

# Konzept zur operativen Verstetigung und Skalierung von Klimadiensten

Praktische Erfahrungen aus der BMBF-Förder-  
maßnahme RegiKlim

Jan-Albrecht Harrs, Laura Dalitz,  
Kevin Laranjeira, Dr. Andreas Huck

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**FONA**  
Klimaforschung

# Konzept zur operativen Verstetigung und Skalierung von Klimadiensten

## Erfahrungen aus der Fördermaßnahme RegIKlim

### Projektinformation

Diese Publikation ist im Rahmen des Verbundprojektes **WIRKsam - Wissenschaftliche Koordination zur Entwicklung eines regionalen Klimakatasters**- entstanden.

**WIRKsam** ist Teil der BMBF Fördermaßnahme *Regionale Informationen zum Klimahandeln (RegIKlim)*. Die Fördermaßnahme **RegIKlim** ist Teil des BMBF Forschungsrahmenprogramms *Forschung für nachhaltige Entwicklung (FONA)*.

### Autor:innen

**Jan-Albrecht Harrs** - Climate Service Center Germany (GERICS), Helmholtz-Zentrum hereon GmbH

**Laura Dalitz** - Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass), Umweltbundesamt

**Kevin Laranjeira** - Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung (IREUS), Universität Stuttgart

**Dr. Andreas Huck** - Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass), Umweltbundesamt

Hiermit bedanke ich mich für die Diskussionen und Beiträge in der RegIKlim-Arbeitsgruppe „Übertragbarkeit und Transfer“, in der Mitglieder aus den Forschungsverbänden WAKOS, IAWAK-EE, KlimaKonform, KARE, ISAP und R2K-Klim+ teilgenommen haben.

November 2023

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

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**FONA**  
Klimaforschung

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	6
2. Methodik .....	9
3. Konzeption und Grundlagen von Verstetigung und Skalierung.....	10
4. Entwicklung einer Skalierungsstrategie .....	13
5. Praktisches Nutzungspotential befördern: Ko-Entwicklung von Klimadiensten.....	16
5.1 Allgemeine Qualitätskriterien von Klimadiensten .....	20
5.2 Nutzungshemmnisse von Klimadiensten .....	23
5.3 Klimadienste strategisch verankern .....	26
6. Skalierungspotential einschätzen - Generalisierbare Bedarfe nach Klimadiensten .....	30
6.1 Nutzungsvoraussetzungen von Klimadiensten .....	32
6.2 Adaptionmöglichkeiten von Klimadiensten einschätzen.....	34
7. Modulare Instrumente zur operativen Umsetzung der Skalierung.....	36
7.1 Aufzeigen von Nutzungspotentialen der Klimadienste .....	38
7.2 Formate für die Skalierung: Bedarfsanalysen, Blaupausen und Leitfäden.....	39
7.3 Aufbau und Nutzung von Skalierungsnetzwerken.....	42
7.4 Beratungen und Schulungsmaterial zu den Klimadiensten .....	43
8. Schlussfolgerungen und Ausblick .....	45
9. Literaturverzeichnis.....	46

## Zusammenfassung

Kommunen in Deutschland unterscheiden sich hinsichtlich ihrer zu erwartenden Klimaveränderungen, geographischen Bedingungen, sozio-ökonomischen Vulnerabilitäten sowie technischer und finanzieller Kapazitäten. Um die daraus resultierenden Anpassungsnotwendigkeiten adäquat zu adressieren, braucht es unterschiedliche wissenschaftliche Informationen und Unterstützungen, z.B. in Form von praxisnahen Klimadiensten. Diese können Kommunen bei der Identifizierung von Klimawirkungen sowie bei der Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen helfen. Jedoch können nicht für alle Kommunen in Deutschland passgenaue Klimadienste erstellt werden. Daher sollten erfolgreich entwickelte Klimadienste auf andere Kommunen übertragbar sein, was mit verschiedenen spezielle Herausforderung verbunden ist.

Die folgende Checkliste fasst die **10 zentralen Empfehlungen dieses Konzepts** zusammen:

1. Nutzungspotentiale von Klimadiensten umsetzen und für externe Nutzergruppen veranschaulichen
2. Nutzungsoffenheit hinsichtlich Daten und benötigter technischer Kapazitäten gewährleisten
3. Einfache Erprobbarkeit der Klimadienste anstreben
4. Skalierungsstrategie mit klaren Zielen und Verantwortlichkeiten formulieren
5. Nutzungsvoraussetzungen der Klimadienste limitieren
6. Adaptationsmöglichkeiten der Klimadienste ausweiten
7. Schulungskonzepte und Leitfäden entwickeln, damit der Dienst an möglicher Nutzer:innen herangetragen werden kann
8. Beratungen und Schulungen mit den Klimadiensten für interessierte Verwaltungen umsetzen
9. Ansprache von möglichen Nutzer:innen und Durchführung von Skalierungsveranstaltungen organisieren
10. Unterstützung erster „Champion-Nutzer:innen“ bei der Anwendung der Klimadienste

## Glossar

**Verstetigung:** bezeichnet die langfristige, autonome Nutzung der Forschungsergebnisse nach dem Projektende ohne weitere Unterstützung und externe Finanzierung.

**Transfer:** bedeutet die Übertragung von Wissen aus der Forschung im Ko-Entwicklungsprozess zu gesellschaftlichen Akteuren<sup>1</sup>.

**Skalierung<sup>2</sup>:** Der Prozess der Übertragung von in einer Kommune oder Region entstandenem Anpassungswissen in eine an der Entwicklung dieses Wissens nicht beteiligte Kommune oder Region. Hinsichtlich des Klimadiensts beinhaltet der Prozess zum einen die Vergrößerung der Zielgruppe als auch Veränderungen am Klimadienst, um diesen skalieren zu können. Skalierung bezeichnet hierbei die Vielzahl an einzelnen überregionalen Skalierungsprozessen und deren Planung sowie Organisation.

**Adaption (von Klimadiensten):** ist die Anpassung von Anpassungswissen und im speziellen Klimadiensten an die Anforderungen eines Zielkontextes.

**Anpassungswissen:** Die aus Forschung und Praxiserfahrungen methodisch abgesicherten Erkenntnisse zur Klimawandelanpassung sowie Wissens- und Unterstützungsformate zur besseren Planung, Durchführung und Evaluation von Anpassungsmaßnahmen. Klimadienste stellen hierbei eine Form des Anpassungswissens dar.

**Klimadienst:** Als zentrale Definition für Klimadienste (engl. Climate Services) wird im Rahmen dieses Skalierungskonzeptes die Definition der European Research and Innovation Roadmap for Climate Services der Europäischen Kommission herangezogen: “the transformation of climate-related data — together with other relevant information — into customised products such as projections, forecasts, information, trends, economic analysis, assessments (including technology assessment), counselling on best practices, development and evaluation of solutions and any other service in relation to climate that may be of use for the society at large.” (EU Kommission, 2015:10).

**Entscheidungsunterstützungstool:** ist ein Format eines Klimadienstes. Eine digitale App oder Web-Anwendung, die über eine nutzerfreundliche Benutzeroberfläche den Zugriff auf Daten, Informationen, die Analysen von Auswirkungen des Klimawandels oder die Maßnahmenentwicklung und -bewertung ermöglicht.

**Nutzbarkeit:** beschreibt das Potential von Klimadiensten einen direkten praktischen Mehrwert für Nutzer:innen zu erbringen.

**Nutzungshemmnis:** sind Hemmnisse auf Seiten von Forscher:innen, Nutzer:innen, im Nutzungskontexts oder aufgrund von der Beschaffenheit eines Klimadienstes, die dessen angestrebte Nutzung erschweren.

<sup>1</sup> Im folgenden Dokument wird die geschlechtergerechte Sprache auf die Bezeichnung natürlicher Personen verwendet. Für juristische Personen, wie Vereine, Stiftungen, Anstalten etc., findet nur das grammatikalische Geschlecht Anwendung, zum Beispiel Praxisakteure oder –partner.

<sup>2</sup> Die Begriffe überregionaler Transfer, Up-Scaling und Skalierung beschreiben identische Prozesse. Zur leichteren Differenzierung zwischen dem Wissenstransfer innerhalb von Anpassungsprojekten und dem Transfer zu anderen Kommunen und Regionen, wird letzteres als Skalierung bezeichnet.

## 1. Einleitung

Lokale Verwaltungen besitzen eine Schlüsselrolle in der Umsetzung von lokalen Anpassungsmaßnahmen an die zu erwartenden Folgen des Klimawandels. Deshalb besteht der Handlungsdruck, Anpassungsbelange in Planungs- und Verwaltungsprozessen zu integrieren und zu verankern. Um Bewusstsein und Fachwissen zu befördern und die Identifikation von Vulnerabilitäten sowie Auswahl und Umsetzung von Maßnahmen zu unterstützen, können passende Klimadienste eine zentrale Rolle spielen. Klimadienste, die regional und lokal aufgelöste Klimainformationen für die Planung und Umsetzung von Maßnahmen aufbereiten, können Akteure bei der Klimawandelanpassung gezielt unterstützen. In der BMBF-Fördermaßnahme „Regionale Informationen zum Klimahandeln (RegIKlim)“ entwickeln Forschende aus verschiedenen Disziplinen sowie lokale und regionale Praxispartner:innen Klimadienste in sechs Modellregionen, die genau auf die Bedarfe und Arbeitsprozesse öffentlicher Institutionen ausgerichtet sind.

Um für Nutzer:innen passgenaue Klimadienste zu entwickeln, hat sich der Standard des Ko-Entwicklungsprozesses etabliert, bei dem Nutzer:innen und Forscher:innen gemeinsam Unterstützungstools entlang der Nutzungsbedarfe entwickeln (siehe Leitfaden Transdisziplinäre Zusammenarbeit)<sup>3</sup>. Da jedoch nicht die Entwicklungskapazitäten bereitstehen, um für jede Kommune oder Region in Deutschland einen maßgeschneiderten Klimadienst zu entwickeln, ist es wichtig für verschiedene Anpassungskontexte leicht anwendbare Klimadienste zur Verfügung zu stellen. Gegenwärtig besteht noch ein Mangel an diesen leicht transferierbaren Klimadiensten, die die Anwendung in andere sektorale oder geographische Bereiche als den Entwicklungskontext aktiv anstreben oder durch unterstützende Materialien befördern (Guentchev et al. 2023). Die Skalierung von erfolgreichen Maßnahmen, Technologien oder Strategien im Bereich der Anpassung sollte daher intensiviert werden (Huber et al., 2022). Die Erfolgs- und Hemmfaktoren dieses Prozesses sind allerdings noch nicht ausreichend erforscht (Nagorny-Koring, 2018). Speziell dem deutschen Diskurs wird attestiert, dass die Übertragbarkeit von Ergebnissen aus Reallaboren bisher zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde (Kern & Haupt, 2021). Die praktische Umsetzung von Skalierungsprozessen wird zudem als große Herausforderung angesehen, sodass die

---

<sup>3</sup> Regiklim.de

Anpassungsforschung einen Fokus darauflegen sollte, wie einzelne Transferprozesse von Anpassungsansätze und Klimadiensten zu anderen Kommunen und Regionen operativ umgesetzt werden kann (Wendt-Schwarzburg & Schön, 2022; Haupt et al., 2021).

In den RegiKlim-Modellregionen werden daher Klimadienste entwickelt, die perspektivisch überregional skaliert und einer möglichst großen Anzahl von Nutzer:innen zur Verfügung gestellt werden sollen. Um diesen Prozess konzeptionell zu unterstützen, adressiert dieses Konzept folgende drei Leitfragen:

1. Wie können Klimadienste innerhalb der Projektregionen transferiert und verstetigt werden?
2. Wie können Klimadienste in andere Kommunen und Regionen außerhalb des Entwicklungskontextes skaliert werden?
3. Wie kann das Skalierungspotential von Klimadiensten identifiziert und operativ befördert werden?

Dieses Verstetigungs- und Skalierungskonzept soll mit der Beantwortung dieser Fragen die angewandte Anpassungsforschung darin unterstützen, Forschungsergebnisse in den Projektregionen erfolgreich zu transferieren, zu verstetigen und einen Ansatz zur Skalierung von Ergebnissen und Tools in andere Regionen zu entwickeln. Es soll aufgezeigt werden, anhand welcher Aspekte das Skalierungspotential von Klimawissen und -diensten eingeschätzt und wie dieses Potential operativ befördert werden kann. Die RegiKlim-Forschungsverbünde sind hierbei zum einen Adressaten dieses Konzepts als auch Anwendungsbeispiele für Transfer- und Skalierungsaktivitäten.

Das Dokument ist entsprechend dem zeitlichen Verlauf von transdisziplinären Forschungsprojekten gegliedert und behandelt zuerst den Wissenstransfer und -verstetigung in der eigenen Region und dann die Skalierung außerhalb der Modellregionen, in denen die Dienste entwickelt werden (Entwicklungskontext). Nach einer Konzeption von Verstetigung und Skalierung werden in Kapitel 4 die Leitfragen einer Skalierungsstrategie erklärt. Danach werden gesammelte Empfehlungen für den Ko-Entwicklungsprozess sowie allgemeine Qualitätskriterien für Klimadienste beschrieben, da diese für die Verstetigung und die Skalierung bedeutsam sind. Folgend werden die Herausforderungen der Wissensvermittlung

und -verstetigung der Anpassungsforschung anhand einer Literaturanalyse von Nutzungshemmnissen von Klimadiensten erläutert. Es wird auch darauf eingegangen, wie diese Nutzungshemmnisse im Ko-Entwicklungsprozess angemessen adressiert und eine strategische Verstetigung von Forschungsergebnissen erreicht werden kann.

