpassungsnotwendigkeiten in RegiKlim zusammenträgt und diskutiert. Das vorliegende Dokument stellt gängige Konzepte der Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazitäten vor und bietet einen Einblick in methodische Ansätze der RegiKlim Modellregionen im Zusammenhang mit verschiedenen Aspekten der Analyse von Anpassungskapazitäten. Diese werden als Beispiele illustriert und zeigen exemplarisch Ansatzpunkte für die Analyse von Anpassungskapazitäten in verschiedenen Kontexten und vor dem Hintergrund unterschiedlicher Erkenntnisinteressen und Anwendungszwecke auf.

Insgesamt soll das Dokument dazu dienen, einen schnellen Überblick über aktuelle methodische Ansätze der empirischen Forschung zur Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazitäten zu erhalten und anhand exemplarischer Beispiele aus der RegiKlim Forschung, einen Eindruck der methodischen Vielfalt bei der Analyse von Anpassungskapazitäten zu vermitteln. Insofern bietet das Dokument einen schnellen Einstieg in die Thematik und zeigt grundlegende methodische Ansatzpunkte für eigene Analysen auf.

## Die sechs Modellregionen der BMBF-Fördermaßnahme RegiKlim

Das Projekt **WAKOS** befasst sich speziell mit den Risiken von und dem integrierten Umgang mit Extremereignisbündeln in Ostfriesland, wie z.B. dem gleichzeitigen Auftreten von Sturmflut und ergiebigen Niederschlägen.

**IAWAK-EE** verfolgt das Ziel, den durch den Klimawandel beeinflussten Landschaftswasserhaushalt im brandenburgischen Landkreis Elbe-Elster über lokalspezifische Maßnahmen zu verbessern.

Die Projektarbeiten von **KlimaKonform** fokussieren sich mit Hilfe von Webtools auf den angepassten Umgang mit Hitze, Dürre, Starkregen und Hochwasser in Mittelgebirgsregionen in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen.

Das Projekt **KARE** entwickelt und erprobt gemeinsam mit Praxispartnern im bayerischen Oberland planungsrelevante Instrumente für das kommunale Starkregen-Risikomanagement.

In der Region Stuttgart entsteht innerhalb des Projekts **ISAP** ein Online-Informations- und Beratungstool, das u.a. ein Update des regionalen Klimaatlas und Klimasimulationen bspw. von Starkregenereignissen beinhaltet.

Für einen besseren Umgang mit den Auswirkungen von Hoch- und Niedrigwasser, Dürre, Hitze und Starkregen im Rheineinzugsgebiet sowie in der Stadt Duisburg entwickelt **R2K-Klim+** ein digitales Entscheidungsunterstützungssystem.

Die von den Modellregionen benötigten regionalen und lokalen Klimainformationen werden vom Querschnittsvorhaben **NUKLEUS** generiert und bereitgestellt.

Das Querschnittsprojekt **WIRKsam** ist hingegen für den Austausch und die Vernetzung der Modellregionen untereinander und die Synthese- und Transferarbeit zuständig.

## 2. Anpassung und Anpassungskapazität

Der Weltklimarat (IPCC) definiert Anpassungskapazität als die „Fähigkeit von Systemen, Institutionen, Menschen und anderen Lebewesen, sich auf potentielle Schädigungen einzustellen, Vorteile zu nutzen oder auf Auswirkungen zu reagieren“ (IPCC 2014/IPCC 2022). Die „Anpassung an den Klimawandel bezeichnet den Prozess der Umstellung und Ausrichtung von natürlichen und gesellschaftlichen Systemen auf tatsächliche oder zu erwartende Klimaveränderungen und deren Folgen, um die negativen Auswirkungen zu mindern und Vorteile nutzbar zu machen“ (IPCC 2014/IPCC 2022). Anpassungskapazität kann nur dann wirksam einen Beitrag zur Anpassung, also der Minderung von klimawandelbedingten Risiken bzw. der Nutzung entstehender Chancen, beitragen, wenn sie in Form der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen aktiviert wird (Coulthard 2012; Cinner et al. 2018). Konkrete Anpassungsmaßnahmen sind dabei als die Manifestation von Anpassungskapazitäten zu verstehen (vgl. Smit/Wandel 2006). Im Gegensatz zu Bewältigungskapazitäten, welche sich eher auf direkte kurzfristige Maßnahmen während, vor oder nach einem Extremereignis zur schnellen Wiederherstellung eines ursprünglichen Zustandes beziehen, fokussieren Anpassungskapazitäten eher auf strategische Maßnahmen, die auch die Antizipation potentieller zukünftiger Risiken miteinbeziehen (vgl. Vogel & O’Brien 2004 /vgl. Birkmann 2008/ vgl. Birkmann et al. 2013, Laranjeira et al. 2021). Abbildung 1 veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen klimawandelbedingten Risiken, Klimawandelanpassung und Anpassungskapazitäten. Dem Weltklimarat folgend, ergibt sich ein Risiko aus dem Zusammenspiel der Gefährdung durch wetter- oder klimabedingte Wirkungen und Ereignissen sowie der Verwundbarkeit und Exposition eines Systems gegenüber diesen Wirkungen und Ereignissen (IPCC 2012/2014). Ein bestehendes Risiko

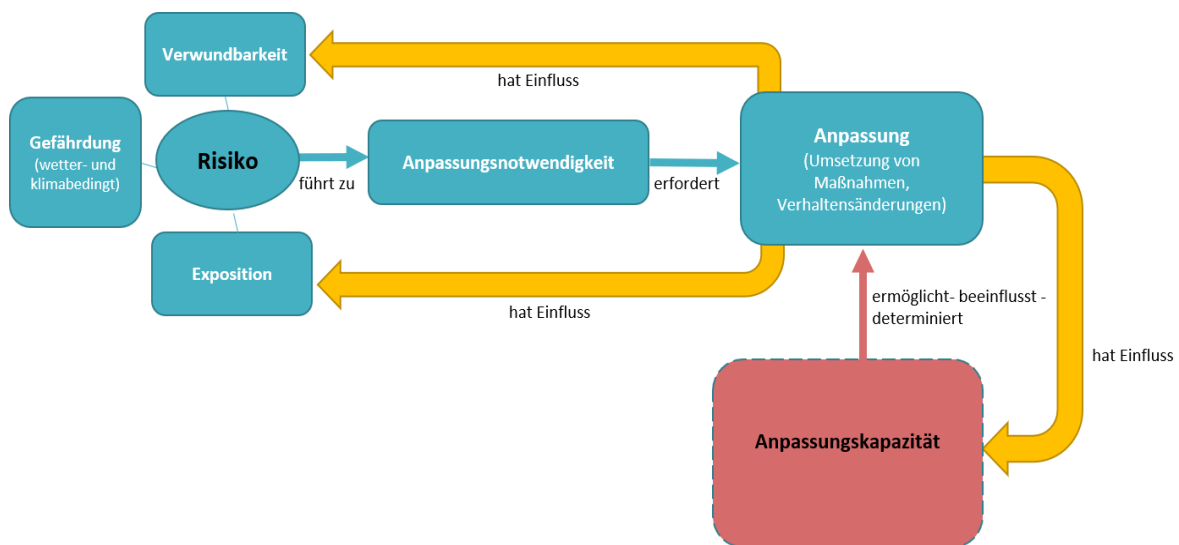


Abbildung 1: Zusammenhang Risiko, Anpassung und Anpassungskapazität (eigene Darstellung – adaptiert aus Laranjeira (in Vorb.))

wiederum begründet eine Anpassungsnotwendigkeit, um negative Auswirkungen bestimmter Wirkungen oder Ereignisse zu vermeiden oder zu mindern. Diese Anpassungsnotwendigkeit erfordert tatsächliche Anpassung, also die Umsetzung von Maßnahmen und Prozessen, die dazu beitragen negative Auswirkungen zu mindern oder entstehende Chancen nutzbar zu machen (IPCC 2014/IPCC 2022). Dies können zum Beispiel Maßnahmen sein, die zu einer Verringerung der Verwundbarkeit oder der Exposition eines Systems gegenüber einem bestimmten Extremereignis, wie beispielsweise einem Starkregenereignis, beitragen. Die Anpassungskapazität eines Systems wiederum beeinflusst inwieweit ein System oder Individuen dazu in der Lage sind, effektiv und effizient Klimawandelanpassung zu betreiben. Die Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazitäten stellt insofern eine Möglichkeit dar, um Aufschluss über die tatsächliche Anpassungsfähigkeit und Anpassungspotenziale eines Systems zu erhalten. Hierüber können auch konkrete Ansatzpunkte zur Anpassung aufgezeigt werden sowie Anpassungshemmnisse und Erfolgsfaktoren für Anpassung abgeleitet werden.

*Anpassungskapazitäten geben u.a. Aufschluss über:*

- Anpassungsfähigkeit (gegenwärtig)
- Anpassungspotenziale (zukünftig)
- Gestaltungsspielräume
- Rahmenbedingungen (rechtlich, institutionell, sozioökonomisch)
- Ansatzpunkte zur Anpassung (physisch, verhaltensbezogen, institutionell)
- Anpassungshemmnisse
- Erfolgsfaktoren für Anpassung

## 3. Herausforderungen und methodische Ansätze für die Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazität

### 3.1 Herausforderungen

Die Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazitäten ist ein methodisch anspruchsvolles und fragmentiertes Themenfeld (Siders 2019). Spezifische Herausforderungen bei der Analyse von Anpassungskapazitäten ergeben sich aufgrund mehrerer Faktoren. Zunächst einmal ist Anpassungskapazität nicht direkt messbar, sondern muss über messbare Merkmale oder Indikatoren abgebildet werden. Dies setzt voraus, dass bestimmte Wirkungszusammenhänge zwischen messbaren Merkmalen, Indikatoren oder Faktoren und dem Grad der Anpassungsfähigkeit von Systemen bestehen.

Die Identifikation von Faktoren, die hierfür geeignet sind sowie die Aufdeckung der zugrundeliegenden Wirkungszusammenhänge, gestaltet sich aufgrund der Komplexität des Konstruktes, der Anpassungskapazität, als extrem herausfordernd. Gründe hierfür sind u.a. in folgenden Eigenschaften von Anpassungskapazität zu suchen.

Zum einen ist in diesem Zusammenhang der Potenzialcharakter von Anpassungskapazität zu nennen. Bei der Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazitäten wird kein Zustand oder eine dynamische Entwicklung gemessen, sondern ein bestehendes Potenzial, das ohne Aktivierung bzw. Übersetzung in Handlungen keinen Einfluss auf den eigentlichen Prozess der Anpassung hat (Kahlenborn et al. 2023). Zum anderen sind Anpassungskapazitätsbewertungen stark von den Kontextbedingungen abhängig in denen sie stattfinden. Dies führt dazu, dass Faktoren, die in einem bestimmten Kontext eine gewisse Erklärungskraft aufweisen, nicht zwingend auf andere Erhebungssituationen übertragbar sind, was auch die Vergleichbarkeit von Anpassungskapazitätsbewertungen erschwert.

Des Weiteren bezieht sich Anpassungskapazität auf zukünftiges Handeln, was es erforderlich macht dieses Handeln auf Basis bekannter Annahmen zu Wirkungszusammenhänge zu antizipieren. Wobei die besondere Schwierigkeit darin zu sehen ist, dass hierbei kaum bisherige Trends beobachtet werden können, da häufig neue Innovationen ausprobiert werden (Kahlenborn et al 2023).



Zentrale Herausforderungen bei der Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazität:

1. **Anpassungskapazitäten sind nicht direkt messbar:**
  - Abbildung über messbare Merkmale und Indikatoren notwendig
2. **Potenzialcharakter:**
  - Bewertung eines bestehenden Potenzials komplexer als die Bewertung eines Zustands oder einer dynamischen Entwicklung
3. **Stark kontextabhängig:**
  - Erschwert Übertragbarkeit und Vergleichbarkeit von Methoden und Ergebnissen
4. **Zukunftsbezogen:**
  - Abschätzung anhand bekannter Annahmen zu Wirkungszusammenhängen – bekanntes Wissen zu Wirkungen ist notwendig

(angelehnt an Kahlenborn et al. 2023)

### 3.2 Methoden und Ansätze

Der Umstand, dass Anpassungskapazität nicht direkt messbar ist, sowie die in Abhängigkeit des Untersuchungskontext stark variierenden Zielstellungen bei der Bewertung von Anpassungskapazitäten haben zur Folge, dass in den letzten 20 Jahren eine Vielzahl unterschiedlicher methodischer Ansätze und Konzepte zur Analyse von Anpassungskapazität entstanden sind. Trotz wiederholter Bemühungen die große Anzahl an Bewertungs- und Analyseansätzen zu kategorisieren (Whitney et al 2017), existiert zurzeit kein allgemein anerkannter methodischer Rahmen für die Messung und Analyse von Anpassungskapazität. Aufgrund der hohen Kontextabhängigkeit ist zudem strittig, ob die Entwicklung eines einheitlichen, systematisierten Vorgehens möglich und sinnvoll ist. Allerdings könnte eine verstärkte Berücksichtigung bisheriger Arbeiten bei der Entwicklung neuer Konzepte dabei helfen, vielversprechende Ansätze weiterzuentwickeln und der weiteren Fragmentierung des Forschungsfeldes entgegenzuwirken (Siders 2019). In der methodischen Vielfalt kann, eine systematische Aufbereitung vorheriger Arbeiten vorausgesetzt, jedoch auch die Chance gesehen werden, die schwierige und komplexe Aufgabe der Analyse von Anpassungskapazität zu bewältigen, da bereits aus einem großen Fundus methodischer Zugänge geschöpft werden kann.

Anhand der Fachliteratur lassen sich, trotz der konzeptionellen Vielfältigkeit, einige zentrale, übergeordnete methodische Ansätze voneinander unterscheiden. Um den Zugang zu dem komplexen Themenfeld der Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazitäten zu erleichtern, werden diese zentralen Ansätze im Folgenden dargestellt.

### 3.2.1 Ressourcenbasierte Ansätze vs. Ansätze zur Mobilisierung von Anpassungskapazität

Die methodischen Wurzeln für die Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazitäten lassen sich vor allem im Sustainable Livelihoods Ansatz finden, der ursprünglich für die Analyse von Faktoren zur nachhaltigen Lebenssicherung von durch Armut bedrohten Menschen entwickelt wurde (Chambers/Conway 1992, Ellis 2000). Der Ansatz versucht über die Analyse des Zugangs bzw. der Verfügbarkeit materieller Vermögenswerte, Ressourcen, Kompetenzen und sozialer Berechtigungen und Privilegien Aussagen zur Fähigkeit der nachhaltigen Lebenssicherung zu treffen. Diese werden in fünf sogenannten „Capitals“ zusammengefasst (Human Capital, Social Capital, Natural Capital, Physical Capital, Financial Capital) (Ellis 2000). Übertragen auf die Analyse von Anpassungskapazitäten wird davon ausgegangen, dass sich die Anpassungskapazität als eine Funktion bestimmter Faktoren - wie etwa der Verfügbarkeit und des Zugangs zu bestimmten materiellen Vermögenswerten, physischen, natürlichen bzw. sozialen Ressourcen sowie vorhandenen Kompetenzen und sozialen Berechtigungen - darstellen lässt. Wobei davon ausgegangen wird, dass eine als vorteilhaft gesehene Ausprägung dieser Faktoren, beispielsweise ein höheres Einkommen, ein höheres Bildungsniveau oder eine größere Anzahl sozialer Kontakte, eine höhere Anpassungskapazität zur Folge hat. Hieraus haben sich sogenannte generische Ansätze entwickelt, die sich vor allem dadurch kennzeichnen, dass sie versuchen Anpassungskapazität über das Vorhandensein bestimmter Ressourcen zu messen. Hierbei stehen vor allem auch indikatorenbasierte Ansätze im Fokus. Grundannahme und größter Kritikpunkt an diesen Ansätzen ist, dass davon ausgegangen wird, dass eine hohe Anpassungskapazität auch in tatsächlicher Anpassung resultiert, also beispielsweise in der Umsetzung von Maßnahmen welche die Anfälligkeit eines Systems gegenüber bestehenden klimabedingten Risiken reduziert (Mortreux/Barnett 2017). Diese Annahme konnte bisher jedoch nicht hinreichend bestätigt werden. So kommen einige Studien zu dem Schluss, dass Anpassungshandeln nicht allein durch die Verfügbarkeit von Ressourcen erklärt werden kann, sondern durch komplexe Wirkungszusammenhänge bestimmt wird (Mortreux et al. 2020, Cinner et al. 2018, Eakin 2016 et al.). Daher fokussieren neuere Studien zur Anpassungskapazität vermehrt auf Faktoren, die im Zusammenhang mit der Mobilisierung dieser Ressourcen stehen (Vickers 2018, Torres et al. 2018, Mortreux et al. 2020, Cinner et al. 2018, Laranjeira et al. 2021). Hierbei geht es darum zu analysieren welche Faktoren ausschlaggebend sind, dass vorhandene Potenziale und Kapazitäten genutzt werden um Anpassungsprozesse zu initiieren oder fortzuführen. Entsprechende Analysen fokussieren dabei verstärkt auf psychosoziale Faktoren, die einen potenziellen Einfluss auf die Handlungsbereitschaft und Handlungsfähigkeit von Akteur\*innen oder Institutionen haben (Mortreux/Barnett 2017), wie beispielsweise die Risikowahrnehmung, konkurrierende Interessen oder Erfahrungen mit klimabedingten Risiken. Solche Arbeiten zielen dabei zumeist auf die Erfassung und Erhebung spezifischer Anpassungskapazität ab, also zum

Beispiel darauf wie auf konkrete klimabedingte Risiken wie Hitzestress oder Überflutungen eingegangen werden kann (Eakin et al. 2014). Generische Ansätze konzentrieren sich demgegenüber eher auf die vergleichende Darstellung der Verteilung von Ressourcen. In der sich ergänzenden Anwendung spezifischer und generischer Ansätze wird zudem großes Potenzial gesehen, Anpassungskapazitäten ganzheitlich zu betrachten und so die Qualität und Handlungsrelevanz abgeleiteter Schlussfolgerungen zu erhöhen.

### 3.2.2 Quantitative und Qualitative Ansätze

Quantitative Ansätze zur Erfassung von Anpassungskapazitäten basieren auf messbaren Indikatoren, mit denen versucht wird die Fähigkeit von Systemen, sich an potenzielle, klimabedingte Veränderungen anzupassen in Kennzahlen auszudrücken (zu quantifizieren). Oftmals werden einzelne Indikatoren hierbei zu (Kapazitäts-)Indizes zusammengefasst, die anhand aggregierter Kenngrößen eine Einschätzung über die Anpassungskapazität eines Systems oder Teil-Systems sowie Vergleiche zwischen Teil-Systemen ermöglichen sollen. Insofern finden sich quantitative Ansätze vor allem in ressourcenbasierten und eher generischen Arbeiten, die auf übergeordneter Ebene einen Überblick oder Vergleich von Anpassungskapazitäten in einem festgelegten Untersuchungsgebiet anstreben (bspw. Überblick über die Anpassungskapazitäten einer Region oder Stadt und Vergleich deren Teilgebiete). Schwächen der quantitativen Betrachtung werden u.a. in der Vernachlässigung von Prozessen und handlungsbestimmenden Determinanten gesehen (vgl. Kahlenborn 2023, Jones 2010, Hogarth 2016). Qualitative Ansätze können im Gegensatz dazu auch spezifische Wirkfaktoren in den Blick nehmen, die einer Quantifizierung nicht oder nur schwer zugänglich sind. Hierzu gehören z.B. verhaltensdeterminierende Faktoren, soziale Dynamiken oder Prozessstrukturen. Viele dieser Faktoren lassen sich mit qualitativen Methoden jedoch nur näherungsweise abschätzen und die Ergebnisse sind, aufgrund der spezifischen Erhebungssituation, zumeist nur schwer auf andere Kontexte übertragbar (Hogarth 2016).