Für die Skalierung ist neben einem erfolgreichen transdisziplinären Ko-Entwicklungsprozess das Skalierungspotential der Klimadienste von Belang. Kapitel 6 konzeptioniert und erläutert daher die Teilbereiche des Skalierungspotentials (Bedarfe nach Klimadiensten; Nutzungsvoraussetzungen; Adaptionsmöglichkeiten). Letztlich werden operative Beförderungsmöglichkeiten, Instrumente der Skalierung, auf Basis einer Literaturrecherche und einer Kommunalbefragung dargelegt. Dieses Konzept adressiert speziell die Skalierung von Klimadiensten, meist in Form von digitalen Entscheidungsunterstützungstools.

### Die sechs Modellregionen der BMBF-Fördermaßnahme RegKlim

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 optimieren.

KlimaKonform fokussiert 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 der Projektergebnisse zuständig.



## 2. Methodik

Die in diesem Dokument erarbeitete Konzeption zur Beförderung von Wissenstransfer und Skalierung von Klimadiensten beruht auf drei methodischen Ansätzen:

1. Einer Literaturrecherche zur Nutzbarkeit und Skalierung von Klimainformationen und -diensten
2. Einer deutschlandweiten Befragung von Mitarbeitenden in Kommunen zu Klimawandelanpassung und Datennutzung
3. Die dokumentierten Diskussionen sowie eine Umfrage in der RegiKlim-Arbeitsgruppe „Übertragbarkeit und Transfer“, an der Vertreter:innen aller Modellregionen teilgenommen haben

Für die Literaturrecherche wurde mit ausgewählten Stichworten bei google scholar nach wissenschaftlichen Artikeln gesucht und passende Artikel ausgewertet. Ebenfalls wurden Projektberichte vergangener und aktueller Forschungsprojekte im Bereich der Anpassungsforschung ausgewertet.

Die deutschlandweite Kommunalbefragung, an der 72 Vertreter:innen von deutschen Kommunen teilgenommen haben, zielte darauf ab, die Nutzung von Klimainformationen in verschiedenen Schritten des Anpassungsprozesses besser zu verstehen. Wie bei anderen Umfragen im Bereich Klimawandelanpassung, verzeichnet auch diese Umfrage einen Überhang an bevölkerungsreichen und urbanen Kommunen. Da die Auseinandersetzung mit Klimawandelanpassung mit der Größe einer Kommune ansteigt, ist die Kontaktaufnahme mit der Thematik in kleinen Kommunen erschwert.

Wichtige Beiträge für die Konzeption und empirischen Unterfütterung des Verstetigungs- und Skalierungskonzepts stammen aus der RegiKlim-Arbeitsgruppe zu Übertragbarkeit und Transfer, in denen verschiedene Vertreter:innen (ca. 15) aus Forschung und Praxis aller Modellregionen zu diesen Themen über drei Jahre diskutierten und Empfehlungen festhielten. Insbesondere die blauen Informationskästen zeigen Praxisbeispiele der Modellregionen zu verschiedenen Ansätzen im Themenbereich Verstetigung und Skalierung auf. Darüber hinaus wurden die Diskussionsergebnisse dieser Arbeitsgruppe durch eine Befragung der Teilnehmer:innen validiert – insbesondere hinsichtlich generalisierbarer Empfehlungen für die Skalierung.

### 3. Konzeption und Grundlagen von Verstetigung und Skalierung

Die gemeinsame Entwicklung von Anpassungswissen und Klimadiensten als auch der Transfer der Forschungsergebnisse in die Anpassungspraxis ist das grundlegende Ziel von transdisziplinärer Anpassungsforschung. In einem transdisziplinären Anpassungsprojekt wird Anpassungswissen gemeinsam mit den Nutzer:innen (im Fall von RegKlim sind dies Akteure aus der öffentlichen Verwaltung) entwickelt, so dass die Nutzbarkeit dieses Wissens stets Grundlage des Entwicklungsprozesses ist. Wenn bei der Ko-Entwicklung die Bedarfe und die Nutzbarkeit des Wissens eine angemessene Rolle spielen, laufen Forschungs- und Transferprozesse zusammen ab, da das Transferobjekt (hier der Klimadienst) bereits an die Bedingungen und Bedarfe des Zielkontextes angepasst ist. Der transdisziplinäre Entwicklungsprozess von Klimadiensten durch Forscher:innen und Nutzer:innen zeichnet sich daher durch zahlreiche Abstimmungen, Workshops und gemeinsame Arbeit auf Augenhöhe aus. Hierbei werden die spezifischen Qualitätskriterien und Nutzungsanforderungen der Nutzer:innen identifiziert (siehe Kapitel 5.1) und darauf abgestimmte Klimainformationen sowie Handlungswissen gemeinsam entwickelt. Ebenfalls sollte in dedizierten Workshops praktisches Wissen der Nutzer:innen zu u.a. vorhandenen Daten, Anpassungsnotwendigkeiten und aktiven Maßnahmen erhoben und in den Entwicklungsprozess des Klimadienstes integriert werden. Weiterhin ist es für die Nutzbarkeit der Dienste wichtig, auf mögliche Nutzungshemmnisse (siehe Kapitel 5.2) wirksam einzugehen, so dass diese die Nutzbarkeit der Dienste nicht schmälern (Lemos et al., 2012; Raaphorst et al., 2020). Eine Zusammenfassung wichtiger Empfehlungen für den Ko-Entwicklungsprozess findet sich in Kapitel 5.

Der für mögliche Nutzer:innen nachvollziehbare und evidente Mehrwert eines Dienstes stellt ein ausschlaggebendes Kriterium späterer Skalierbarkeit (Guentchev et al. 2023) dar. Daher besteht die Bedeutung des Ko-Entwicklungsprozesses für das spätere Up-Scaling in einer möglichst hohen Nutzbarkeit des Klimadienstes, um so die Nutzbarkeit für andere Nutzer:innen mit ähnlichen Anpassungsnotwendigkeiten (z.B. andere Verwaltungen mit ähnlichen Herausforderungen) sicherzustellen, als auch um das Nutzungspotential des Dienstes durch den erfolgreichen Einsatz aufzuzeigen. Somit legt dieses Konzept großen Wert auf die Bedeutung des Ko-Entwicklungsprozesses für die Skalierbarkeit hinsichtlich eines evidenten praktischen Nutzens im Entwicklungskontext und dessen Nutzungsoffenheit. Die spätere

Nutzungsoffenheit, die durch die Adaptierbarkeit der Dienste an andere kommunale und regionale Bedingungen und die Nutzung frei verfügbarer Daten befördert werden kann, sollte hierbei früh bei der Entwicklung der Klimadienste mitgedacht werden. Abbildung 2 zeigt den chronologischen Prozess von Ko-Entwicklung bis zur Skalierung schematisch auf und hebt die Rückkopplung zwischen Skalierungsstrategie und dem Ko-Entwicklungsprozess hervor.



Abbildung 2: Chronologischer Verlauf von Ko-Entwicklung bis zur Skalierung von Klimadiensten

Die dem Ko-Entwicklungsprozess nachgelagerte Herausforderung ist die Verstetigung der Forschungsergebnisse. Verstetigung bezieht sich hierbei auf die autonome Nutzung der Forschungsergebnisse nach Projektende durch Praxispartner im Projekt ohne Hilfestellung durch den wissenschaftlichen Partner oder externe Finanzierung. Eine erfolgreiche Verstetigung heißt also, dass der gemeinsam entwickelte Klimadienst in die gängigen Arbeitsprozesse einer Verwaltung oder eines Unternehmens eingegangen ist.

Die weitere Skalierung zu Kommunen oder Regionen, die nicht in an dem Ko-Entwicklungsprozess beteiligt waren, stellt eine große Herausforderung dar, da der Dienst nicht auf die dortigen Bedingungen ausgerichtet ist. Erschwerend kommt das fehlende Vertrauensverhältnis mit dortigen Akteuren hinzu, da kein gemeinsamer Entwicklungsprozess durchlaufen wurde. Diese Skalierung kann hierbei als Prozess definiert werden, in dem ein Klimadienstprototyp zu einem frei verfügbaren und nutzbaren Klimadienst entwickelt und von weiteren Nutzergruppen aufgenommen wird und autonom angewendet werden kann (Met

Office, 2022). Dies beinhaltet somit sowohl die Dissemination zu weiteren Nutzergruppen als auch inhaltliche oder technische Änderungen, um die Reichweite des Dienstes zu vergrößern. Um in diesen projektfremden Kommunen Anwendungen zu finden, müssen skalierbare Klimadienste flexibel und zugänglich sein, aber konkret genug, um nützlich zu sein. Hinsichtlich der Skalierung kann zwischen drei Typen unterschieden werden (Guentchev et al. 2023):

1. Horizontale Skalierung zu anderen Kommunen und Regionen
2. Vertikale Skalierung, durch die Veränderung institutioneller Rahmenbedingungen
3. Funktionale Skalierung, welches auf die funktionelle Erweiterung und Optimierung von Wissensprodukten abzielt.

Die RegiKlim-Klimadienste fokussieren primär die geographische bzw. horizontale Skalierung der Dienste zu anderen Kommunen und Regionen, da die Unterstützung einer möglichst großen Zahl von Nutzer:innen im Vordergrund steht. Neben der prozeduralen Konzeption von Transfer, Verstetigung und Skalierung ist die operative Beförderung des Skalierungspotentials von Klimadiensten ein zentrales Ziel dieses Konzeptes.

Konzeptionell fasst diese Studie das überregionale Skalierungspotential von Klimadiensten als Kombination von der Qualität eines Dienstes, dessen Adaptionspotential und dem allgemeinen Bedarf nach Klimadiensten zusammen (siehe Abbildung 3).

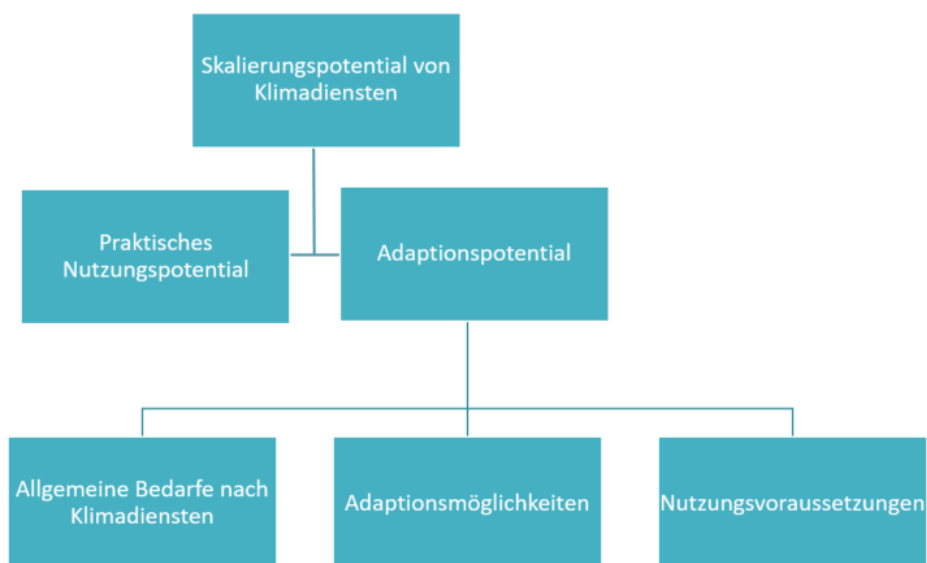


Abbildung 3: Konzeption des überregionalen Skalierungspotentials

Das praktische Nutzungspotential eines Dienstes zeigt sich anhand dessen erfolgreicher Anwendung und kann am Anfang des Entwicklungsprozesses durch eine Reihe abgestimmter Qualitätskriterien definiert werden (siehe Kapitel 5.1). Dienste, die erfolgreich im Entwicklungskontext angewendet wurden, können den praktischen Mehrwert des Dienstes für andere Nutzer:innen veranschaulichen und tragen so zum Skalierungspotential bei (Guentchev et al. 2023). Das Adaptionspotential ergibt sich aus den Nutzungsvoraussetzungen des Dienstes, wie z.B. die adressierte Klimawirkung oder die Datenverfügbarkeit, und den Möglichkeiten, die Dienste an andere Nutzungsbedingungen zu adaptieren (Kapitel 6.2 & 6.3). Der Bedarf zeigt sich darin, dass eine große mögliche Nutzergruppe für den Dienst besteht und der Dienst ein allgemein dringliches Problem adressiert (Kapitel 6.1).

#### 4. Entwicklung einer Skalierungsstrategie

Diffusionsstudien zu Technologie- und Wissenstransfer im Nachhaltigkeitsbereich identifizieren bereits verschiedene Kataloge an Treibern und Barrieren für die Skalierung von Wissen und Innovationen, jedoch beziehen sich hierbei viele auf einen Nord-Süd Transfer im Entwicklungskontext (Biagini, 2014), oder erforschen die Übertragbarkeit von Politiken und diesbezüglichen Instrumenten zwischen deutschen Städten (Haupt et al., 2021). Sie fokussieren daher maßgeblich Politiken und vereinzelt Instrumente, wohingegen Studien zur Skalierung von einzelnen Wissensprodukten in andere Kontexte im Themenbereich Klimaanpassung nur begrenzt vorliegen (Huber et al., 2022; eine Ausnahme stellt Street et al., 2019 dar). Zudem fehlen leitenden Beispiele, da bisher kaum Klimadienste erfolgreich einen Skalierungsprozess durchlaufen haben. Dieser Prozess ist nicht linear planbar und durch komplexe Herausforderungen geprägt (siehe 6.2; Guentchev et al., 2023).