## Exkurs: Indikatoren und Dimensionen

Indikatoren sind empirisch beobachtbare Größen anhand derer ein nicht direkt messbares Konstrukt oder Konzept, wie das der Anpassungskapazitäten, erfasst werden kann. In einer weitreichenden Analyse publizierter wissenschaftlicher und "grauer" Literatur zum Thema Anpassungskapazitäten, identifizierte Siders 158 determinierende Faktoren, die einen Einfluss auf die Anpassungskapazität von Systemen oder Individuen haben. Die Messung jeder dieser Faktoren erfolgte in den analysierten Arbeiten dabei zumeist über mehrere Indikatoren (Siders 2019).

Ein populärer Ansatz, um Komplexität bei der Erfassung von Anpassungskapazitäten zu reduzieren und Ergebnisse einfacher kommunizieren zu können, ist die Zusammenfassung mehrerer Faktoren oder einzelner Indikatoren zu übergeordneten Dimensionen von Anpassungskapazität (Lockwood et al. (2015), Araya-Muñoz et. al 2016, Kahlenborn et al. 2021). Die aktuelle Klimawirkungs- und Risikoanalyse für Deutschland (KWRA21) erfasst die generische Anpassungskapazität beispielsweise über die sechs übergeordneten Dimensionen *Wissen, Motivation und Akzeptanz, Technologie und natürliche Ressourcen, finanzielle Ressourcen, institutionelle Struktur und personelle Ressourcen, rechtliche Rahmenbedingungen und politische Strategien* (Kahlenborn et al. 2021). Jede dieser Dimensionen wird dabei über mehrere messbare Indikatoren erfasst. Im Hinblick auf die Anzahl der zu betrachtenden Dimensionen und deren inhaltliche Zusammensetzung und Benennung gibt es derzeit kein einheitliches Vorgehen. Vielmehr variieren die bestehenden Ansätze stark, je nach Analysekontext und Erkenntnisinteresse (Siders 2019). Dennoch bieten dimensionsbasierte Ansätze das Potenzial eine gemeinsame konzeptionelle Grundlage für die Analyse von Anpassungskapazitäten auf verschiedenen Analyseebenen (Bspw. Länder, Kommunen, Haushalte) und im Kontext der Betrachtung verschiedener Klimawirkungen, zu schaffen. Anpassungsdimensionen lassen sich in verschiedenen Erhebungssituationen und auf unterschiedliche Handlungsfelder anwenden. Daher sind sie bei einer einheitlichen Verwendung prinzipiell dazu geeignet Komplexität zu reduzieren und einen übergeordneten Rahmen für die Erfassung unterschiedlicher Facetten von Anpassungskapazitäten bereitzustellen.

*Auch im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung in RegiKlim durch das Projekt WIRksam, wurde aufbauend auf die Arbeiten der KWRA21 eine dimensionsbasierte Konzeption zur Erfassung kommunaler Anpassungskapazitäten entwickelt\*:*



**Abbildung 2:** Dimensionsbasierte Konzeption zur Erfassung kommunaler Anpassungskapazitäten (eigene Darstellung adaptiert aus Laranjeira (in Vorb.))

\* Ein Indikatoren-Set zur Erfassung dieser Dimensionen wird derzeit final ausgearbeitet und zu einem späteren Zeitpunkt publiziert.

### 3.2.3 Top-Down & Bottom-Up

Ansätze zur Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazitäten lassen sich auch danach unterscheiden ob es sich um Top-Down oder Bottom-Up-Ansätze handelt (Jakobs et al. 2015). Top-Down Ansätze versuchen Erkenntnisse zu Anpassungskapazitäten aus einer Überblickbetrachtung zu gewinnen. Top-Down Ansätze werden beispielsweise dazu verwendet, um Optionen für den Aufbau von Anpassungsfähigkeiten auf regionaler Ebene zu priorisieren (Nelson et al. 2010). Für solche Analysen werden häufig Sekundärdaten aus lokalen, regionalen oder überregionalen Datenbanken verwendet, um die Anpassungskapazität anhand ausgewählter Indikatoren bzw. verfügbarer Ressourcen abzubilden. Bottom-Up Ansätze versuchen Erkenntnisse zu Anpassungskapazitäten, die aus einzelnen Erhebungen auf der untersten Betrachtungsebene gewonnen werden, zu einem Gesamtbild zusammenzufügen (Jakobs et al. 2015). Bottom-Up Ansätze können beispielsweise dazu genutzt werden, Ansatzpunkte für den lokalen Aufbau von Anpassungsfähigkeit zu identifizieren und entsprechende Maßnahmen zu priorisieren. Der aktuelle Forschungsstand weist jedoch auch darauf hin, dass gerade eine Kombination beider Ansätze zu einem höheren Erkenntnisgewinn bezüglich der Abschätzung von Anpassungskapazitäten führen kann, da jeweils fehlende Faktoren ergänzt werden und sich Aussagen für verschiedene Handlungsebenen ableiten lassen (Conway et al. 2019).

### 3.2.4 Abhängigkeit der Analyseebene

Für die Analyse der Anpassungskapazitäten kommen verschiedene Analyseebenen bzw. Forschungsobjekte in Betracht. Je nach Erkenntnisinteresse gibt es große Unterschiede hinsichtlich verwendeter Erhebungs- und Analysemethoden auf unterschiedlichen Betrachtungsebenen, weswegen die Analyseebene hier als Unterscheidungskriterium herangezogen wird. Vorrangig stehen vor allem administrativ-territoriale Einheiten wie Kommunen, Städte, Regionen, Bundesländer, Länder und deren Institutionen und Akteur\*innen oder gesellschaftliche und wirtschaftliche Akteur\*innen und Einheiten wie Haushalte, Unternehmen oder Branchen im Fokus von Anpassungskapazitätsbetrachtungen. Je nach Analyseebene eignen sich eher generische bzw. quantitative Top-Down Ansätze (etwa bei einem Vergleich von Nationalstaaten) oder spezifische, eher qualitativ geprägte Bottom-Up Ansätze (etwa zur Abschätzung der potenziellen Anpassungskapazität einer Kommune gegenüber Starkregenereignissen). Für eine ganzheitliche Analyse von Anpassungskapazitäten kann es für jede Analyseebene natürlich aber auch sinnvoll sein einen Mix aus verschiedenen Methoden und Ansätzen anzuwenden.

## 4. Praxisbeispiele und übergeordnete Fragestellungen bei der Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazität

Das folgende Kapitel gibt anhand exemplarischer Beispiele aus der RegIKlim Forschung einen Eindruck der methodischen Vielfalt bei der Analyse von Anpassungskapazitäten. Die hier vorgestellten methodischen Ansätze lassen sich inhaltlich in drei Kategorien einteilen:

- I. *Methodenansätze zur Identifikation von determinierenden Faktoren, die einen Einfluss auf die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen haben.*
- II. *Methodenansätze zur Erfassung/Messung und Bewertung von Anpassungskapazitäten bzw. der Fähigkeit eines Systems Anpassungsmaßnahmen umzusetzen.*
- III. *Methodenansätze zur Darstellung konkreter Anpassungspotenziale und Maßnahmen.*

### I. Determinierende Faktoren und Barrieren der Anpassung

#### **Leitfragen:**

- ◆ Welche Faktoren sind ausschlaggebend dafür, ob Anpassungsmaßnahmen ergriffen werden?
- ◆ Was sind die externen und internen Hindernisse, die einer Umsetzung von Maßnahmen entgegenstehen?

Die Analyse und Identifikation determinierender Faktoren für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen gibt Aufschluss darüber, welche Umstände, Gegebenheiten und Rahmenbedingungen Hemmnisse und Treiber der Anpassung an den Klimawandel darstellen. Beispiele hierfür können restriktive oder fördernde institutionelle und rechtliche Rahmenbedingungen, sozioökonomische Faktoren oder psychologische Faktoren, wie die subjektive Wahrnehmung von Risiken und Betroffenheit, sein. Über solche Analysen lassen sich Anpassungshemmnisse und Erfolgsfaktoren erkennen und Ansatzpunkte für den gezielten Abbau von Hürden und den bedarfsgerechten Aufbau von Anpassungskapazitäten identifizieren.

**Praxisbeispiel 1: Methodenansatz zur Untersuchung kollaborativer Anpassungs-  
kapazität im Hochwasserschutz in der ostfriesischen Küstenregion – Projekt WAKOS**

*Annalena Schoppe, Leena Karrasch*

Methode:	Governance-Analyse aus qualitativer Netzwerkperspektive
Untersuchungsgebiet:	Küstenregion Ostfriesland
Ansatz:	qualitativ, Bottom-Up, spezifisch
Zielgruppe:	Praktiker*innen und Entscheidungsträger*innen auf regionaler und kommunaler Ebene
Räumliche Einheit:	Wasserverbandsgebiet (überkommunale Einheit)

Der Schutz vor Hochwasser, ob als Sturmflut oder niederschlagsbedingtes Binnenhochwasser, ist in der norddeutschen Küstenregion seit jeher ein integraler Aspekt der Daseinsvorsorge. Durch den fortschreitenden Klimawandel und die regionale sozioökonomische Entwicklung wachsen und verändern sich jedoch die Herausforderungen für den Umgang und die Anpassung an Hochwasserrisiken. Um der Unsicherheit und Komplexität möglicher Ereignisse gerecht zu werden und sich anpassungsfähig aufzustellen, gilt es bestehende, traditionell geprägte Strategien im Küsten- und Binnenhochwasserschutz zu diversifizieren. Dies gelingt z.B. neben Schutzmaßnahmen durch Maßnahmen der Vermeidung, Vorsorge und des Neu- oder Wiederaufbaus und ihre Integration durch sektorübergreifende Anpassungsstrategien (z.B. Hegger et al. 2018, Karrasch et al. 2021). Die Anpassungskapazität in der Küstenregion ist daher maßgeblich durch die Kapazität einzelner Akteur\*innen und insbesondere deren Fähigkeit der Zusammenarbeit geprägt, d.h. durch eine Art kollaborative Kapazität, die es ermöglicht verschiedene Ressourcen (Wissen, finanzielle Mittel etc.) nutzbar zu machen und einen Wandel etablierter sozialer Praktiken im Sinne des Gemeinschaftswohl anzustoßen. Die Betrachtung von Anpassungskapazität in WAKOS knüpft damit an die dynamische und prozessuale Perspektive auf Anpassungskapazität an (Matthew & Smith 2009, Plummer & Armitage 2010), bei der ein tieferes Verständnis der Governance und des institutionellen Settings essentiell für die Identifizierung determinierender Bedingungen der Anpassungskapazität gilt.