Wie zu Beginn erwähnt ist das primäre Ziel der RegiKlim-Skalierungsprozesse, so viele mögliche Nutzer:innen beim Anpassungshandeln zu unterstützen. Da Rahmenwerke, Leitfäden und größere Beispiele für die Skalierung von Klimadienste fehlen, stellt die Entwicklung einer Skalierungsstrategie einen lohnenden Startpunkt für Anpassungsprojekte dar, um schon während der Ko-Entwicklung die spätere Skalierung mitzudenken. Angelehnt an Fragen des Met Office zur Skalierung von Klimadiensten können für die Erstellung einer Skalierungsstrategie folgende Leitfragen herangezogen werden (2022):

## 1. Welche Klimadienste eignen sich zur Skalierung?

- Kapitel 5: Wie können Klimadienste mit hohem praktischem Nutzungspotential entwickelt werden?
  - Kapitel 5.1: Welche generalisierbaren Qualitätskriterien existieren für Klimadienste?
  - Kapitel 5.2: Wie können allgemeine Nutzungshemmnisse überwunden werden?
  - Kapitel 5.3: Wie können Klimadienste langfristig in Verwaltungsprozessen verstetigt werden?

## 2. Wie kann das Adaptionspotential identifiziert werden?

- Kapitel 6.1: Was sind allgemeine Bedarfe nach Klimadiensten?
- Kapitel 6.2 Was sind die Nutzungsvoraussetzungen eines Klimadienstes?
- Kapitel 6.3: Wie können Dienste an Zielkontexte adaptiert werden?

## 3. Wie kann die Skalierung operativ umgesetzt werden?

- Kapitel 7: Welche Instrumente eignen sich zur operativen Beförderung der Skalierung?

Der Skalierungsprozess ist durch iterative Abläufe geprägt, da während der Ko-Entwicklung des Dienstes wichtige Entscheidungen für dessen Skalierungspotential gefällt werden. Eine Skalierungsstrategie, die auf den genannten Leitfragen basiert, kann von Beginn die technische Entwicklung der Klimadienste dahingehend anleiten, so dass ein hohes Skalierungspotential erreicht werden kann. Das Skalierungspotential kann befördert werden, in dem auf hemmende Nutzungsvoraussetzungen, die sich aus dem zu skalierenden Klimadienst, der Zielgruppe und dem Skalierungsumfeld ergeben, eingegangen wird (siehe 5.1). Ebenfalls können die Adoptionsmöglichkeiten, also der Zuschnitt der Dienste auf Zielkontexte, besser von vornherein geplant werden (siehe 6.3). Abbildung 4 betrachtet den chronologischen Prozess von Ko-Entwicklung zu Skalierung, der in Abbildung 2 veranschaulicht ist. Ein iterativer Prozess aus der Skalierungsperspektive sieht demnach wie folgt aus:



Abbildung 4: Ablauf eines iterativen Skalierungsprozesses

Während der Ko-Entwicklung eines Klimadienstes sollten bereits personelle Kapazitäten bei der Entwicklung, für die Planung der Skalierung und die technische Entwicklung eingeplant werden (Guentchev et al. 2023). Insbesondere die technische Entwicklung von nutzungsoffenen Entscheidungsunterstützungstools, die sich an die IT-Infrastruktur anderer Verwaltungen anpassen und anstatt auf Basis regionalspezifischer mit verfügbaren Daten Ergebnisse ausgeben können, bedürfen großer Kapazitäten. Letztlich sollte auch von Beginn auf die Evaluierung der Skalierung durch die Dokumentation von Treffen mit möglichen Nutzer:innen und die erfolgreiche Übernahme von Diensten eingegangen werden.

Auf Basis einer Befragung der RegIKlim-Modellregionen wurden folgende Voraussetzungen für einen erfolgreichen Skalierungsprozess festgehalten:

### Voraussetzungen für einen erfolgreichen Skalierungsprozess aus Sicht der RegIKlim-Modellregionen

- ◆ Der Klimadienst sollte so gestaltet sein, dass eine Funktionalität ohne regional spezifische Daten erhalten bleibt bzw., dass diese durch frei verfügbare Daten ersetzt werden können.
- ◆ Konsistente, hochaufgelöste und frei verfügbare/abrufbare Daten sollten im Zielkontext vorhanden sein.
- ◆ Transferierbare Inhalte sollten frühzeitig identifiziert werden, da möglicherweise nur Anpassungsprozesse nicht gesamte Dienste transferierbar sind.
- ◆ Kenntnisse bezüglich des Stands der Klimaanpassung und der regionalen verwal tungstechnischen Besonderheiten im Zielkontext sollte erhoben werden
- ◆ Die ortspezifischen Eigenschaften müssen vom transferierten Klimadienst aufge nommen werden können.
- ◆ Einbindung der Raumplanung als überfachliche Organisationseinheit in Verwal tungen (und nicht nur der "klimatischen" Abteilungen) sollte befördert werden.
- ◆ Frühe Betrachtung der Kompatibilität der Dienste mit überregionalen Informati onsplattformen wäre wünschenswert.

Die konzeptionellen Hilfestellungen hinsichtlich Skalierungsstrategie und Einschätzung des Transferpotentials werden in Kapitel 7 durch eine Zusammenschau verschiedener Instrumente um einen operativen Ansatz zur Skalierungsbeförderung ergänzt.

## 5. Praktisches Nutzungspotential befördern: Ko-Entwicklung von Klimadiensten

Wie bereits festgehalten, ist ein erfolgreicher Ko-Entwicklungsprozesses zentral für die spätere Skalierung eines Klimadienstes. Kapitel 5 beschreibt daher, wie das praktische Nutzungspotential im Ko-Entwicklungsprozess befördert werden kann. Die Literatur zeigt, dass



die Benutzerfreundlichkeit von Klimainformationen hauptsächlich durch drei Aspekte beeinflusst wird (Lemos et al., 2012; Kirchhoff et al., 2013):

1. Qualität der Interaktion zwischen Forschungsprojekten und Wissensnutzer
2. Wahrgenommene Übereinstimmung zwischen den Informationen und den Nutzerbedarfen
3. Integration neuer Informationen in bestehende Wissens- und Entscheidungssysteme

Die Aspekte 1&2 können in den verschiedenen Schritten des Ko-Entwicklungsprozesses durch verschiedene Formate umgesetzt werden. Da der dritte Aspekt selbst für effektiv durchgeführte Ko-Entwicklungsprozesse eine Herausforderung darstellt, wird ein strategischer Verstetigungsansatz zur Integration von Daten und Informationen in öffentlichen Arbeitsprozessen in Kapitel 5.3 vorgestellt, der hierbei helfen soll.

Der durch Iteration und Austausch geprägte transdisziplinäre Ko-Entwicklungsprozess von Klimadiensten durch Forscher:innen und Nutzer:innen ist in Abbildung 5 anschaulich dargestellt (GERICS, 2017). Die Forschungsseite fokussiert in der Abbildung die Eingabe von modellierten Klimainformationen und -analysen und Nutzer:innen bringen Nutzungsanforderungen und Praxiswissen ein. Nur durch die Integration beider Wissenswelten kann letztlich ein lösungsorientierter Klimadienst entstehen.

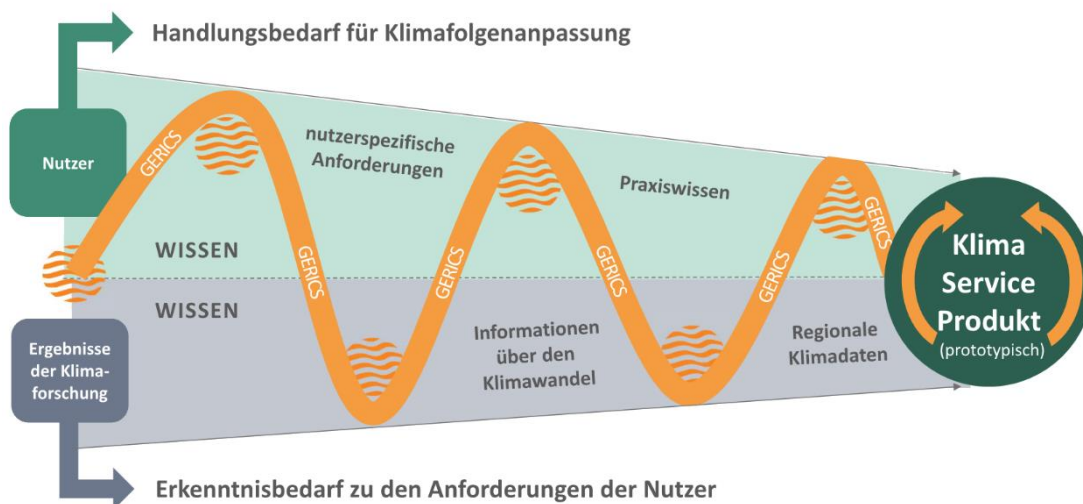


Abbildung 5: Transdisziplinäre Klimadienstentwicklung (GERICS, 2017)

Weitere Empfehlungen für die verschiedenen Schritte der angewandten Anpassungsforschung werden im WIRKsam-Leitfaden zur transdisziplinären Arbeit (Meilinger et al., 2023) erläutert und anhand von Beispielen aus den RegiKlim-Modellregionen veranschaulicht. Der Leitfaden zeigt vier zentrale Besonderheiten der angewandten Anpassungsforschung auf:

- ◆ Die Ziele und Lösungen von Interventionen der regionalen Klimaanpassung sind kontextabhängig: Da sich klimatische Veränderungen regional unterschiedlich auswirken, müssen Anpassungsmaßnahmen an regionale gesellschaftliche, geografische und ökologische Bedingungen, Entwicklungen und Ziele angepasst werden.
- ◆ Zielindikatoren in der regionalen Klimaanpassung sind schwer definierbar: Aufgrund der Kontextabhängigkeit von Anpassungszielen, der Schwierigkeit zukünftige Schadensminderungen abzuschätzen und methodischer Herausforderungen, ist es schwer, sich auf quantitative und genaue Zielindikatoren für Anpassungsmaßnahmen zu einigen.
- ◆ Die Aktivierung von Praxisakteuren ist eine besonders wichtige Herausforderung in der Klimaanpassung: Klimawandelanpassung als gesellschaftliches und fachthematisches Querschnittsthema bedarf der Partizipation verschiedener Akteure aus Politik und Praxis sowie vulnerabler Gruppen.
- ◆ Projekte der Klimaanpassung verlangen eine „Übersetzungsleistung“ von Klimamodellen hin zur örtlichen Umsetzung von Maßnahmen: Anpassungshandeln benötigt räumlich aufgelöste Klimainformationen sowie die Abschätzung oder Modellierung von Klimawirkungen, um Strategien und Maßnahmen daran auszurichten. Angewandte Anpassungsprojekte stehen vor der Herausforderung, diese komplexen Modellierungsergebnisse für die Anpassungspraxis nachvollziehbar zu vermitteln, so dass Praxisakteure die Daten interpretieren und damit Ziele und Maßnahmen definieren können. Gleichzeitig sollten Wissenschaftler:innen das Nutzungspotential von Klimainformationen in lokalen Entscheidungsprozessen verstehen, um anwendbare Dienste zu entwickeln.

Die Tabelle 1 fasst zentrale Leitfragen für die Phasen der angewandten Anpassungsforschung auf, um angemessen auf die vier Besonderheiten einzugehen.

<b>Phase 1: Problem- und Projektkonstitution</b>
<p>1.1 Lebensweltliche Probleme der Klimaanpassung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche lebensweltlichen Probleme der Klimaanpassung sind in dem gewählten Untersuchungsgebiet heute und zukünftig am relevantesten?</li> <li>• Welches Erfahrungswissen von Praxisakteuren braucht es, um dies bewerten zu können?</li> </ul>
<p>1.2 Wissenschaftliche Probleme der Klimaanpassung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche wissenschaftlichen Probleme stellen sich für die Klimaanpassung im gewählten Untersuchungsgebiet?</li> <li>• Welche wissenschaftlichen Disziplinen müssen beteiligt sein und welche wissenschaftlichen Methoden werden benötigt, um diese Fragen zu adressieren?</li> </ul>
<b>Phase 2: Partizipation und Wissensintegration</b>
<p>2.1 Problemanalyse und Differenzierung von Forschungsfragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was sind die zentralen Einflussfaktoren auf die definierten lebensweltlichen Probleme in dem gewählten Untersuchungsgebiet?</li> <li>• Welche Wissenslücken, Informationsbedarfe, Unsicherheiten, Zielkonflikte sowie Konflikte um Ressourcen gibt es in der Klimaanpassung im Untersuchungsgebiet?</li> </ul>
<p>2.2 Erfassen des Handlungskontextes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Praxisakteure, bestehende Netzwerke sowie Vorläuferprojekte sind zur Schärfung, kritischen Prüfung und Erreichung der Forschungsziele relevant?</li> <li>• Welche regions-, akteurs- und sektorspezifischen Diskurse zum Klimawandel und dessen Folgen müssen im Projekt berücksichtigt werden?</li> </ul>
<p>2.3 Wissensintegration, Lösungen abwägen und Lernprozesse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Wissensbestände und daran gekoppelte Forschungsmethoden sollen zur Erreichung der Projektziele herangezogen werden?</li> <li>• Welche Diskussionen und Formate sind notwendig, um bestehende Wissenslücken zu identifizieren?</li> </ul>
<p>2.4 Partizipation und akteurspezifische Ansprache</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Formen der Partizipation bieten sich für das Forschungsprojekt an?</li> <li>• Welche Multiplikator*innen können in das Projekt eingebunden werden, um die Partizipation von Akteuren in der Region zu stärken?</li> </ul>
<b>Phase 3: Verstetigung und Skalierung von Forschungsergebnissen (bearbeitet durch dieses Konzept)</b>

Tabelle 1: Phasen transdisziplinäre Forschung in RegiKlim (Meilinger et al., 2023)

## 5.1 Allgemeine Qualitätskriterien von Klimadiensten

Nutzungsanforderungen können als Leitkriterien für die praxisorientierte Wissens- und Toolentwicklung herangezogen werden. Durch Befragungen, Interviews und Nutzerworkshops haben die RegiKlim-Modellregion eine Liste von Nutzungsanforderungen gesammelt.

Es existieren schon einige Studien, die generalisierbare Qualitätskriterien für Nutzerfreundlichkeit von Klimadiensten mittels Umfragen, Interviews und Begleitforschung identifiziert haben (Born et al., 2022; Schuck-Zöller et al., 2018). Diese Qualitätskriterien wurden in der Arbeitsgruppe “Übertragbarkeit und Transfer” validiert und sind in diesem Kapitel

gesammelt dargelegt. Zudem werden sie durch die spezifischen Nutzungsanforderungen in den Modellregionen (siehe blauer Kasten) ergänzt. Die Qualitätskriterien legen den Grundstein für die Güte und Nutzerfreundlichkeit und somit auch für das Anwendungs- bzw. Skalierungspotential der Dienste in die eigene Projektregion und darüber hinaus. Die folgende Sammlung (siehe Tabelle 2) basiert auf den Kriterien der umfragebasierten Studie von Born et al. (2022), der Konzeptstudie von Schuck-Zöller et al. (2018) und der Literaturrecherche für dieses Konzeptpapier. Es muss hierbei jedoch auf die grundlegende Schwierigkeit, allgemeine Qualitätskriterien für die verschiedenen Formate von Klimadiensten herzuleiten, hingewiesen werden (Cortekar et al., 2014). In der Spalte ‚Beschreibung‘ werden die allgemeinen Qualitätskriterien daher auf das Klimadienstformat „Online Web-Tool“ spezifiziert. Für die Evaluation der Wirksamkeit eines Klimadienstes kann zudem dieser Leitfaden des Umweltbundesamtes (Kaiser et al, 2022) oder dieser Evaluationsrahmen von Schuck Zöller et al. (2022) herangezogen werden.

### Nutzungsanforderungen der RegiKlim-Klimadienste

- ◆ Konkrete Problemlösung und Umsetzungshilfen für Planungsprozesse
- ◆ Interpretationshilfe zur Unterstützung des Verständnisses und der weiteren internen und externen Kommunikation der Ergebnisse
- ◆ Einfache Bedienbarkeit und Sprache für verschiedene Nutzergruppen und Experteniveaus
- ◆ Aufzeigen von Beispielen sowie Simulationsstudien der Maßnahmen
- ◆ Räumliche hoch aufgelöste Modellergebnisse
- ◆ Ergebnisse sollten für Planungszwecke eine gewisse Rechtssicherheit aufweisen
- ◆ Tools sollten ohne kostenpflichtige Software als einfache Web-Anwendung bedient werden können
- ◆ Keine Mehrkosten durch den Einsatz der Klimadienste
- ◆ Integrierbarkeit der Ergebnisse mit anderen Daten sowie Kompatibilität mit bestehenden Anwendungen

Qualitätskriterien	Beschreibung	Quelle
Wissenschaftliche Methoden und Qualität	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Fundierte wissenschaftliche Methoden zur Entwicklung der Ergebnisse</li> </ul>	Born et al., 2022; Schuck-Zöller et al., 2018
Umfang des Informationsangebots	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Tiefe und Breite des Dienstes hinsichtlich Datenangebot und unterstützen Handlungsfeldern</li> </ul>	Schuck-Zöller et al., 2018
Zugänglichkeit, leichte Auffindbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Kostenfreie, öffentliche und direkte Verfügbarkeit des Dienstes. Am besten digital über eine barrierefreie Web-Anwendung</li> <li>◆ Offene Nutzungsrechte</li> </ul>	Born et al., 2022; Schuck-Zöller et al., 2018
Nutzungsfreundlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Klarheit der Informationen und intuitive Nutzung des Dienstes für verschiedene Anwender:innen, z.B. durch Erklären von Fachbegriffen</li> </ul>	Schuck-Zöller et al., 2018; Born et al., 2022
Anschaulichkeit, Nutzung von Beispielen	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Informationen werden nutzergerecht mit entsprechenden Formaten visualisiert</li> <li>◆ Beispiele veranschaulichen das Nutzungspotential der Dienste für die Umsetzung von konkreten Maßnahmen</li> <li>◆ Die Nutzung eines digitalen Entscheidungsunterstützungstools sollte selbsterklärend und einfach sein</li> </ul>	Born et al., 2022 Palm-4U Praktikabilitätskriterien, 2020
Nutzer:inneneinbindung; Bedarfsgerechtigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Grad der Partizipation bei der Entwicklung oder Validierung des Dienstes</li> <li>◆ Entwicklung des Dienstes auf Basis einer Erhebung von Nutzer:innenbedarfen</li> </ul>	Born et al., 2022; Schuck-Zöller et al., 2018
Innovationsgrad	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Wissenschaftliche Weiterentwicklungen sorgen für einen praktischen Mehrwert</li> </ul>	Schuck-Zöller et al., 2018
Routinefähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Aktualität der Informationen, auch über die Projektlaufzeit hinaus</li> </ul>	Born et al., 2022
Strategisches & Integratives Potential	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Potential für Transformationsbestrebungen beim Anpassungshandeln, z.B. durch die Nutzbarkeit des Dienstes für verschiedene Fachabteilungen (Dienst adressiert nicht „nur“ die Umweltperspektive.)</li> <li>◆ Potential der Integration mit anderen Datenarten, so dass der Nutzen für komplexe Entscheidungsprozesse erleichtert wird.</li> <li>◆ Leichte Integration in kommunale Arbeitsprozesse</li> </ul>	Schuck-Zöller et al., 2018, Clar & Steurer, 2018 Climate Sense, 2022 Palm-4U Praktikabilitätskriterien, 2020
Kapazitätsaufbau	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Eine begleitende Qualifizierung der Nutzer:innen mit dem Tool</li> </ul>	Palm-4U Praktikabilitätskriterien, 2020

Tabelle 2: Sammlung von Qualitätskriterien von Klimadiensten

## 5.2 Nutzungshemmnisse von Klimadiensten

Obgleich die Abstimmung von Nutzungsanforderungen die Nutzerfreundlichkeit eines Dienstes befördert, existieren gewisse Nutzungshemmnisse (Usability Gaps), die die verstetigte Nutzung von Klimadiensten erschweren (Raaphorst et al., 2020). Die Beschaffenheit dieser Nutzungshemmnisse wird in diesem Kapitel auf Basis einer Literaturrecherche sowie der eigenen Kommunalbefragung dargelegt und anschließend durch spezifische Hemmnisse, die in den Modellregionen identifiziert wurden, ergänzt.

Klimadiensten wird ein großes Potential für die Klimawandelanpassung zugesprochen, allerdings fällt deren praktischer Gebrauch momentan noch hinter dem zugesprochenen Potential zurück. Obwohl bereits eine große Bandbreite von Klimadiensten existiert, ergab eine Umfrage unter zahlreichen Nutzern von Klimadiensten, dass das Nutzungspotential dieser Dienste noch nicht gänzlich ausgeschöpft wird, da diese noch nicht in der Breite bei Nutzer:innen bekannt sind. So waren von den 798 Befragten, von denen ein Großteil sich schon mit Anpassung beschäftigt hatte, nur einem Drittel Klimadienste bekannt (Hoffmann et al., 2020). Neben dem Problem der Auffindbarkeit von Klimadiensten, existieren weitere Hemmnisse, die die Nutzung von Klimainformationen im politischen und administrativen Entscheidungsprozess erschweren (Lemos et al., 2012; Raaphorst et al., 2020). Folgend werden die wichtigsten Nutzungshemmnisse für Klimadienste zusammengefasst (siehe Tabelle 3).

Nutzungshemmnisse	Hemmnisart	Quelle
Begrenzte technische Kapazität der Nutzer:innen bei der Identifikation passender Klimadienste und deren Einsatz	Kapazitätsbegrenzung	Daniels et al.,2019; Harrs et al., in Erscheinung
Fehlendes Personal	Kapazitätsbegrenzung	Harrs et al., in Erscheinung
Klimadienst adressiert keinen spezifischen Bedarf im Entscheidungsprozess	Integration in Arbeitsprozesse	Daniels et al.,2019; Hoffmann et al., 2020
Unklare Rollen und Verantwortlichkeiten	Integration in Arbeitsprozesse	Harrs et al., in Erscheinung
Schwierigkeiten bei der Kommunikation von Klimainformationen in der Behörde	Integration in Arbeitsprozesse	Eigene Kommunalbefragung, 2022
Schwache Gelegenheitsfenster im Planungsprozess zur Eingabe der Informationen	Integration in Arbeitsprozesse	Eigene Kommunalbefragung, 2022
Schwache Interaktion und Engagement zwischen Forscher:innen und Nutzer:innen	Qualität des Ko-Entwicklungsprozesses	Daniels et al.,2019

Mangel an Vertrauen und sinnvoller Kommunikation zwischen Forscher:innen und Nutzer:innen	Qualität des Ko-Entwicklungsprozesses	Daniels et al.,2019
Datenverfügbarkeit und -zugang	Kapazitätsbegrenzung	Daniels et al.,2019
Fehlende Finanzierung	Kapazitätsbegrenzung	Daniels et al.,2019

Tabelle 3: Nutzungshemmnisse von Klimadiensten

Konzeptionell können die Nutzungshemmnisse in drei verschiedene Arten unterteilt werden:

1. Kapazitätsbegrenzungen der Nutzer:innen
2. Qualität des Ko-Entwicklungsprozesses
3. Integration in Arbeitsprozesse

Die Kapazitätsbegrenzungen sind maßgeblich auf fehlende personelle sowie finanzielle Kapazitäten zurückzuführen. Zusätzlich existieren Hürden in Form mangelnder Expertise beim Auffinden passender Dienste und Informationen sowie deren Interpretation für Anwendungsfälle. Abseits technischer Herausforderungen kann fehlende Interaktion im Ko-Entwicklungsprozess zu mangelndem Vertrauen der Nutzer:innen in den Klimadienst führen.

Weiterhin bestehen auch Herausforderungen bei der Integration von neuen Daten und Informationen in bestehende Arbeitsabläufe bzw. es existieren momentan keine angemessenen Verantwortlichkeiten zur Datenintegration. Zudem erscheint die Kommunikation von Klimainformationen in den verschiedenen Abteilungen einer Behörde als herausfordernd.

Diese Arten der Nutzungshemmnisse wurden auch in den RegIKlim-Modellregionen innerhalb der Arbeitsgruppe "Übertragbarkeit und Transfer" identifiziert (siehe blauen Praxiskasten).

Um diese Barrieren zu adressieren, haben die Modellregionen einen dediziert kollaborativen Ansatz bei der Identifikation der Wissensbedarfe und bei der Planung, Entwicklung und Umsetzung von Klimadiensten verfolgt. So können Klimadienste und deren Empfehlungen mit dem institutionellen Entscheidungsprozess harmonisieren, eine verständliche Terminologie einsetzen und an den richtigen Prozessen und Foren zum passenden Zeitpunkt andocken oder in Kooperation mit den Anwendern den Handlungsraum erweitern (Daniels et al., 2019; Lemos et al., 2012; Lourenço et al., 2015). Die frühe und stetige Zusammenarbeit mit Anwender:innen

kann als eines der wichtigsten Kriterien für die spätere Anwendbarkeit ausgemacht werden (Hoffmann et al., 2020; Daniels et al., 2019).

### Identifizierte Nutzungshemmnisse in den RegiKlim-Modellregionen

- ◆ Knappe finanzielle, zeitliche und technische (IT-Ausstattung) Kapazitäten
- ◆ Spezifität der Ergebnisse für Nutzer:innen
- ◆ Naturwissenschaftliche und technische Expertise der Nutzer:innen
- ◆ Datenverfügbarkeiten & Datenschutz
- ◆ Fehlendes Bewusstsein und rechtlicher Rahmen für Klimawandelanpassung als Handlungsfeld
- ◆ Mangelnde Bewerbung und Vorführung der Klimadienste
- ◆ Unklare Zuständigkeiten, insbesondere bei ämterübergreifender Zusammenarbeit

Da es sich bei Klimainformationen um komplexe datenbasierte Informationen mit inhärenten Unsicherheiten und Bandbreiten handelt, erscheinen Interpretations- und Kommunikationshilfen als notwendig. Hierbei sollten die Bedürfnisse, Barrieren, und technische sowie finanzielle Kapazitäten der Praxis bei der Entwicklung berücksichtigt werden, sowie Hinweise zur Integration der Informationen in Arbeitsabläufe abgedeckt werden. Eine Möglichkeit, Nutzer:innengruppen mit unterschiedlichem natur-technischem Verständnis zu adressieren, wäre verschiedene Komplexitätsniveaus für Laien und Expert:innen durch jeweilige Zugänge oder Webseiten-Modi einzurichten (siehe Klima-Atlas NRW).