Das Forschungsziel in WAKOS ist es, Zusammenhänge sozialer und institutioneller Strukturen und kollaborativer Governance-Prozesse zu verstehen und daran anknüpfend relevante Faktoren für die kollaborative Anpassungskapazität im Hochwasserschutz der ostfriesischen Küstenregion zu identifizieren. Es sollen Ansatzpunkte für die Kapazitätsbildung auf regionaler Ebene formuliert werden. Dazu wird eine Analyse des Governance-Arrangements

im Hochwasserschutz mithilfe einer qualitativen Netzwerkperspektive durchgeführt. Diese ermöglicht, das Zusammenspiel von Akteur\*innen und somit Interaktionen durch subjektive Wahrnehmungen greifbar zu machen und Handlungs- und Überzeugungsmuster zu verstehen (Kenis & Raab 2008, Löblich & Pfaff-Rüdiger 2011).

**Tabelle 1:** Exemplarischer Einblick in die Ergebnisse aus dem WAKOS Forschungsprojekt zu begünstigenden und hemmenden strukturellen Faktoren für die kollaborative Anpassungskapazität im Hochwasserschutz in der ostfriesischen Küstenregion.

Charakteristiken kollaborativer Prozesse	Beeinflussende strukturelle Faktoren
Individuelles Bewusstsein und Motivation für Anpassung an Hochwasserrisiken	⊕ die zentrale Netzwerkposition der Wasser- und Bodenverbände ermöglicht einen sensibilisierenden Einfluss auf andere Governance-Akteur*innen
	⊕ dem traditionellen Selbstverständnis der gemeinschaftlichen Daseinsvorsorge ist ein generelles Bewusstsein für die Notwendigkeit von Anpassung inhärent
	⊖ gleichzeitig hemmen traditionelle Werte und Praktiken im Küstenschutz einen Wandel des zugrundeliegenden Narrativs und somit die Motivation für transformative Anpassung
Vertrauen unter Governance-Akteur*innen	⊕ regelmäßige Interaktion durch multiplexe (formelle und informelle) Strukturen
	⊖ mangelnde Transparenz von Prioritätensetzung in kommunalen Entscheidungsprozessen
Partizipative Entscheidungsfindung und Leadership	⊕ starke Institutionalisierung frühzeitiger, partizipativer Beteiligungsprozesse
	⊖ teilweise fehlendes politisches Commitment, u.a. einhergehend mit fehlender Ressourcenbereitstellung
	⊖ unklare Zuständigkeiten, u.a. fehlender „Vernetzer/ Kümmerer“
Vertikale und horizontale Integration	⊕ etablierte Community-Strukturen, bspw. basierend auf Ehrenämtern, Gremienmitgliedschaften etc. begünstigen Wissensintegration
	⊖ mangelnde ebenen- und akteursübergreifende Mechanismen zum Austausch über aktuelle Entwicklungen und lokale Bedarfe
	⊖ fehlende kommunenübergreifende Mechanismen der Koordination und strategischen Ausrichtung



Die Datenerhebung basierte auf der Durchführung digitaler semi-strukturierter Expert\*inneninterviews (n=22) mit lokalen und regionalen Akteur\*innen aus verschiedenen Sektoren und Organisationen, die Berührungspunkte zum Hochwasserschutz in der Küstenregion sowie Entscheidungsgewalt haben. Die Interviewpartner\*innen wurden zum einen zu ihrer Wahrnehmung des Klimawandels in der Küstenregion und der Dringlichkeit von Anpassung gegenüber Hochwasserrisiken befragt. Zum anderen haben sie ihr persönliches Netzwerk, in dem sie zu Themen des Hochwasserschutzes interagieren, beschrieben und visualisiert. Angelehnt an das Vorgehen der Net-Map Methode (Winkler & Hauck 2019) wurden folgende Aspekte adressiert: i) beteiligte Akteur\*innen, ii) deren Beziehungen, iii) Beziehungsstärke, iv) Einfluss der genannten Akteur\*innen und v) bestehende Konflikte und Synergien. Im Auswertungsprozess wurde eine strukturierte qualitative Inhaltsanalyse des Interviewmaterials vorgenommen, zu der die persönlichen Netzwerkkarten unterstützend hinzugezogen wurden. Die Analyse orientierte sich hierbei am aufgestellten konzeptionellen Rahmen kollaborativer Governance Arrangements (u.a. Emerson & Gerlak 2012) und Aspekten der Netzwerktheorie (u.a. Granovetter 1984).

**Praxisbeispiel 2: Erhebung und Analyse individueller und kollektiver Anpassungs-kapazitäten an Starkregenereignisse im Bayerischen Oberland – Projekt KARE**

*Annika Schubert, Anne von Streit*

Methode:	(räumliche) Analyse basierend auf georeferenzierten Befragungsdaten
Untersuchungsgebiet:	Bayerisches Oberland
Ansatz:	quantitative, generische und spezifische Anpassungskapazitäten
Zielgruppe:	1. Schritt Wissenschaft; 2. Schritt: Kommunale Akteur*innen wie Klimaanpassungsmanager
Räumliche Einheit:	Haushalte, Kommunen

Das Projekt KARE fokussiert auf Starkregenrisiken und Anpassungsoptionen in der Region Bayerisches Oberland. Mittels der Erfassung der Anpassungskapazitäten soll der Frage nachgegangen werden, in welchem Maße verschiedene Akteursgruppen – Haushalte und Kommunen – über tatsächliche und potenzielle Fähigkeiten verfügen, starkregenbedingte Risiken zu reduzieren sowie zielgerichtete Anpassungsmaßnahmen umzusetzen.

KARE definiert Anpassungskapazitäten als „the preconditions necessary to enable adaptation [...] and the ability to mobilize these elements“ (Nelson et al. 2007: 397). Zudem unterscheiden wir zwischen generischen Anpassungskapazitäten, die eine Anpassung an

eine Reihe von Bedrohungen ermöglichen, und spezifischen Anpassungskapazitäten, die sich auf ein bestimmtes Klimasignal, z.B. Starkregen, beziehen.

Für die Region Oberland wurden sowohl die individuellen Anpassungskapazitäten von Haushalten (n = 1.614) als auch die kollektiven Anpassungskapazitäten von Kommunen (n = 70) in standardisierten Befragungen erhoben. Um bereits von Starkregen betroffene Haushalte zu identifizieren, wurden Feuerwehreinsatzdaten mit radarbasierten Daten zu Starkregenereignissen (CATRaRE Daten) verschnitten. Zur indikatorenbasierten Abschätzung der Anpassungskapazitäten wurden rund 50 Fragen in die Haushaltsbefragung und etwa 25 Fragen in die Kommunenbefragung aufgenommen, die in übergeordnete Anpassungsdimensionen zusammengefasst werden können. Für Haushalte wurden acht potenzielle Anpassungskapazitätsdimensionen erfasst: (1) sozioökonomischer Hintergrund, (2) soziales Kapital & Netzwerk, (3) Risikobewusstsein, (4) Vorerfahrung & Lernen, (5) Bewältigungsmöglichkeiten, (6) Verantwortlichkeit, (7) Umwelteinstellung & Klimawandelskeptizismus und (8) politische Einstellung & Vertrauen. Für Kommunen wurden vier potenzielle Anpassungskapazitätsdimensionen identifiziert: (1) Ressourcen, (2) Anpassungsbewusstsein, (3) Governance und (4) Verantwortlichkeiten. Die Auswahl der Dimensionen und Indikatoren erfolgte literaturbasiert.

Unsere Ergebnisse zeigen eine deutliche Diskrepanz zwischen den vermeintlichen Anpassungskapazitäten von Haushalten und Kommunen und der tatsächlichen Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an Starkregenereignisse. Diese Diskrepanz bezeichnen wir als *capacity-action gap* (Schubert et al. in Vorb.). Insbesondere generische Kapazitäten, wie bspw. die Verfügbarkeit von finanziellen Ressourcen, können nur einen Bruchteil der Anpassungsleistung von Haushalten und Kommunen erklären.

Um die gesamtgesellschaftliche Anpassungsfähigkeit der Region Oberland besser abschätzen zu können, werden nun in einem zweiten Schritt die Anpassungskapazitäten und -handlungen der Haushalte und Kommunen verschnitten. Neben Einblicke in die Anpassungsfähigkeiten verschiedener Akteur\*innen, liefert KARE damit auch Erkenntnisse wie sich kollektive (lokaler Staat) und individuelle (Haushalte) Anpassungskapazitäten und -aktivitäten wechselseitig beeinflussen.

## II. Erfassung und Analyse der Anpassungskapazität eines Systems

### **Leitfragen:**

- ◆ Wie können Faktoren erfasst und bewertet werden, welche die Fähigkeit eines Systems zur Umsetzung von Maßnahmen messen?
- ◆ Wie lassen sich geeignete und praktikable Indikatoren zur Darstellung von Anpassungskapazitäten identifizieren?

Die Analyse und Kommunikation der bestehenden und potenziellen Anpassungsfähigkeit eines Systems bedarf Methoden zu deren Erfassung. Da sich Anpassungskapazitäten als solche nicht direkt messen lassen, müssen diese über die Erhebung messbarer Merkmale eines Systems abgeschätzt werden. Die Auswahl geeigneter Merkmale, sowie der Prozess der Operationalisierung von Anpassungskapazitäten insgesamt, stellt eine komplexe methodische Aufgabe dar. Aufgrund der ausgeprägten Kontextabhängigkeit im Zusammenhang mit Analysen der Anpassungskapazität, existiert bisher kein einheitliches Vorgehen. Vielmehr sind bisher passgenaue methodische Ansätze gefordert, welche es in Abhängigkeit der spezifischen Datenverfügbarkeit ermöglichen Anpassungskapazitäten abzuschätzen, um so Aussagen über die Fähigkeit und Potenziale eines Systems Klimaanpassung zu betreiben, treffen zu können.

**Praxisbeispiel 3:** Beschreibung der Methodik für eine indikatorenbasierte Kartierung von Anpassungskapazitäten als Teil der Vulnerabilität – *Projekt ISAP*

*Joanna McMillan, Franziska Götttsche*

Methode:	räumliche GIS-basierte Analyse auf Grundlage von sozialen Statistiken
Untersuchungsgebiet:	Region Stuttgart
Ansatz:	quantitativ, Top-Down, generisch
Zielgruppe:	Planer*innen auf regionaler und kommunaler Ebene
Räumliche Einheit:	Wohnorte (Stadtviertel/Ortsteile)

Das Projekt „Integrative stadt-regionale Anpassungsstrategien in einer polyzentrischen Wachstumsregion“ (ISAP) hat zum Ziel ein digitales Informations- und Beratungstool zur

Klimaanpassung zu entwickeln, um damit die Planungsgrundlagen in der Region Stuttgart zu verbessern und ihre Anwendung in Entscheidungsprozesse zu erleichtern. Die qualifizierten Klimainformationen dienen dazu die Implementierung von Klimaanpassungsmaßnahmen als selbstverständlichen und integrativen Teil der räumlichen Entwicklungsplanung zu etablieren.

In diesem Beratungstool stehen Planer\*innen informative und evidenzbasierte Karten zur Verfügung, die Gefährdungsräume gegenüber Starkregenereignissen und Hitzewellen darstellen. Zur Abschätzung des Anpassungsbedarfs ist neben den Gefahreninformationen jedoch zusätzlich relevant, ob dieses Ereignis ein potenzielles Risiko für den Raum, die Bevölkerung und die Infrastrukturen darstellt. Zu diesem Zweck sind Informationen zur Vulnerabilität der Bevölkerung und zur Exposition der Raumstrukturen essentiell.

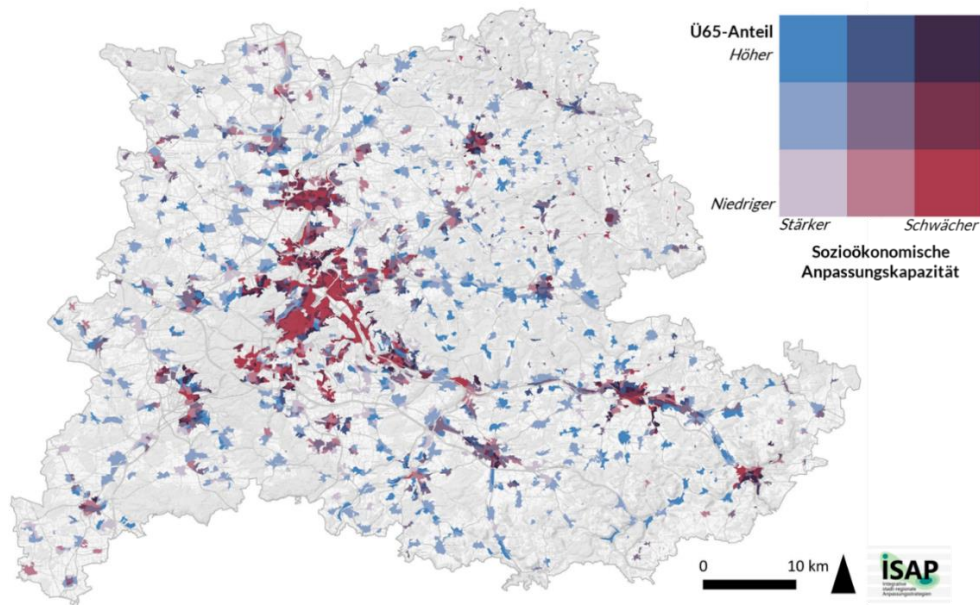
Ziel dieser Analyse ist die räumlich-differenzierte Erfassung der sozioökonomischen Anpassungskapazität der Einwohner\*innen in der Region Stuttgart als Teildimension der sozialen Vulnerabilität. Die Kartierung der Vulnerabilität dient als Grundlage für die raumspezifische Abschätzung von Anpassungsnotwendigkeiten und hilft dadurch bei der Priorisierung von Handlungsbedarfen für die Planung auf kommunaler und regionaler Ebene.

Die Vulnerabilität und die Anpassungskapazitäten sind nicht direkt, sondern anhand von Indikatoren messbar. In dem im ISAP-Projekt verwendeten Ansatz setzt sich die sozioökonomische Anpassungskapazität aus den Indikatoren „Anteil einkommensschwächerer Haushalte je Wohnort“ und „Anteil zur Miete wohnender Haushalte je Wohnort“ zusammen.

Die Indikatoren wurden anhand der folgenden Anforderungen gewählt:

- Verfügbarkeit flächendeckender und aktueller Daten für den ganzen Siedlungsbereich der Region Stuttgart
- kleinräumige Auflösung der Daten zur Überlagerbarkeit mit den Hitze- und Starkregengefahrenkarten
- räumliches Differenzierungspotenzial innerhalb von großen aber auch kleinen Kommunen

Außerdem zeigte die Ermittlung von Nutzer\*innenanforderungen mit planenden Akteur\*innen aus der Region Stuttgart, dass zur Anwendbarkeit der Vulnerabilitätsinformationen in der Planung die Kartenwerke auch hinsichtlich der Methodik einfach nachvollziehbar sein sollten. Hierfür sind Faktoren wie Verständlichkeit, Transparenz aber auch Konsistenz und Validität mit Blick auf die Ergebniskommunikation bedeutend. Deswegen wurden zur Erfassung der Anpassungskapazität möglichst wenige aber aussagekräftige einzelne Indikatoren gewählt.



**Abbildung 3:** Anteil Einwohner\*innen über 65 Jahre versus Anteil einkommensschwächerer oder zur Miete wohnender Haushalte (IREUS 2023, Datengrundlage: Nexiga 31.12.2020, Hintergrundkarte: OpenStreetMap-Mitwirkende 2023 - eigene Darstellung adaptiert aus McMillan et al. (in Vorb.))

Die regionale Verteilung der sozioökonomischen Anpassungskapazität zeigt im Vergleich der Senior\*innenverteilung ein deutlich differenzierteres Raumbild (s. Abbildung 3). Haushalte, die zur Miete wohnen oder eher über ein niedrigeres Haushaltseinkommen verfügen, sind anteilig deutlich in dichten, urbanen Stadtkerngebieten von Groß- und Mittelstädten lokalisiert.

In den kleineren Kommunen ist die Eigentumsquote höher als in den Städten, aber ein höheres Einkommen ist nicht unbedingt daran geknüpft. Es gibt auch Tendenzen von konsistenten Strukturen hinsichtlich limitierter, finanzieller Mittel in kleineren Ortschaften, dort ist der Anteil von Haushalten mit eher niedrigem Einkommen relativ hoch. Zur weiteren Ermittlung von Risikohotspots ist dann in einem nächsten Schritt die Synthese der Planungsgrundlagen zu Starkregen, Hitze und Vulnerabilität notwendig.

Dieser methodische Ansatz zur Abbildung der sozioökonomischen Anpassungskapazität als regionalweite Kartographie hat zum Vorteil, dass ebenso solche Informationen in die Synthese zur Identifizierung von Risikohotspots integrierbar sind. Ein Nachteil dieses Ansatzes ist wiederum die Simplifizierung des Begriffes Anpassungskapazität durch die nur zwei verwendeten Indikatoren. Hierfür ist u.a. die mangelnde regionalweite Datenverfügbarkeit ursächlich. Trotzdem sind diese Informationen zur sozioökonomischen Anpassungskapazität besonders für die Kommunalplanung bei der Erfassung von Handlungsbedarfen von Relevanz - auch im Sinne der Klimagerechtigkeit.

**Praxisbeispiel 4:** Index zur Erfassung des klimapolitischen Engagements von kleinen und mittleren Kommunen (ICPC) – das Fallbeispiel Mitteldeutschland – *Projekt KlimaKonform*

Anika Zorn, Susann Schäfer

Methode:	Additiver Index auf Grundlage einer Befragung
Untersuchungsgebiet:	Vogtlandkreis, Landkreis Greiz, Burgenlandkreis
Ansatz:	quantitativ, spezifisch, Bottom-Up
Zielgruppe:	Klimaanpassungsberatungen
Räumliche Einheit:	Kommune

Das Projekt KlimaKonform hat zum Ziel, kleinen und mittleren Kommunen in drei Landkreisen in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen lokale Informationen und Daten zu Klimawandelfolgen bereitzustellen und die Kommunen in Fragen der Klimaanpassung zu beraten. Um diese Beratung an unterschiedliche Zielgruppen spezifisch anzupassen, wird ein Index zum Stand des klimapolitischen Engagements (Index of Climate Policy Commitment, ICPC) in kleinen und mittleren Kommunen entwickelt.

Die wissenschaftliche Relevanz des Indexes besteht darin, dass Zusammenhänge der Ausprägungen des Indexwertes und seiner Dimensionen zu strukturellen Merkmalen der Kommune erforscht werden können, um Barrieren und förderliche Bedingungen für Klimaschutz und Klimaanpassung in kleinen und mittleren Kommunen herauszustellen. Dies ermöglicht differenzierte Einblicke in das klimapolitische Engagement von kleinen und mittleren Kommunen.

In der wissenschaftlichen Literatur existieren zahlreiche Indizes zur Erfassung der adaptiven Kapazität und der Klimaschutzaktivität von Kommunen (z.B. Grafakos et al. 2020; Otto et al. 2021). Bisherige Indizes wurden vorwiegend für Großstädte entworfen. Der ICPC dient dazu, das Engagement von kleinen und mittleren Kommunen in den Bereichen Klimaschutz und Klimaanpassung zu erfassen. Der ICPC beruht auf einer Befragung von Bürgermeister\*innen (Primärdatenerhebung), wodurch subjektive Perspektiven von Akteur\*innen vor Ort einbezogen werden. Der Index besteht in den Bereichen Klimaschutz und Klimaanpassung jeweils aus drei Dimensionen, die aufeinander aufbauen und entsprechend aufsteigend gewichtet werden: Bewusstsein (25 %), Konzeption (35 %) und Durchführung (40 %).