Die RegiKlim-Modellregionen haben Nutzerworkshops, bei denen die Anwendung der Dienste besprochen wurden, durchgeführt sowie Interpretationshilfen und Unterstützungsformate zur praxisorientierten Vermittlung der Forschungsergebnisse entwickelt, so dass Nutzungshemmnisse abgebaut werden konnten. Story Maps und Storytelling haben sich in den letzten Jahren als Instrumente zur Wissensvermittlung und -kommunikation weit verbreitet und sind eine gute Methode, um raumbezogene Informationen, oftmals mit Layern in Karten, anschaulich zu präsentieren und langfristig im Verwaltungshandeln zu verankern. Als weiteres



hervorzuhebendes Format, werden unten Klima-Coachings angeführt, da so effektiv Kapazitäten bei Verwaltungen aufgebaut werden können.

Folgende Formate wurden von den RegiKlim-Modellregionen im Ko-Entwicklungsprozess eingesetzt:

- ◆ Workshops, wahlweise mit Einsatz des Klimadienstes
- ◆ Persönliche Vorstellungen bei politischen Sitzungen (z.B. Gemeinderat)
- ◆ Beratungskonzepte & Fortbildungen für Fachpersonal sowie die Erstellung von E-Learning-Materialien
- ◆ Sensibilisierung und Einbindung von Multiplikatoren zur Wissensintegration
- ◆ Erläuternde Kontextualisierung der Forschungsergebnisse in räumlichen Story Maps
- ◆ Pressearbeit und Social-Media zur Aktivierung der Bevölkerung
- ◆ Einbindung von Transfer- und Kommunalnetzwerken
- ◆ Beförderung der Institutionalisierung von Klimawandelanpassung auf regionaler Ebene bei etablierten Akteuren, die Kommunen beraten
- ◆ Planspiele, um die Nutzung von Ergebnissen spielerisch zu vermitteln

Gründe der Modellregionen für die Formatauswahl

- ◆ Persönliche Gespräche sind wichtig, um die zentralen Verwaltungsmitarbeitenden für das Thema Klimawandelanpassung zu sensibilisieren und von dem erarbeiteten Anpassungswissen zu überzeugen
- ◆ Kleinere themenspezifische Workshops erreichen effektiv die richtigen Personen und generieren Ownership über Klimadienste. Zudem können zielgerichtete Workshops die Integration des Wissens in komplexe Arbeitsprozesse und kollektives Lernen zwischen Praxisakteuren befördern.
- ◆ Ohne Einbindung des richtigen Fachpersonals, besteht die Gefahr nur allgemeine Informationen zur Verfügung zu stellen, die nicht auf die genaue Fachplanung nutzbar ist
- ◆ Für die Verstetigung müssen Organisationen (wie z.B. Transfernetzwerke) gefunden werden, die nach Projektende das Wissen halten und weiter durch ihre eigenständigen Aktivitäten anwenden und in die Breite tragen

## Narrative Ansätze – Story Maps & Storytelling

Die KlimaKonform Story Maps enthalten interaktive Karten, Textblöcke, Datenvisualisierungen und andere Medieninhalte zu Anpassungsoptionen bei Hitze, Dürre, Starkregen und Hochwasser. Die Inhalte sind so in die Story Maps eingebettet, dass Aktualisierungen der Datenquellen automatisch übernommen werden. Die Storytelling-Methode von ISAP befasst sich mit der klimaangepassten Raumentwicklung und soll die Maßnahmenbewertung räumlich veranschaulichen. Hierbei werden Landnutzungsszenarien, lokale Wirkmodellierungsergebnisse und integrierte Wirkungsbewertung von Ökosystemleistungen an lokalen Planungsbeispielen (z.B. Neckarpark) räumlich mit Satellitenbildern und in stadtklimatischen Modellierungen integrativ dargestellt.

### 5.3 Klimadienste strategisch verankern

Eine empirische Studie in der Stadt Konstanz hat anhand einer Umfrage unter 72 Mitarbeiter:innen und Interviews mit zehn Schlüsselpersonen das Potenzial von Klimadaten und -informationen für verschiedene städtische Verwaltungsprozesse hervorgehoben. 84,7 % der Befragten sind der Meinung, dass ihre Bedeutung für die Stadtplanung zunimmt (Harris et al, in Begutachtung). Allerdings werden die Herausforderungen im Umgang mit den Daten als hoch eingeschätzt. Die größte Herausforderung läge bei der Integration von Klimadaten und -informationen in bestehende Arbeitsabläufe. Daher sollte die Wissensintegration in existierende Arbeitsabläufe bei der Klimadienstentwicklung in den Vordergrund gerückt werden, gerade weil auch das Handlungsfeld „Klimawandelanpassung“ als recht neues Querschnittsthema in Verwaltungen noch nicht fest etabliert ist (Göpfert et al., 2019). Die effektive Organisation von Klimawandelanpassung wird dadurch erschwert, dass viele Maßnahmen nicht offiziell als Klimawandelanpassungsmaßnahmen beschlossen werden. So wurde Kommunen ebenfalls nach der bisher wichtigsten Anpassungsmaßnahme gefragt und nur bei 55% der Befragten (n=40) wurde diese Maßnahmen vordergründig als Klimawandelanpassungsmaßnahme geplant und umgesetzt (eigene Kommunalbefragung, 2022). Anpassungswissen sollte daher nicht nur naturwissenschaftliche Informationen bereitstellen, sondern auch Arbeitsprozesse organisatorisch unterstützen und die Beratung und Ausgestaltung von Arbeitsprozessen mit diesen Klimadiensten in den Blick nehmen. So

existieren momentan nur in 45.5% (n=66) von Kommunen eine feste Organisationseinheit, die abteilungsübergreifend Klimawandelanpassung diskutiert und die Maßnahmenplanung vorbereiten kann (eigene Kommunalbefragung, 2022). Da bei der durchgeführten Befragung größere Kommunen überrepräsentiert waren und andere Umfragen eine schwächere Institutionalisierung bei kleineren Kommunen feststellten, sollte die abteilungsübergreifende Verankerung des Themas in angewandten Anpassungsprojekten fokussiert werden (Schulze et al, 2022; Buschmann et al., 2021).

Es konnte bereits gezeigt werden, dass Klimadienste auf bestehende Entscheidungsprozesse eingehen sollten, sodass die Organisation dieser Prozesse bei der Eingabe von Klimadaten mitgedacht wird (Fünfgeld et al., 2019). Reveco-Umana (2023) unterstreicht die Bedeutung der Interaktion von Anpassungswissen mit etablierten formellen und informellen Praktiken, Normen und Standards für das Verständnis und die operative Beförderung der Nutzbarkeit dieser Informationen. Forschungsergebnisse sollten daher mit etablierten Praktiken, Normen und Standards harmonisieren, um die soziale Akzeptanz neues Anpassungswissen zu erhöhen (Reveco-Umana, 2023). Eine angemessene Herangehensweise hierfür stellt eine strategische Auseinandersetzung mit den Normen, Regularien, Wissens- und Datenständen sowie Kommunikations- und Entscheidungsprozessen einer Verwaltung dar. Die *strategische* Auseinandersetzung sollte drei Aspekte umfassen:

1. die Identifikation von kommunalen Arbeitsprozessen, die von Anpassungswissen profitieren könnten;
2. die Unterstützung oder Ausgestaltung dieser Arbeitsprozesse unter Rücksichtnahme des Anpassungswissens;
3. die Konkretisierung effektiver Rollen und Verantwortlichkeiten dieser Arbeitsprozesse in Abstimmung mit anderen angrenzenden kommunalen Abteilungen.

Eine *Datennutzungsstrategie* kann, diesen Punkten folgend, die neu entwickelten Klimadaten als Ausgangspunkt nehmen, um gemeinsam mit den kommunalen Anwender:innen entsprechende Arbeitsprozesse (workflows) zu etablieren bzw. zu optimieren (Harris et al, in Begutachtung; Nell & Krauss, 2022). Da man sich mit den Zielinstitutionen und anpassungsrelevanten Prozessen genau auseinandersetzen sollte, ist das Zusammendenken

der Datenbereitstellung mit der Organisationsentwicklung des Handlungsfeldes Klimaanpassung für den Wissenstransfer und die Verstetigung von Anpassungswissen bedeutsam (Kern & Haupt, 2021). Hierbei ist es wichtig, dass Wissens- und Unterstützungsbedarfe sowie das Nutzungspotential des Wissens und damit verbundene Nutzungshürden im Governance-Gefüge von Verwaltungen durch Umfragen, Interviews und Nutzerworkshops erhoben werden (Höhle et al., 2022). Da sich momentan viele Kommunen mit der Herausforderung der Digitalisierung und den Möglichkeiten von „big data“ auseinandersetzen, stellt die Integration von Klimadaten in kommunale Verwaltungsprozesse daher auch ein Opportunitätsfenster für die Gestaltung neuer oder angepasste Arbeitsweisen dar. Die Klimadienste können daher nicht nur den Zugang zu hochauflösenden Klimaprojektions- und Fernerkundungsdaten sowie Analysemethoden anbieten, sondern auch die Zusammenarbeit zwischen den Abteilungen erleichtern.

Die folgenden Schritte können bei der Klimadienstentwicklung für die Erstellung einer Datennutzungsstrategie herangezogen werden (Harris et al, in Begutachtung):

- 1. Kommunikations- und Entscheidungsprozesse analysieren und verbessern:** Durch Umfragen, Interviews und Workshops können Akteursbeziehungen und angestrebte Rollen und Verantwortlichkeiten der Abteilungen im Anpassungshandeln ermittelt werden. Die Abstimmung von festgelegten Ansprechpersonen in verschiedenen Abteilungen und einem leitenden Anpassungsmanager in einer festen Arbeitsgruppe kann die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen abteilungsübergreifend koordinieren (DIN ISO Norm 14092, 2020).
- 2. Bestandsaufnahme existierender Daten:** Eine Analyse vorliegender Daten (Klimadaten, Fernerkundungsdaten, Umweltdaten und sozio-ökonomische Daten) und der mit der Aktualisierung der Daten verbundenen Verantwortlichkeiten zeigt auf, welche nutzbaren Daten verfügbar sind.
- 3. Nutzungspotentiale von Klimaprojektionsdaten festhalten:** Die gemeinsame Identifikation von Nutzungspotentialen durch Praxis und Forschung ist wichtig, um eine gezielte Entwicklung von Klimadiensten, die auf zentrale Verwaltungsprozesse abgestimmt sind, zu ermöglichen. So können auch ideale prozedurale Eintrittstüren für Anpassungswissen bestimmt werden.
- 4. Durchführung von Risiko- oder Vulnerabilitätsanalysen mit Klimaprojektionsdaten:** Um das Nutzungspotential von Klimaprojektionsdaten zu veranschaulichen, können mithilfe von diesen Daten Wirkmodellierungen zur Analyse zukünftiger Exposition, Wirkungen und Maßnahmenwirksamkeit durchgeführt werden. So kann der Mehrwert von Klimaprojektionsdaten und integrativen Wirkmodellen gegenüber verbreitenden Klimafunktionskarten aufgezeigt werden.

5. **Checkliste zum Umgang mit neuen Daten:** Durch die Erstellung einer zentralen Checkliste, die die verschiedenen Planungs- und Umsetzungsschritte einer Wirkungsanalyse oder von Anpassungsmaßnahmen sowie der dafür benötigten Daten organisiert, kann die Nutzung von Anpassungswissen strategisch verankert werden.
6. **Datenintegration in ein digitales Tool:** Ein zentral erreichbarer Klimadienst (z.B. als webbasiertes Entscheidungsunterstützungstool) kann zum einen die benötigten Daten, Analyseanwendungen und Interpretationshilfen bereitstellen als auch die Kommunikations- und Entscheidungsprozesse zwischen den Abteilungen befördern.
7. **Durchführung von Schulungen:** Schulungen, die anhand der Nutzung eines solchen Entscheidungsunterstützungstools Analyse- und Interpretationsprozesse thematisieren, fördern das soziale Lernen zwischen den Abteilungen und festigen neue Anpassungspraktiken und Kommunikationsnetzwerke (Jevne et al., 2023).

Die RegiKlim-Modellregionen identifizierten folgende Arbeitsprozesse und Akteure in der Klimawandelanpassung, welche durch die RegiKlim-Klimadienste informiert werden: Folgend würde es sich anbieten, Datennutzungsstrategien für diese Planungs- und Verwaltungsprozesse und die betreffenden Abteilungen zu entwickeln.

Planungs- und Verwaltungsprozesse in den RegiKlim-Modellregionen, die primär durch Klimadienste unterstützt werden:

- ◆ Bauleitplanung (wichtige Adressaten: Bauverwaltung, Stadtplanung, Planungsbüros)
- ◆ Hitzeaktionspläne
- ◆ Flächennutzungsplanung
- ◆ Informelle Planungsinstrumente (integrierte Entwicklungskonzepte),
- ◆ Regionalplanung
- ◆ Landesplanung (wichtiger Adressat: Landesumweltämter)

Aus den Diskussionen und einer Umfrage unter den RegiKlim-Modellregionen wurde insbesondere die Raumplanung als wichtiges Handlungsfeld hervorgehoben. Die Signifikanz der Raumplanung für die Klimawandelanpassung wurde auch in mehreren Publikationen dargelegt (Lorenz et al., 2017; Birkmann et al., 2013; BBSR, 2016). Speziell für die Bauleitplanung können städtebauliche Wettbewerbe eine passende Eintrittstür für Klimadaten darstellen, da sie am

Anfang des Planungsprozesses stehen. Klimadaten und -informationen können hier genutzt werden, um Architekt:innen und Jurymitglieder zu befähigen, wie sie Klimaresilienz quantitativ in den Einreichungen und bei deren Evaluation berücksichtigen können (Harris et al, in Begutachtung).