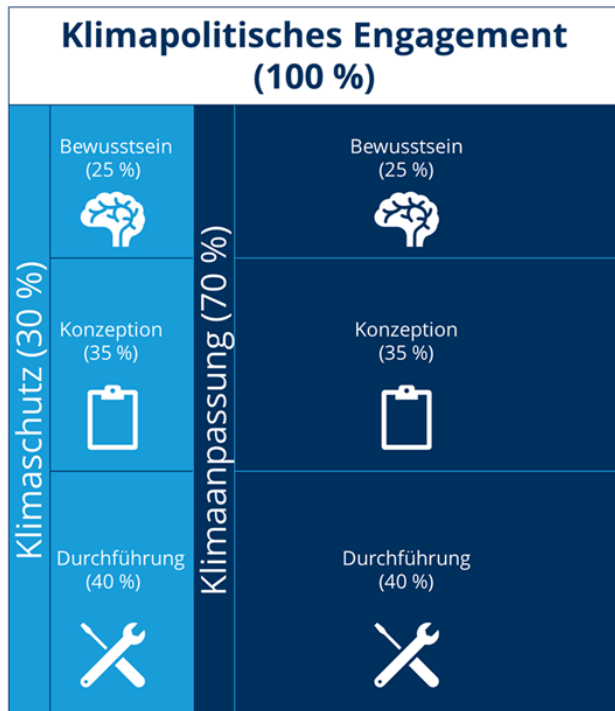


Abbildung 4: Aufbau des ICPC

Der Aufbau des ICPC ist in Abbildung 4 visualisiert. Die Dimension „Bewusstsein“ fasst individuelle Anpassungskapazitäten von lokalen Entscheidungsträger\*innen, während die Dimension „Konzeption“ auf deren Institutionalisierung abzielt. Beide Kapazitätsdimensionen können mit der realen Durchföhrung (dritte Dimension) assoziiert werden. Die Dimensionen werden mit mehreren in der Befragung erhobenen Indikatoren operationalisiert. Der additive Index kann Werte zwischen 0 (kein klimapolitisches Engagement) und 5 (sehr hohes klimapolitisches Engagement) annehmen. Mit Hilfe dieses quantitativen Ansatzes kann das klimapolitische Engagement von Kommunen spezifisch ermittelt werden.

Das Zurückgreifen auf Primärdaten aus der Kommunenbefragung erlaubt akteurszentrierte Perspektiven auf das klimapolitische Engagement von kleinen und mittleren Kommunen, die zum Teil noch nicht über verschriftlichte und systematische Pläne oder Konzepte zur Anpassung verfügen. Damit geht allerdings auch ein hoher Erhebungsaufwand einher und es besteht das Risiko, dass die Adressat\*innen versehentlich Falschangaben tätigen.

### III. Darstellung von konkreten Anpassungspotenzialen

**Leitfragen:**

- ◆ Welche Anpassungsmaßnahmen können die Anfälligkeit eines Systems/bestimmter Gruppen verringern?
- ◆ Wie lassen sich konkrete Anpassungspotenziale darstellen?
- ◆ Wie kann ein Mangel an Anpassungskapazitäten beseitigt werden, sodass dieser keine Hürde für die Umsetzung von Maßnahmen darstellt?

Die Darstellung konkreter physischer, institutioneller, strategischer oder individueller Anpassungspotenziale, in Kombination mit der Identifikation passender Maßnahmen, kann dabei helfen spezifische Ansatzpunkte und Lösungswege für eine klimaangepasste Entwicklung aufzuzeigen. Für die erfolgreiche Kommunikation von Erkenntnissen ist es dabei wichtig, dass auf konkrete Problemstellungen der Zielgruppen eingegangen wird. Die Informationen sollten derart aufbereitet sein, dass sie zum einen konkrete Ansatzpunkte für die Ausschöpfung bestehender und potenzieller Kapazitäten aufzeigen und zum anderen auch auf den Abbau bestehender Umsetzungshemmnisse abzielen.

Praxisbeispiel 5: Anpassungskapazitäten der Binnenschifffahrt in Duisburg und dem Rheineinzugsgebiet im Kontext von Niedrigwasser – *Projekt R2K-Klim+*

*Frederik Brandenstein*

Methode:	Interviews und Netzwerkanalyse
Untersuchungsgebiet:	Stadtgebiet Duisburg
Ansatz:	qualitativ, Bottom-Up, spezifisch
Zielgruppe:	Unternehmen der Binnenschifffahrt
Räumliche Einheit:	Einzugsgebiete der Unternehmen im Stadtgebiet

Im Projekt R2K-Klim+ wird intensiv die Anpassungskapazität der Binnenschifffahrt in Duisburg und dem Rheineinzugsgebiet untersucht, insbesondere im Kontext von



Niedrigwasser. Dabei werden auch die Barrieren betrachtet, die die Nutzung dieser Anpassungskapazitäten beeinflussen.

In diesem Kontext wird "Anpassungskapazität" als die Fähigkeit eines Systems definiert, sich an veränderte klimatische Bedingungen anzupassen, um potenzielle Schäden zu minimieren, von Möglichkeiten zu profitieren oder die negativen Folgen zu bewältigen. Diese Kapazität ist abhängig von einer Reihe von Faktoren, einschließlich sozioökonomischer Prozesse, Technologien, Infrastrukturen, Institutionen und ökonomischen Ressourcen.

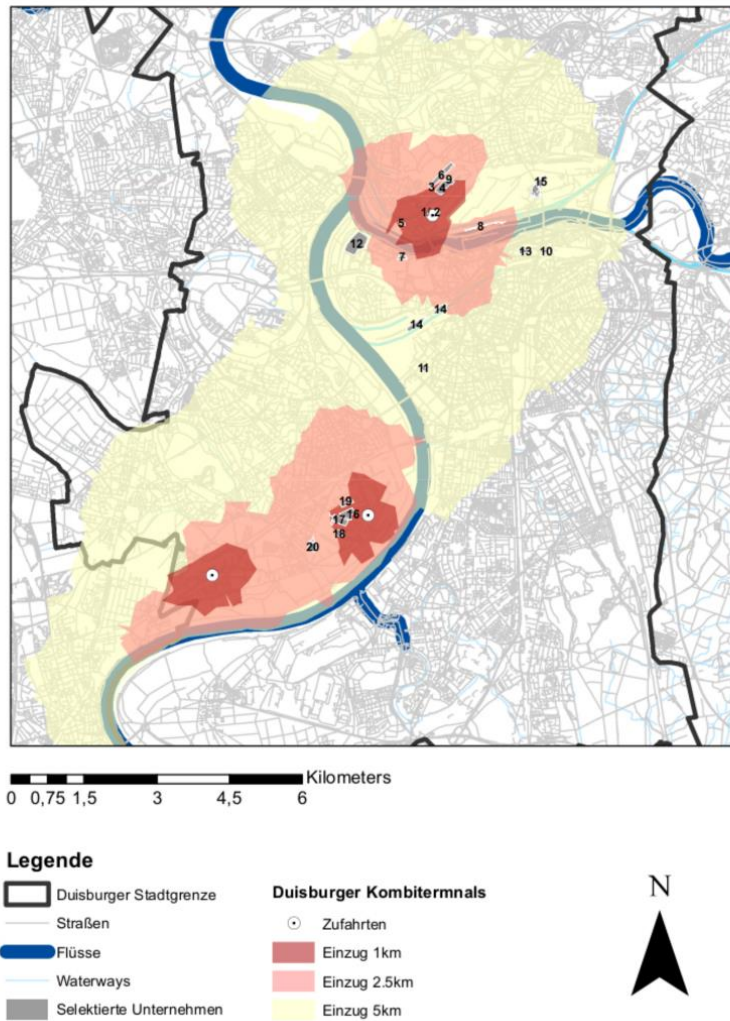
Um die Anpassungskapazitäten und die damit verbundenen Herausforderungen herauszuarbeiten, wurden Interviews geführt und anschließend qualitativ ausgewertet. Eine besondere Herausforderung war dabei die Identifikation und Auswahl relevanter Stakeholder, deren Perspektiven erhoben werden sollten.

Hierzu wurden netzwerkanalytische Verfahren eingesetzt. Die Webseiten von Verbänden wurden auf gegenseitige Bezugnahmen und thematische Verflechtungen hin analysiert. So konnten die thematischen und personellen Verbindungen zwischen den Verbänden ermittelt werden (Diskursnetzwerk). Zudem wurden Stakeholder im Untersuchungsgebiet nach ihrer räumlichen Nähe zu intermodalen Terminals gewichtet, um ihre Bedeutung im Logistiknetzwerk besser zu verstehen. Diese Analyse führte zu einem umfassenden Bild der Stakeholderlandschaft, das bei der Auswahl der Gesprächspartner als Leitfaden diente.

Die Auswertung der Interviews hat vier Schwerpunkte zur Anpassungskapazität identifiziert:

- 1. Infrastrukturelle Anpassungen ermöglichen eine effizientere Nutzung der Wasserwege durch die Ertüchtigung von Wasserstraßen und die Schaffung von Um- und Abladeplätzen.*
- 2. Wirtschaftliche und operative Anpassungskapazität stärkt die wirtschaftliche Resilienz der Branche, u. a. durch die Implementierung von langfristigen Verträgen, kurzfristigen Dispositionen, Kleinwasserzuschlägen und flexibler Preisgestaltung.*
- 3. Technologische Innovationen bieten weitere Möglichkeiten zur Anpassung an veränderte klimatische Bedingungen, etwa durch die Verbreiterung von Schiffen, die Reduzierung des Tiefgangs und fortschrittliche Antriebstechniken.*
- 4. Flexibilität im Transportnetzwerk wird durch die Anpassung im Modal Split und die Nutzung intermodaler Terminals erreicht, die eine erhöhte Flexibilität im Gütertransport ermöglichen, insbesondere bei Niedrigwasser.*

In der Analyse wurden somit die Barrieren identifiziert, die die Nutzung der Anpassungskapazitäten beeinflussen. Infrastrukturelle Anpassungen werden in der Regel über lange Zeiträume umgesetzt und können daher kurzfristig keine Abhilfe schaffen.



**Abbildung 5:** Unternehmen in umliegenden Gewerbegebieten der Duisburger Kombiterminals nach Entfernung – (Als ein Kriterium der Stakeholderidentifikation ist die Nähe zur intermodalen Transportinfrastruktur in der Analyse berücksichtigt worden)

Investitionen in neue Technologien steigern die Anpassungskapazität, wirken aber auch erst mit einer gewissen Verzögerung, da Binnenschiffe für den Gütertransport rund 50 Jahre im Dienst sind. Das wirtschaftliche Risiko vorzeitiger Abschreibungen wird von Akteur\*innen nicht leichtfertig eingegangen. Schließlich erschwert der Zustand von Schiene und Straße die Nutzung des gesamten Gütertransportnetzwerkes im Rahmen der Anpassung.

Zusammenfassend zeigt die Analyse, dass trotz der identifizierten Barrieren und Herausforderungen auf einer ganzen Reihe von Feldern Anpassungskapazitäten in der Binnenschifffahrt vorhanden sind. Sie bilden die Grundlage für eine resiliente und zukunftsfähige Branche, die den veränderten klimatischen Bedingungen gewachsen ist. Wie gut das gelingt, hängt insbesondere davon ab, ob die beteiligten Stakeholder innerhalb und außerhalb der Branche die Zeithorizonte von Anpassungsmaßnahmen an die Herausforderungen sich verändernder Klimawirkungen angleichen können.

**Praxisbeispiel 6: Möglichkeiten der Klimaanpassung durch Wasserrückhalt und Kühlung im Landkreis Elbe-Elster – Projekt IAWAK-EE**

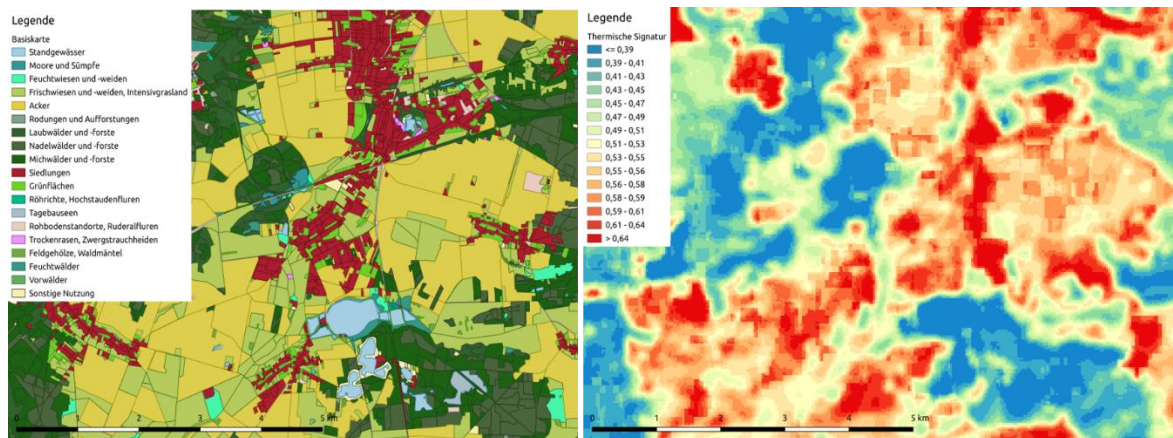
*Christian Hildmann, Ariane Kölling*

Methode:	Räumliche Analyse basierend auf Satelliten- und Geodaten, Untersuchung zu Maßnahmenkosten, Befragungen
Untersuchungsgebiet:	Landkreis Elbe-Elster (1.900 km <sup>2</sup> )
Ansatz:	quantitativ, Top-Down, generisch
Zielgruppe:	alle Landnutzer*innen im weiteren Sinne, räumliche Planung
Räumliche Einheit:	Landkreis, Landnutzungspolygone

Der Landkreis Elbe-Elster ist im Zuge des Klimawandels besonders von Trockenheit und Dürre betroffen. Die Folgen für die Landwirtschaft sind höhere Ertragsunsicherheiten und Ertragseinbußen, im Fall der Forstwirtschaft werden Bäume durch hohe Temperaturen und Trockenheit geschädigt, worauf Kalamitäten folgen. Aber auch die Biodiversität und die Böden verändern sich. Der Ansatz des Projektes IAWAK-EE beruht vereinfacht auf der Kombination des dezentralen Wasserrückhaltes in der Fläche und der Kühlung der Landoberflächen durch die Verdunstung der Vegetation. Hierzu wurden für den Landkreis 30 Maßnahmen identifiziert (Hildmann et al. 2022). Darin enthalten sind Maßnahmen für die Bereiche Land-, Forst- und Wasserwirtschaft, Siedlung und Naturschutz. So kann z.B. durch die Anreicherung von Humus auf den landwirtschaftlich genutzten, überwiegend sandigen Böden mehr Wasser zurückgehalten und nachfolgend von den Kulturen verdunstet werden.

Um die Möglichkeiten zur Anpassung zu erfassen, wurde geprüft, welche der Maßnahmen prinzipiell wo umgesetzt werden könnten. Hierzu wurde der Landkreis (etwa 1.900 km<sup>2</sup>) in über 59.000 Polygone anhand der tatsächlichen Flächennutzung und weiteren, die Fläche näher beschreibenden Daten, wie etwa mittlere Grundwasserstände und Ackerzahl, qualifiziert. Für jede der Teilflächen konnte nun über eigens entwickelte Algorithmen geprüft werden, ob die Maßnahmen auf der jeweiligen Fläche umsetzbar sind und ggf. auf welchem Flächenanteil (z.B. wurden Gründächer nur auf der Größe der vorhandenen Flachdächer verortet). Damit ist die mögliche Auswirkung der Maßnahme noch nicht bekannt. Hierfür haben wir die Landoberflächentemperaturen (LST) herangezogen, wie sie

von Satelliten wie dem Landsat 8 gemessen werden. Über die Kombination von 39 Szenen aus dem Sommerhalbjahr konnten für die Teilflächen gesicherte Werte über deren LST ermittelt werden. Mithilfe eines umfangreichen statistischen Modells und einer Vielzahl von Prädiktoren wurde die LST abgebildet. Daraus konnte schließlich die Wirkung der Maßnahmen auf die Kühlung der Flächen flächenscharf vorhergesagt werden (Zimmermann et al, in Vorb.).



**Abbildung 6:** Darstellung der thermischen Signatur für einen Ausschnitt aus dem Landkreis Elbe-Elster. Die aus der Biotopkartierung und weiteren Daten abgeleitete Landnutzung (links) ist der thermische Signatur gegenübergestellt (rechts). Diese wurde aus 39 Landsat-Szenen der Sommermonate abgeleitet (skalierte Werte, niedrige Werte (blau) sind meist unterdurchschnittlich kühl und hohe Werte repräsentieren überdurchschnittlich warme Bereiche, jeweils bezogen auf die Oberflächentemperatur).

Die tatsächlichen Anpassungskapazitäten sind immer auch durch die begrenzten ökonomischen Ressourcen bestimmt. Deshalb wurden zugleich die Kosten für die Maßnahmen ermittelt und wiederum den Teilflächen zugeordnet. Anhand eines Optimierungsalgorithmus nach Kosteneffizienz ist es nun möglich, die Anpassungsmaßnahmen im Landkreis auszuwählen, die z.B. für eine gegebene Fördersumme den größten Effekt für die Kühlung der Landschaft bringen werden.

Parallel dazu wurden mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung der Maßnahmen ermittelt. Hierzu wurden halbstrukturierte Interviews, ein Online-Fragebogen und Veranstaltungen genutzt. Die mehr auf die Maßnahmen bezogenen Hemmnisse sind auch in einen auf dem Maßnahmenkatalog beruhenden Handlungsleitfaden für die Kommunen im Landkreis eingeflossen. Der Ansatz, flächenscharfe Vorschläge für Maßnahmen, deren Wirkung und Kosteneffizienz bereitzustellen, trägt durch die gezielte Information der Akteur\*innen zum Abbau von Hemmnissen bei.

## 5. Fazit und Ausblick

Die Praxisbeispiele der einzelnen Modellregionen aus der RegiKlim Fördermaßnahme verdeutlichen noch einmal, dass die Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazitäten ein komplexes und methodisch differenziertes Forschungsfeld darstellt. Die Wahl der Methodik zur Erfassung von Anpassungskapazitäten ist dabei im höchsten Maße von der spezifischen Zielstellung der Analyse sowie den vorherrschenden Kontextbedingungen anhängig. Analysen zur Identifikation determinierender Faktoren für Anpassungshandeln von kommunalen oder privaten Akteur\*innen erfordern dabei andere Ansätze, als Untersuchungen zur Bewertung generischer Anpassungskapazitäten einer Region oder die Darstellung konkreter physischer Anpassungspotenziale und Ansatzpunkte für Maßnahmen auf der Ebene von Stadt-, Land- und Regionalplanung.

In der Kombination verschiedener methodischer Ansätze und theoretischer Blickwinkel wird hierbei die Chance gesehen, einen Schritt in Richtung einer ganzheitlichen Betrachtung von Anpassungskapazitäten zu gehen und so den Nutzen solcher Analysen weiter zu steigern. Zudem sollten im deutschen Kontext Anstrengungen unternommen werden dieses fragmentierte Forschungsfeld, durch die Schaffung eines grundlegenden konzeptionellen Rahmens, schrittweise zusammenzuführen und so der Vieldeutigkeit des Begriffs entgegenzuwirken.

Einen Ansatzpunkt hierfür können dimensionsbasierte Ansätze liefern. Anpassungsdimensionen, wie die in der aktuellen deutschen Klimawirkungs- und Risikoanalyse dargestellten (KWRA21), lassen sich auf unterschiedliche Handlungsfelder und Erhebungssituationen anwenden. Auch wenn für die Messung solcher Dimensionen unterschiedliche Indikatoren für unterschiedliche Handlungsfelder, Analyseebenen und betrachtete Klimawirkungen entwickelt werden müssen, kann eine einheitliche Benennung von Kerndimensionen für den deutschen Raum einen gemeinsamen Sprachgebrauch und ein einheitliches rudimentäres Verständnis von Anpassungskapazität, über unterschiedliche Kontexte und Analyseebenen hinweg, fördern.

In Kombination mit der Formulierung konkreter Anpassungsziele für unterschiedliche Ebenen oder Zielgruppen und einem laufenden, indikatorenbasierten Fortschrittsmonitoring, könnte so ein einheitliches und nachvollziehbares System zur dimensionsbasierten Erfassung und Bewertung von Anpassungskapazitäten entstehen.