## 6. Skalierungspotential einschätzen - Generalisierbare Bedarfe nach Klimadiensten

Um der Frage nachzugehen, welche Klimadienste oder deren Funktionen skaliert werden können, geben Analysen zu praktischen Bedarfen nach Anpassungswissen darüber Aufschluss. Hierzu wurden Umfragen durchgeführt, die hier bündig zusammengefasst werden sollen. Im Rahmen der eigenständig durchgeführten Kommunalbefragung wurde nach Informationsbedarfen gefragt. Es hat sich gezeigt, dass wissenschaftliche Informationstools und Plattformen nur von ca. 16% respektive 18% der Befragten benutzt werden und, dass externe Expert:innen (70%), Gutachten (51%) und eigene Datensätze (40%) die wesentlich häufigere Datenquellen für die Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen darstellen. Hier zeigt sich daher noch Potential für wissenschaftliche frei verfügbare Informationen und Analysetools. Die Untersuchung von Born et al. (2022) über die Nutzung verschiedener Online-Tools war bisher die umfassendste Untersuchung über die Nutzung von Fachwissen in der Klimawandelanpassung in Deutschland (n=ca.970, davon stammte die Hälfte aus der öffentlichen Verwaltung). Die Umfrage ergab, dass die Formate Informationsplattformen und praktische Leitfäden/Checklisten am meisten gefragt sind und diese bestenfalls Best-Practice-Beispiele, Karten, Kosten-Nutzen-Bewertungen und Empfehlungen zum rechtlichen Rahmen enthalten sollen (ebd., 2022). Zudem liegt ein relativ breiter Bedarf nach Daten, Informationen und Analysetools zu den verschiedenen Klimawirkungen vor (Abbildung 6; Born et al., 2022).

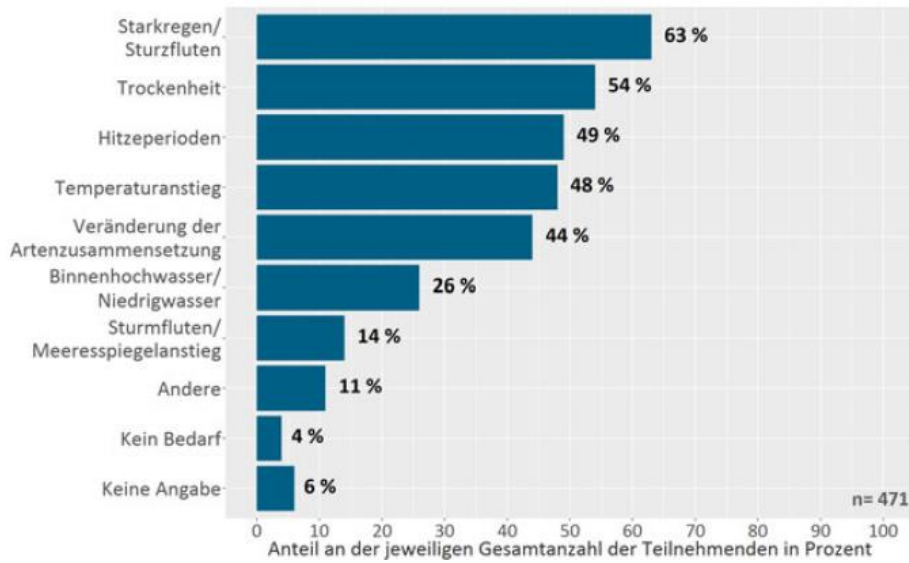


Abbildung 6: Bedarf nach Klimadiensten nach Klimawirkung; Darstellung von Born et al, 2022

Es liegt demnach ein relativ breiter Bedarf nach Daten, Informationen und Analysetools zu verschiedenen Klimawirkungen und der Planung und Umsetzung von entsprechenden Maßnahmen vor. Hinsichtlich der prototypischen Phasen der Klimawandelanpassung ergibt die Kommunalbefragung, dass zusätzliche Informationen vor allem bei der Umsetzung von Maßnahmen (74%), der Identifizierung von Anpassungsoptionen sowie deren Bewertung (jeweils 51%) benötigt werden (n=35). Insbesondere da hohe Kosten (62%; n=42) und eine unsichere Begründung der ökonomischen Effizienz (33%) als häufigste Argumente gegen Klimawandelanpassung und die Finanzverwaltung als aktiver Verfasser von Vorbehalten (45,9%; n=37) erfasst wurden. Die Skalierung von Bewertungsmethoden, Bewertungskriterien und Tools zur Auswahl von Maßnahmen könnten somit den dargelegten Bedarf decken., da die Da die Raum- und Stadtplanung als zentraler Akteur der Klimawandelanpassung ausgemacht wurde, ist eine räumliche Darstellung der Information bei den Klimadiensten zu empfehlen.

### Identifikation von Zielkontexten

Um mögliche Kommunen und Regionen als Zielkontexte für Klimadienste zu identifizieren, liegen nur begrenzt nützliche Daten vor, da Aufnahmebereitschaft, personelle und technische Kapazitäten, Anpassungsnotwendigkeiten und geographische Nähe eine Rolle spielen. Dank der kürzlich erschienenen Umfrage zahlreicher Landkreise und kreisfreien Städte Deutschlands

(n=329; Rücklaufquote 82%) zum Stand der Klimawandelanpassung durch den Rechercheverbund Correctiv und mehrere Landesrundfunkanstalten, können zumindest Anhaltspunkte gesammelt werden (Correctiv, 2023). Folgende Indikatoren aus der Umfrage können für eine Zusammenstellung möglicher Zielkontexte für verschiedene Klimadienste herangezogen werden:

1. Urban/ländlich
2. Risikobewussten für Klimaveränderungen
3. Bewusstsein für verschiedene Klimaveränderungen (Hitze; Starkregen; Wassermangel)
4. Erwartung finanzielle Belastung hinsichtlich verschiedener Klimaveränderung
5. Vorliegende Modellierung/Vulnerabilitätsanalyse/wissenschaftliche Studien
6. Vorliegendes Anpassungskonzept
7. Vorliegender Hitzeaktionsplan
8. Kenntnis von Maßnahmen
9. Durchgeführte Maßnahmen
10. Personelle Kapazitäten

Auf Basis einer Analyse dieser Indikatoren können dann Listen mit möglichen Zielkontexten für die verschiedenen Klimadienste der RegiKlim-Modellregionen erstellt und durch direkte Ansprache Skalierungsprozesse angestoßen werden.

Wenn Kommunen und Regionen identifiziert wurden, ist es wichtig das Nutzungspotential der Klimadienste hervorzuheben und den Mehrwert gegenüber keinen oder bestehen Daten und Informationen (z.B. veraltete Klimafunktionskarten) zu erläutern. Für die Realisierung des Nutzungspotentials sind häufig technische Kapazitäten notwendig, die transparent dargelegt und gemeinsam mit Ansätzen diese aufzubauen vorgestellt werden sollten (siehe Kapitel 6).

## 6.1 Nutzungsvoraussetzungen von Klimadiensten

Kommunen und andere Gebietskörperschaften unterscheiden sich in zahlreichen Faktoren, was auch die fallspezifische Zuschneidung von Anpassungslösungen bedingt. „One-size-fits-all“-Lösungen in der Klimawandelanpassung stehen daher im Gegensatz zum Klimaschutz vor zahlreichen Hürden. Somit ergeben sich mehr Herausforderungen für die Entwicklung der Klimadienste und für den Skalierungsprozess. Erfahrungen aus dem Reallabor „Migrant4Cities“



zeigen, dass die Skalierung von Forschungsergebnissen durch die Aufnahmebereitschaft und -kapazitäten, einen aktuellen Bedarf nach Wissen und strukturelle Ähnlichkeiten zwischen beiden Kommunen wesentlich bedingt wird (Wendt-Schwarzburg & Schön, 2022). Es sollte festgehalten werden, dass die Skalierung grundsätzlich davon profitiert, wenn den dortigen Entscheidungsträger:innen dargelegt werden kann, dass die Dienste in einer ähnlichen Kommune entwickelt wurde (Huber et al., 2022). Eine hohe Kongruenz von Entstehungs- und Zielort begünstigt den Transferprozess ungemein, da der Klimadienst ähnliche Probleme adressiert und vergleichbare Anforderungen besitzt. Obwohl die Replikation von Leuchtturmprojekten oder Best-Practice-Beispielen als gängiges Ziel von angewandten Forschungsprojekten eingegangen ist, sind die Schwierigkeiten eines erfolgreichen Skalierungsprozesses bekannt und als „local stickiness of best practices“ (Nagorny-Koring, 2018) beschrieben. Die Beispiele aus komplexen Entstehungsprozessen können nur schwer in Zielkontexte übertragen werden und meist dienen sie eher als Inspiration oder Anregung für eigene Projektideen, als dass sie direkt umgesetzt werden (Bulkeley, 2016; Kern & Haupt, 2021).

Um die Skalierung zu befördern, sollte genau analysiert werden welche Nutzungsvoraussetzungen bei Zielkontexten vorliegen und wie der Klimadienst an diese adaptiert werden kann (Street et al., 2019). Die folgende Liste führt daher zentrale Nutzungsvoraussetzungen auf, damit ein Klimadienst erfolgreich einsetzbar ist. Diese wurden in den Diskussionen in der RegiKlim-Arbeitsgruppe „Übertragbarkeit und Transfer“ validiert.

Wenn viele Nutzungsvoraussetzungen bestehen, vermindert dies das Adaptionspotential des Dienstes, da ein aufwändiger Prozess der Zuschneidung erfolgen muss. Für eine erfolgreiche Skalierungsstrategie ist es notwendig, dass man sich während der Entwicklung eines Klimadienstes über dessen Nutzungsvoraussetzungen bewusst ist. Die Entwicklung von Leitfäden oder transferfähigen Versionen des Klimadienstes, die das Skalierungspotential des Dienstes erhöhen, sollten dann diese Nutzungsvoraussetzungen abschwächen bzw. Darauf eingehen. Daher können die folgenden Fragen früh bei der Bildung einer Skalierungsstrategie herangezogen werden.

Nutzungsvoraussetzungen	Fragen
Sozio-ökonomischer Kontext	Welche Zielgruppen oder Handlungsfelder werden durch den Dienst unterstützt?
Bedarf	Besteht ein klarer überregionaler Bedarf für den zu skalierenden Klimadienst?
Klimawirkung & Anpassungsnotwendigkeiten	Bei welchen Klimawirkungen & Anpassungsnotwendigkeiten unterstützt der Dienst?
Geographische Struktur & Landnutzung	Zielt der Dienst auf einen speziellen geographischen Kontext oder urbane Struktur ab (z.B. urban, ländlich, Gebirge, Küste etc.)?
Institutioneller Rahmen	Wird ein gewisser institutioneller Rahmen benötigt, um den Dienst einzusetzen (z.B. raumplanerische Instrumente)
Technische Kapazitäten in der Verwaltung	Welche spezifische technische Expertise oder Software wird benötigt, um den Dienst einzusetzen?
Datenverfügbarkeiten	Welche Daten benötigt der Dienst und sind diese frei oder leicht verfügbar?
Finanzierung	Ist der Einsatz des Dienstes mit Kosten (z.B. Rechenzeiten) verbunden), bzw. mit weniger Kosten als vergleichbare Angebote?
Stufe im Anpassungsprozess	Unterstützt der Dienst bei allen oder speziellen Schritten im Anpassungsprozess? Welche Vorarbeiten und Analysen werden benötigt?

Tabelle 4: Nutzungsvoraussetzungen und Möglichkeiten der Adaption

## 6.2 Adaptionmöglichkeiten von Klimadiensten einschätzen

Wenn die Fragen zu den Nutzungsvoraussetzungen beantwortet wurden, zeigt dieses Kapitel leitende Fragen auf, mit denen der Dienst auf diese zugeschnitten werden kann. Die Funktionalität von Klimadiensten sollte ein hohes Maß an Nutzerfreundlichkeit aufweisen sowie auf die lokalen Gegebenheiten angepasst werden. Hierbei sollte ein Kompromiss zwischen der notwendigen Komplexität der dargestellten Daten und Informationen sowie der angestrebten einfachen Nutzbarkeit der Klimadienste gefunden werden (RegiKlim-Nutzerworkshop, 2022). Eine erste Studie zum Skalierungspotential von Klimadiensten zeigt auf, dass Klimadienste auf Grundlage konzeptioneller, kultureller, sprachlicher, politischer und technischer Kriterien an den Zielkontext angepasst werden sollten, um die Übernahme zu erleichtern (Street et al., 2019). Die folgende Tabelle zeigt Adaptionmöglichkeiten von

Klimadiensten auf; also Möglichkeiten der Ausrichtung eines Klimadienstes auf die Bedingungen im Zielkontext zur erleichterten Übernahme. Die Möglichkeiten beziehen sich hierbei auf den Transfer in die Anpassungspraxis (Street et al., 2019; Schön et al., 2020; BBSR, 2016) und auf den Transfer zu anderen transdisziplinären Forschungsprojekten (Wuesler et al., 2021) und gehen daher der Frage nach wie spezifisch der Dienst auf den Entwicklungskontext zugeschnitten ist und wie leicht er an andere Kontexte angepasst werden kann.

Adaptionsmöglichkeiten	Fragen	Quelle
Einfache Erprobbarkeit	Wie leicht kann der Dienst erprobt werden, wenn man nicht bei der Entwicklung beteiligt war?	Schön et al., 2020
Kapazitätsaufbau	Wie leicht können Kapazitäten zum Umgang mit dem Dienst durch Schulungen oder Leitfäden aufgebaut werden?  Bestehen Kapazitäten beim Entwicklungsprojekt, den Dienst zu adaptieren oder möglichen Nutzer:innen dabei zu helfen?	RegiKlim-Nutzerworkshop, 2022  MetOffice, 2023
Kulturelle und sprachliche Adaption	Wie kann der Dienst sprachlich an andere Nutzer angepasst werden?	Street et al., 2019
Politische Adaption	Kann der Klimadienst an verschiedene Regierungsebenen, Gesetzesrahmen oder thematische Fachplanung angepasst werden?	Street et al., 2019
Technische Adaption; Datenverfügbarkeit	Wie leicht kann der Dienst an verschiedene technische Kapazitäten angepasst werden?  Wie leicht können die Daten für den Dienst beschaffen oder andere Daten generiert werden?	Street et al., 2019
Komplexitätsreduktion	Kann der Dienst auch in einer vereinfachten Form einen praktischen Zweck erfüllen?	Wuesler et al., 2021

Tabelle 5: Adaptionsmöglichkeiten von Klimadiensten

Es hat sich gezeigt, dass die Skalierung aktiv durch Beratungen begleitet werden sollte, da Schulungen für die zielführende Anwendung von Tools wichtig sind, die Aufnahme bei Nutzer:innen erhöht. Dem gegenüber führt die alleinige Bereitstellung von

Entscheidungsunterstützungstools schnell zur Überforderung. Es bietet sich daher an, die hier aufgelisteten Adaptionmöglichkeiten in Schulungen und Leitfäden aufzunehmen, um mögliche Nutzer:innen im Zielkontext leichter an den Klimadienst heranzuführen und Änderungsbedarfe festzuhalten.

## 7. Modulare Instrumente zur operativen Umsetzung der Skalierung

Kapitel 4 hat den Prozess zur Entwicklung einer Skalierungsstrategie und der Identifizierung des Skalierungspotentials aufgezeigt. Kapitel 7 befasst sich mit Instrumenten zur operativen Umsetzung der Skalierungsstrategie und einzelner Skalierungsprozesse zu ausgewählten Kommunen und Regionen. Die folgenden Beispiele und abstrahierten Empfehlungen versuchen daher eine Lücke in der systematischen Analyse und Umsetzung von räumlichen Skalierungsbestrebungen zu adressieren. Hierbei können die Instrumente aus der Perspektive transdisziplinärer Forschungsprojekte während der Entwicklung von Klimadiensten und bei der Durchführung einzelner Skalierungsprozesse zu anderen Kommunen und Regionen umgesetzt werden. Es gilt zu beachten, dass diese Instrumente im Rahmen einer Skalierungsstrategie geplant und in Abstimmung mit dem identifizierten Skalierungspotential umgesetzt werden sollten. Zudem muss darauf hingewiesen werden, dass Skalierungsprozesse aufgrund der zahlreichen verschiedenen und oftmals nicht transparenten Treiber und Barrieren einen nicht-linearen und generalisierbaren Verlauf nehmen (Guentchev et al. 2023). One-Size-fits-all Solutions sind daher nur schwer zu konzipieren oder umzusetzen. Die folgend vorgestellten Instrumente versuchen, generalisierbare Ansätze zur Skalierungsbeförderung darzustellen, sollten aber für jeden einzelnen Skalierungsprozess angepasst werden.

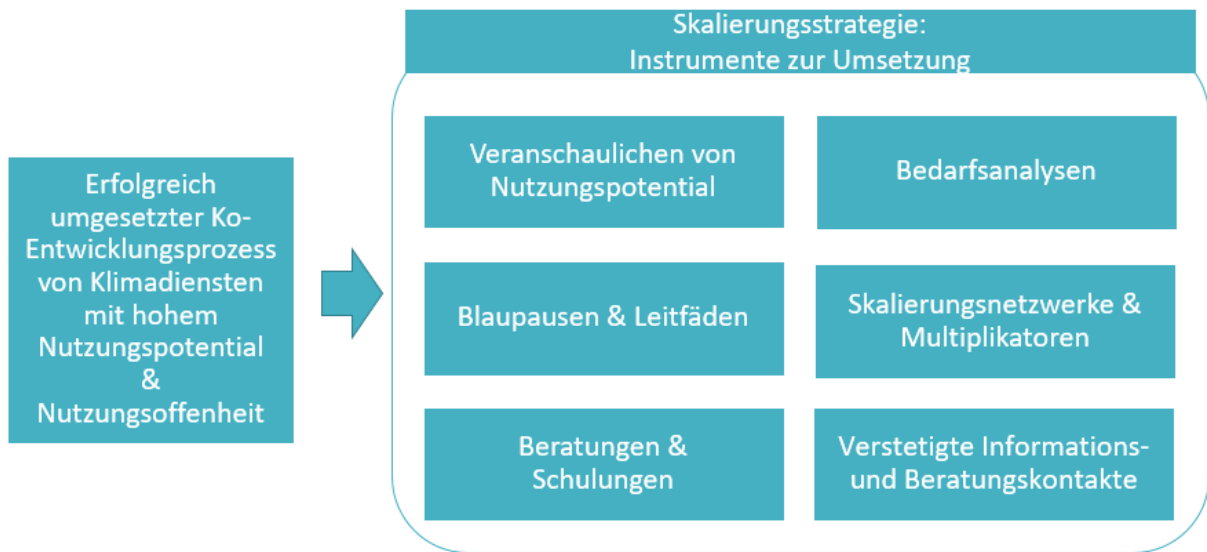


Abbildung 8: Instrumente zur operativen Umsetzung des Transfers

Diese Instrumente wurden in der RegiKlim-Arbeitsgruppe „Übertragbarkeit und Transfer“ validiert und decken sich mit den Ergebnissen einer Umfrage zu empfohlenen Skalierungsansätzen unter den RegiKlim-Modellregionen.

### Empfohlene Skalierungsansätze der RegiKlim-Modellregionen

- ◆ Nutzung von Regionen- oder länderübergreifende Informationsplattformen
- ◆ Aufbau eines Transfernetzwerks, um Regionen übergreifend Kommunen einzubinden und an die Klimadienstnutzung heranzuführen
- ◆ Teilnahme an interkommunalen Arbeitskreisen, um persönlichen Kontakt mit Kommunen und Regionen aufzubauen
- ◆ Beratungen und kapazitätsbildende Maßnahmen zur
- ◆ Organisation von dedizierte Transferveranstaltungen, um das Nutzungspotential der Klimadienste zu veranschaulichen
- ◆ Zusammenarbeit mit überregionalen Akteuren (durch z.B. Workshops), etablierten Netzwerken und Informationskanälen
- ◆ Ergebnisse können durch die Nutzung bundesweit vorliegender Daten für alle deutschen Kommunen nutzbar gemacht werden

## 7.1 Aufzeigen von Nutzungspotentialen der Klimadienste

### Umgesetzte Maßnahmen als Best-Practice-Beispiele

Es besteht ein grundlegender Bedarf nach einfachen, effektiven und effizienten Maßnahmenbeispielen. Die beste Grundlage um die Skalierung von Klimadiensten zu befördern, sind daher anschaulich umgesetzte Maßnahmen in der Projektregion, die das Nutzungspotential Tools bei der Planung und Umsetzung erfolgreicher Maßnahmen aufzeigen (Wendt-Schwarzburg & Schön, 2022). Um einen möglichst tiefen und weitreichenden Skalierungsprozess zu ermöglichen, sollten die Dienste ihre Nützlichkeit und den Vorteil, den sie gegenüber der Nicht-Benutzung oder anderen Lösungen haben, klar und einfach darlegen – maßgeblich durch eine einladende Erprobbarkeit (Schön et al., 2020). Durch einen engen transdisziplinären Ko-Entwicklungsprozess können die Wissens- und Unterstützungsbedarfe der Praxispartner identifiziert und der Mehrwert des Anpassungswissens für konkrete Arbeitsprozessen und Anwendungsfälle konkretisiert werden.

Im Idealfall sollten die Vorteile des Klimadienstes bei dem gesamten Umsetzungsprozess – von der Planung über die Implementierung bis hin zur Evaluation – dargelegt werden und aus der Praxisperspektive in Leitfäden erläutert werden. Insbesondere ist es für kommunale Anwender von Klimadiensten wichtig, dass sich das Anpassungswissen auf die Umsetzung konkreter Anpassungsmaßnahmen bezieht, da komplexe Strategiehilfen - speziell für mittlere und kleinere Kommunen - zu abstrakt erscheinen oder zu viele Kapazitäten binden. Durch die enge Einbindung der Praxisperspektive besitzen transdisziplinäre Forschungsprojekte das Potential, die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten des Anpassungswissens für verschiedene bundesweit vorliegende Entscheidungsprozesse aus Nutzerperspektive darzulegen. Da die öffentliche Daseinsvorsorge in Deutschland durch alle öffentlichen Verwaltungen umgesetzt werden muss, bieten sich hier generalisierbare Eintrittstüren für Anpassungswissen auf. Die in Kapitel 5.3 dargelegten Empfehlungen zur Integration von Anpassungswissen in öffentliche Verwaltungs- und Planungsprozesse können daher auch für die Skalierung von Vorteil sein. Durch die Erstellung von flexibel einsetzbaren Modulen des Klimadienstes und dazugehörigen Leitfäden kann dann auf diese verschiedenen Nutzungskontexte eingegangen werden (Wendt-Schwarzburg & Schön, 2022; Street et al., 2019; siehe 6.3).

## Nutzungsoffenheit der Klimadienste

Darüber hinaus spielt die Datenverfügbarkeit eine wichtige Rolle bei der Verwendung eines Klimadienstes, da diese verschiedene Klimadaten aber auch regionalspezifische Geo- und sozioökonomische Daten benötigen. Der Grad zu dem Klimadienste aufwändig generierte regionalspezifische Daten benötigen erschwert deren Skalierbarkeit, da andere Regionen diese Daten erst erstellen müssen. Die Kenntnis zu verfügbaren Daten, die regionalspezifische oder im Projekt generierte Daten ersetzen können, erleichtert die Entwicklung von skalierungsfähigen Klimadienste und unterstützenden Leitfäden. Es ist daher zu prüfen, welche Daten auf Länderebene frei verfügbar sind und ob die zu skalierenden Klimadienste damit einen praktischen Nutzen erzielen können. Zudem sollte darauf geachtet werden, dass die Skalierung der Klimadienste durch die Nutzung offener Lizenzen und die Bereitstellung von Meta-Daten erleichtert wird.

## 7.2 Skalierungsformate: Bedarfsanalysen, Blaupausen und Leitfäden

### Bedarfsanalysen

Nutzer:innen von Anpassungswissen sind selten homogen, sondern haben je nach Klimarisiken, Anpassungszielen und sozio-ökonomischen Kontexten unterschiedliche Wissensbedarfe. Daher ist eine Analyse und Kategorisierung der verschiedenen Nutzergruppen und deren Bedarfe notwendig (Leitch et al., 2019). Bedarfsanalysen sollten speziell die jeweiligen Wissensbedarfe, die durch Klimadienste gedeckt werden könnten, ermitteln, Nutzungskontexte konzeptualisieren und Anknüpfungspunkte der Dienste in die Arbeitsprozesse möglicher Nutzer:innen veranschaulichen (Schlumberger et al., 2019).

Die Zusammentragung der Wissens- und Anwendungsbedarfe mithilfe einer Bedarfsanalyse als auch durch einen intensiven, transdisziplinären Entwicklungsprozess kann eine gute Grundlage für modulare und flexible Skalierungsinhalte bieten und stellt somit eine wichtige Bedingung für das Übertragungsvorhaben des Klimadienstes dar.

## Blaupausen

Da selten Maßnahmen und Instrumente im Zielkontext komplett übernommen werden, sollte der Adaptionsprozess eines Klimadienstes für die Anwender:innen erleichtert werden (Huber et al., 2022). Eine hohe Flexibilität der Klimadienste kann erreicht werden, wenn flexible Adaptionsmöglichkeiten abseits der kompletten Übernahme eines Wissensprodukts offenstehen (Theobald & Kern, 2011). Flexibel entwickelte Klimadienste können dies durch modulare Skalierungskomponenten (Blaupause-Versionen von Klimadiensten), die im Zielkontext adaptiert werden können, sowie durch Leitfäden, die die wichtigsten Arbeitsschritte der Dienste sowie die Adaptionsmöglichkeiten erläutern, befördern. So können dann einzelne Teilaspekte für die im Zielkontext besonderer Bedarf besteht Anwendung finden.

Folgende mögliche Module einer Klimadienstblaupause wurden in der Fördermaßnahme diskutiert:

- Maßnahmenkataloge
- Methoden der integrierten Maßnahmenbewertung
- Methoden der Vulnerabilitäts- und Klimarisikoanalysen auf Basis klimaprojektionsgetriebener Wirkmodellierung
- Prozessschritte bei der Maßnahmenumsetzung

Hieraus ergibt sich die Herausforderung, dass Forschungsinhalt während der Entwicklung auch in der skalierungsfähigen Form aufbereitet werden muss, so dass diese niedrigschwellig in Netzwerken präsentiert werden können. Blaupausen sollten erklären welche Nutzungsvoraussetzungen ein Klimadienst hat und wie er für vordefinierte Nutzungssituationen, wie z.B. die Erstellung einer Starkregenkarten oder eine Maßnahmenbewertung, genutzt werden kann. Hierbei sollte insbesondere auf benötigte Daten, Analyseschritte, technische Schnittstellen und Kapazitäten sowie auf den zu erwartenden Arbeits- und Kostenaufwand eingegangen werden. Diese Blaupausen sollten durch detaillierte und auf den Skalierungsprozess abgestimmte Leitfäden begleitet werden.