## Literatur

Araya-Muñoz D, Metzger M J, Stuart N et al (2016) Assessing urban adaptive capacity to climate change. In: *Journal of Environmental Management*, 183: 314-324.

Birkmann J (2008) Global environmental change, natural hazards, vulnerability and disaster resilience. Necessity of a widening of perspectives in spatial planning. In: *Raumforschung und Raumordnung* 66(1):5–22

Birkmann J, Böhm HR, Buchholz F, Büscher D, Daschkeit A, Ebert S, Fleischhauer M, Frommer B, Köhler S, Kufeld W, Lenz S, Overbeck G, Schanze J, Schlipf S, Sommerfeldt P, Stock M, Vollmer M, Walkenhorst O (2013): *Glossar Klimawandel und Raumentwicklung*. 2. Überarbeitete Fassung

Chambers, R, Conway, R. (1992) *Sustainable Rural Livelihoods: Practical Concepts for the 21st Century*, Discussion Paper 296. Institute of Development Studies, Brighton, UK.

Cinner J E, Adger W N, Allison E H et al (2018) Building adaptive capacity to climate change in tropical coastal communities. In: *Nature Clim Change* 8 (2): 117–123.

Conway, D, Nicholls, R, Brown S, Tebboth M, Adger W, Ahmad B, Biemans H, Crick, F, Lutz, A, Safra de Campos, R, Said M, Singh C, Zaroug M, Ludi E, New M, Wester, P (2019): The need for Bottom-Up assessments of climate risks and adaptation in climate-sensitive regions. *Nature Climate Change*. 9. 10.1038/s41558-019-0502-0.

Coulthard S (2012) Can We Be Both Resilient and Well, and What Choices Do People Have? Incorporating Agency into the Resilience Debate from a Fisheries Perspective. In: *E&S* 17 (1).

Eakin HC, Lemos MC, Nelson DR (2014) Differentiating capacities as a means to sustainable climate change adaptation. *Glob Environ Chang* 2014, 27:1–8.

Eakin H, York A, Aggarwal R, Waters S, Welch J, Rubiños C, Smith-Heisters S, Bausch C, Anderies J M (2016): Cognitive and institutional influences on farmers' adaptive capacity: insights into barriers and opportunities for transformative change in central Arizona Reg. *Environ. Change* 16 801–14

Ellis, F., (2000): *Rural Livelihoods and Diversity in Developing Countries*, Oxford: Oxford University Press.

Emerson K., Nabatchi T., Balogh S. (2012). An integrative framework for collaborative governance. *Journal of Public Administration Research and Theory* 22(1), p. 1-29.

Grafakos S, Viero G, Reckien D, Trigg K, Viguie V, A. Sudmant, C. Graves, A. Foley, O. Heidrich, J.M. Mirailles, J. Carter, L.H. Chang, C. Nador, M. Liseri, L. Chelleri, H. Orru, K. Orru, R. Aelenei, A. Bilaska, B. Pfeiffer, Q. Lepetit, J.M. Church, M. Landauer, A. Gouldson, R. Dawson (2020): Integration of mitigation and adaptation in urban climate change action plans in Europe: A systematic assessment, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 121, 2020, 109623, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109623>.

Granovetter M. (1973). The strength of weak ties. *American Journal of Sociology* 76, p. 1360 - 1380.

Hegger D.L.T., Driessen P.P.J., Bakker M.H.N. (2018). Diversification of Flood Risk Management Strategies – Necessity and Importance. In: Raadgever T., Hegger D. (Hrsg.) Flood Risk Management Strategies and Governance. Springer, Cham., p. 25 – 34, [https://doi.org/10.1007/978-3-319-67699-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-67699-9_2).

Hildmann, C., Zimmermann, B., Schlepphorst, R., Rösel, L., Kleinschmidt, F., Kruber, S., Lukas, S., Joshi, D.C., Hecker, L.P., Witt, J.C., Sturm, A. & Wätzold, F. (2022): Measures for adaptation to climate change through water retention and cooling by transpiration: A catalogue of measures for a drought-prone area in eastern Germany. DOI: 10.5281/zenodo.6811079

Hogarth J R, Wójcik D (2016): An evolutionary approach to adaptive capacity assessment: A case study of Whitehouse, Jamaica. In: Journal of Rural Studies 43: 248–259.

IPCC (2012): Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

IPCC (2014): Climate change 2014: synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Genf: IPCC

IPCC (2022): Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.

Jacobs, B., Nelson, R., Kuruppu, N., and Leith, P. (2015): An adaptive capacity guide book: Assessing, building and evaluating the capacity of communities to adapt in a changing climate. Southern Slopes Climate Change Adaptation Research Partnership (SCARP), University of Technology Sydney and University of Tasmania. Hobart, Tasmania

Jones L, Ludi E, Levine S (2010): Towards a characterization of adaptive capacity: a framework for analyzing adaptive capacity at the local level. Hrsg. v. Overseas Development Institute (odi). Overseas Development Institute (odi). London (ODI Background Notes).

Karrasch L., Restemeyer B., Klenke T. (2021): The ‘Flood Resilience Rose’: A management tool to promote transformation towards flood resilience. Journal of Flood Risk Management 14(3), <https://doi.org/10.1111/jfr3.12726>.

Kahlenborn W, Linsenmeier M, Porst L et al. (2021): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland - Teilbericht 1: Grundlagen. Hrsg. v. Umweltbundesamt (UBA).

Kahlenborn W, Reusswig F, Schauser I (geplant 2023): Analyse von Anpassungskapazitäten. In: Brasseur, G, Jacob, D. und Schuck-Zöller, S. (Hrsg.) 2023: Klimawandel in Deutschland, 2. überarb. und erw. Auflage, Springer/Spektrum Heidelberg.

Kenis P., & Raab J. (2008). Politiknetzwerke als Governanceform: Versuch einer Bestandsaufnahme und Neuausrichtung der Diskussion. In: Schuppert G. F. und Zürn M. (Hrsg.) Governance in einer sich wandelnden Welt. Wiesbaden: VS, p. 132 – 148, <https://doi.org/10.1007/978-3-531-91066-6>.

Laranjeira, K.; Göttsche, F.; Birkmann, J.; Garschagen M. (2021): Heat vulnerability and adaptive capacities: findings of a household survey in Ludwigsburg, BW, Germany. In: *Climatic Change* 166, 14. DOI: [10.1007/s10584-021-03103-2](https://doi.org/10.1007/s10584-021-03103-2)

Laranjeira (in Vorb.): Indicators to assess the adaptive capacity of municipalities to climate change. A dimension-based approach for case studies.

Lockwood M, Raymond C M, Oczkowski E et al (2015): Measuring the dimensions of adaptive capacity: a psychometric approach. In: *E&S* 20 (1).

Löblich M., & Pfaff-Rüdiger S. (2011): Network analysis: A qualitative approach to empirical studies on communication policy. *The International Communication Gazette* 73(7), p. 630 – 647, DOI: [10.1177/1748048511417159](https://doi.org/10.1177/1748048511417159).

Matthew R., & Sydneysmith R. (2010): Adaptive Capacity as a Dynamic Institutional Process. In Armitage und Plummer (Hrsg.) *Adaptive Capacity: Building Environmental Governance in an Age of Uncertainty*. Springer Publishing Company, p. 223 – 242, DOI: [10.1007/978-3-642-12194-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-642-12194-4_11)

McMillan, J., Göttsche, F., Birkmann, J. (in Vorb.): Mapping vulnerability to climate extremes for use in spatial planning: insights from the region of Stuttgart, Germany.

Mortreux C und Barnett J (2017): Adaptive Capacity: Exploring the Research Frontier: Adaptive Capacity'. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 8 (4): e467.

Mortreux C, O'Neill S, Barnett J (2020): Between adaptive capacity and action: new insights into climate change adaptation at the household scale. *Environ. Res. Lett.* 15 074035, DOI: [10.1088/1748-9326/ab7834](https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab7834)

Nelson D.R., Adger W.N., Brown K. (2007): Adaptation to environmental change: contributions of a resilience framework. *Annual Review of Environment and Resources* 32, p. 395-419, DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.051807.090348>.

Nelson, R., Kokic, P., Crimp, S., Martin, P., Meinke, H., Howden, S. M., and Nidumolu, U. (2010): The vulnerability of Australian rural communities to climate variability and change: Part II—Integrating impacts with adaptive capacity. *Environmental Science and Policy*, 13 (1), 18-27.

Otto, A., Kern, K., Haupt, W., Eckersley P. Thieken A.H (2021): Ranking local climate policy: assessing the mitigation and adaptation activities of 104 German cities. *Climatic Change* 167, 5 . <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03142-9>

Schubert, A., von Streit, A., Garschagen, M. (in Vorb.): Unravelling the „capacity-action-gap“. An exploration of the difficult role of adaptive capacity in explaining the uptake of private flood risk adaptation measures.

Siders A R (2019): Adaptive Capacity to Climate Change: A Synthesis of Concepts, Methods, and Findings in a Fragmented Field. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 10 (3): e573.

Smit B, Wandel J (2006): Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. In: *Global Environmental Change* 16 (3): 282-292.

Torres HR, Alsharif KA, Tobin GA (2018): Perspectives on adaptive capacity to climate change in



hazardous environments: insights from Broward County, Florida Weather, Clim. Soc. 10 361–72

Vickers B (2018): More money, more family: the relationship between higher levels of market participation and social capital in the context of adaptive capacity in Samoa. *Climate and Development* Vol. 10, 167–78

Vogel C, O'Brien K (2004): Vulnerability and global environmental change: rhetoric and reality. In: AVISO – Information Bulletin on Global Environmental Change and Human Security, (13), 1–8

Whitney C K, Bennett N J, Ban N C et al (2017): Adaptive Capacity: From Assessment to Action in Coastal Social-Ecological Systems. *Ecology and Society* 22 (2): art22.

Winkler K. J., & Hauck J. (2019): Landscape stewardship for a German UNESCO Biosphere Reserve. *Ecology and Society*, 24(3). <https://doi.org/10.5751/ES-10982-240312>.

Zimmermann, B., Kruber, S., Nendel, C., Munack, H., Hildmann, C. (in Vorb.): Assessing the cooling potential of climate change adaptation measures in rural areas