## Leitfäden

Klimaanpassungsmanager:innen stehen oftmals vor der Herausforderung, komplexe und umfangreiche Handbücher und Leitfäden in kurzer Zeit zu durchdringen, um sie auf spezifische lokale Anpassungsnotwendigkeiten anwenden zu können. Handbücher und Leitfäden sollten deshalb für die lokale Ebene aufbereitet und einfacher gestaltet werden (RegIKlim-Nutzerworkshop, 2022). Um verschiedene mögliche Anwender:innen von Klimadiensten die wissenschaftlichen Legitimität und den praxisorientierten Nutzen darzulegen, sollten die wissenschaftlichen Methoden und der transdisziplinäre Entstehungsprozess möglichst klar und bündig erläutert werden. Dies beinhaltet auch die Erläuterung zentraler verwendeter Daten, Begriffe und Konzepte — wie etwa Resilienz, Vulnerabilität oder die Entwicklung der Klimaprojektionsdaten. Die Relevanz von Leitfäden wurde in der Kommunalbefragung des Extrass-Projekts festgehalten, da 94.5% der Befragten diese in der Planungspraxis nutzen (Huber et al, 2022). Da 75% der Befragten die Leitfäden über eigene Recherche finden, sollte diese leicht zugänglich auf Webseiten verfügbar sein. Darüber hinaus sollten die Leitfäden Praxisbeispiele, befördernde Faktoren, Wirksamkeitsanalysen und Finanzierungsoptionen der dargelegten Maßnahmen erläutern (ibid.). Leitfäden zu den Klimadiensten sollten daher darlegen, wie die zur Verfügung gestellten Daten den Anpassungsprozess erleichtern und welchen Vorteil sie im Gegensatz zu einem mit weniger Daten beschrittenen Prozess bieten.

Weiterhin bietet es sich an, die Leitfäden und Blaupausen um einen Best-Practice-Maßnahmenkatalog zu erweitern, so dass die Benutzung des Klimadienstes anhand konkreter Maßnahmenbeispiele, bei der der Dienst zum Einsatz kam, veranschaulicht werden kann. Da für 28% (n=36) der Befragten ein fehlendes Eingabefenster im Planungsprozess eine Hürde für die Nutzung von Klimainformationen darstellt, sollten besonders die Eingabemöglichkeiten der Informationen in den Planungsprozess erläutert werden (eigene Kommunalbefragung, 2022). Um die Praxisnähe zu befördern, sollten die Leitfäden und Blaupausen auf die spezifischen technischen und bürokratischen Anforderungen und Kapazitäten bei den wahrscheinlichen Anwendungsfällen der Dienste, wie etwa die Schritte der formellen und informellen Raumplanung eingehen. Informelle Entwicklungskonzepte wie Leitbilder,

Entwicklungskonzepte und städtebauliche Wettbewerbe eignen sich hierbei als Eintrittstüren in den Raumplanungsprozess (Kanning et al., 2020; Hars et al, in Begutachtung).

Blaupausen und Leitfäden sollten die folgende Fragestellungen für den Einsatz der Klimadienste außerhalb der Region enthalten:

- Welche Klimarisiken werden mit dem Klimadienst begegnet?
- In welchem Anpassungskontext wurde der Dienst entwickelt?
- Wie unterstützt der Klimadienst die Umsetzung von Maßnahmen vor Ort?
- Welche technischen Kapazitäten und Expertisen werden für den Einsatz des Klimadienstes benötigt?
- Welche Daten werden benötigt? Woher können diese Daten bezogen werden?
- Mit welchen Arbeitsschritten müssen die Daten aufbereitet, verschnitten und analysiert werden?
- Wie können Ergebnisse interpretiert und visualisiert werden?
- Wie können Ergebnisse in kommunale Planungs- und Politikprozesse eingebracht werden?

### 7.3 Aufbau und Nutzung von Skalierungsnetzwerken

Netzwerken wird ein großes Potential für die Skalierung von Anpassungswissen bescheinigt (Kalafatis et al., 2015). Da oftmals noch keine festen Rollen und Verantwortlichkeiten im fragmentierten Handlungsfeld Klimawandelanpassung bei Kommunen und Landkreisen vorliegen, kann durch das Vernetzen und der Austausch mit Akteuren nicht nur Informationen bereitgestellt werden, sondern auch eine Abstimmung zu Handlungsmöglichkeiten und -verantwortungen angestrebt werden. Das Handlungsfeld Klimawandelanpassung erfordert die Entwicklung von skalen- und akteursübergreifenden Steuerungsprozessen und dazu zugeschnittenem Handlungswissen. Dabei ist es nicht immer offensichtlich welche Akteure lokal oder regional eine Rolle bei der Planung, Finanzierung oder Umsetzung von Maßnahmen einnehmen oder einnehmen können. So sollten regional sowie sektoral wichtige Akteure und Netzwerke identifiziert und zusammengebracht werden. Um die Dissemination der Dienste weiterhin zu verbreitern sollten diverse Multiplikatoren identifiziert und Skalierungsakteure

und -netzwerke (wie z.B. Kompetenzzentren, Energieagenturen, Städte- sowie Nachhaltigkeitsnetzwerke) angesprochen werden (Haupt et al., 2021). Zu Beginn des Skalierungsprozesses können erste Vorreiter-Kommunen aktiviert werden, die als Skalierungs-Champions, den Mehrwert der Dienste gegenüber anderen möglichen Nutzer:innen darlegen (MetOffice, 2023). Hier anschließend ist es ebenso wichtig, dass das Nutzungspotential von regionalen Klimainformationen für verschiedene sektorale Anwendungen durch Netzwerktreffen mit thematischen ‚Communities of Practice‘ identifiziert und der Peer-to-Peer-Austausch gefördert wird. So können Anwendungserfahrungen zu Klimadiensten ausgetauscht und Feedback eingegeben werden (Street et al., 2019).

Die wichtigsten Ebenen und Organisationen, bei denen sich Kommunen über den Klimawandel informieren und sich Unterstützungsangebote einholen, und die für die Skalierung somit eine wichtige Rolle einnehmen können sind nach den Umfragen von Huber et al., 2022 und Schulze et al., 2022 folgende:

1. Bund
2. Bundesländer
3. Landkreise
4. Erfahrungen anderer Städte und Kreise
5. Planungsbüros
6. Stadtnetzwerke
7. Kommunalagenturen

## 7.4 Beratungen und Schulungsmaterial zu den Klimadiensten

### Beratungen & Schulungsmaterial

Der RegiKlim-Nutzerworkshop hat zum Ausdruck gebracht, dass die Skalierung aktiv durch Beratungen begleitet werden sollte, da Schulungen zur Interpretation von Klimadaten für kommunale Mitarbeiter:innen als wichtig wahrgenommen werden (RegiKlim-Nutzerworkshop, 2022). Die Beratung sollte die Passfähigkeit und das Nutzungspotential der Forschungsergebnisse erläutern und so deren Übernahmeprozess unterstützend begleiten. Speziell beim Einstieg in das Thema Klimaanpassung sind persönliche Beratungen und Weiterbildungen für die Anwendung von Klimadiensten hilfreich. Die Möglichkeit der

erfolgreichen Übernahme von Klimadiensten wird in Zielkommunen maßgeblich durch existierende Gelegenheitsfenster und Aufnahmekapazitäten bestimmt. Das Gelegenheitsfenster zeichnet sich durch den spezifischen Informationsbedarf bei konkret vorliegenden Anwendungsfällen (z.B. aktuelle Raumplanungsprojekte) aus (Schwarzburg & Schön, 2022). Da ein Mangel der Kenntnislage zu den Klimadiensten und fehlende technische Expertise für deren Einsatz zentrale Hürden darstellen (siehe 5.2), kann die Kapazitätsbildung hier ansetzen. Das primäre Ziel sollte der Aufbau von technischem Handlungswissen sein, da viele öffentliche Akteure noch wenig Erfahrung mit der Umsetzung von Maßnahmen aufweisen. Das Wissen zum Umgang mit den Klimadiensten kann dann en passant vermittelt werden. Video-Tutorials, Handbücher oder Schulungen zur Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen auf Basis der Klimadienste wären hierfür ein zuträgliches Format (Jacobs & Street, 2020; RegIKlim-Nutzerworkshop, 2022; siehe Praxiskasten).

### Klima-Coaching bei KlimaKonform

Die Klima-Coachings von KlimaKonform dienen dem Zweck, mitteldeutsche Kommunen zu befähigen, beim Anpassungshandeln autark aktiv zu werden. Neben der Sensibilisierung für Klimathemen sollen Kapazitäten aufgebaut werden, um Gefahren zu erkennen, Maßnahmen zu entwickeln, diese umzusetzen sowie zu evaluieren. Durch ein individuelles Gespräch zu Beginn und vielfältige, leicht zugängliche Werkzeuge soll eine Beratung vieler Kommunen mit relativ geringem Personalaufwand ermöglicht werden.

### Verstetigte Informations- und Beratungskontakte

Einzelne Skalierungsprozesse von Anpassungswissen können sich über längere Zeiträume strecken, da in Zielkontexten erst ein Gelegenheitsfenster für das Wissen ausgemacht werden muss. Dies erschwert die langfristige Planung der Skalierungsprozesse in andere Kommunen und Regionen, da Anpassungsprojekte meist zum Ende der Projektlaufzeit die Dissemination der Ergebnisse adressieren. Somit ist es wichtig, dass eine langfristige Kontaktstelle Informationen und Beratungsangebote zu den Klimadiensten geben kann. Bestenfalls sollte nach Projektende Kapazitäten für die Skalierungsberatung bereitstehen. Im Rahmen einer effizienten Verstetigung dieses Informations- und Beratungsangebots sollten etablierte

Akteure, wie z.B. Kompetenzzentren, die über ein bestehendes Netzwerk an möglichen Zielkontexten und Erfahrungen in der Konzeption und Durchführung von Beratungen verfügen, aktiviert werden (Schwarzburg & Schön, 2022).

## 8. Schlussfolgerungen und Ausblick

Dieses Konzept hat grundlegende Herausforderungen und Ansätze zur Verstetigung und zur Skalierung von Klimadiensten dargelegt. Es wurden spezifische und allgemeine Empfehlungen für die angewandte Anpassungsforschung, für Forscher:innen sowie Nutzer:innen, von Anpassungswissen diskutiert und strukturiert.

Zwei Herausforderungen für die Skalierung von Klimadiensten existieren hierbei:

- Eine Herausforderung ergibt sich aus dem nicht-linearen Verlauf von Skalierungsprozessen. Öffentliche Verwaltungen sind komplexe Institutionen (siehe Nutzungsvoraussetzungen) und die Aufnahmebereitschaft von neuen Tools ist maßgeblich von menschlichen Faktoren geprägt. Insbesondere die fehlende einheitliche Institutionalisierung von Klimawandelanpassung und die lokal und regional unterschiedlichen Anpassungsziele erschweren einen allgemeinen Skalierungsansatz. Dem Bewusstsein und Engagement einzelner Mitarbeiter:innen für die Klimawandelanpassung kommt somit große Bedeutung zu.
- Eine weitere Herausforderung ergibt sich aus dem Zielkonflikt zwischen der für die Skalierung wichtige Flexibilität eines Dienstes mit der für die Praxis wichtige Spezifität hinsichtlich Klimawirkung und Anwendungsbereich.

Abseits dieser Herausforderungen beinhaltet dieses Konzept den Versuch, die erfassbaren Treiber und Barrieren der Skalierung zu beschreiben und generalisierbare, operative Ansätze vorzuschlagen. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, muss die herausragende Bedeutung des Ko-Entwicklungsprozesses und des praktischen Nutzungspotentials für die Skalierung hervorgehoben werden. Die Entwicklung von skalierfähigen Modulen, wie etwa adaptierbaren Anwendungen zur Bewertung von Anpassungsmaßnahmen, begleitender Handbücher, Tutorials und Schulungen, sollten frühzeitig im Ko-Entwicklungsprozess geplant werden und kann die Skalierung operativ unterstützen. Eine zukünftige Herausforderung der angewandten Anpassungsforschung bleibt aber die Entwicklung von nutzbaren Klimadiensten auf Basis frei verfügbarer Daten.

## 9. Literaturverzeichnis

Alle Webseiten waren am 12.10.2023 aufrufbar.

- Biagini, B., Kuhl, L., Gallagher, K. S., & Ortiz, C. (2014). Technology transfer for adaptation. *Nature Climate Change*, 4(9), 828-834. doi:10.1038/nclimate2305
- Birkmann, J., Vollmer, Maïke, Schanze, Jochen (Hrsg.) (2013). Raumentwicklung im Klimawandel – Herausforderungen für die räumliche Planung: Hannover. Forschungsberichte der ARL 2.
- Born, M., Galwoschus, L., Körner, C., Mundhenke, R., Ritterhoff, J., Hoffmann, E., . . . Grothmann, T. (2022). Das deutsche Klimavorsorgeportal. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/das-deutsche-klimavorsorgeportal>
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (2016). Querauswertung zentraler Verbundvorhaben des Bundes zur Anpassung an den Klimawandel mit Fokus Stadt- und Regionalentwicklung. BBSR. [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/weitere/anpassung-klimawandel-massnahmen/querauswertung/01\\_Start.html](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/weitere/anpassung-klimawandel-massnahmen/querauswertung/01_Start.html)
- Buschmann, D., Koziol, K., Bausch, T., & Reinhard, S. (2022). Adaptation to climate change in small German municipalities: Sparse knowledge and weak adaptive capacities. *Natural Resources Forum*, 46(4), 377-392. doi:10.1111/1477-8947.12262
- Correctiv-Recherche. (2023). Hitze, Dürre, Starkregen: So schlecht ist Deutschland vorbereitet. <https://correctiv.org/aktuelles/klimawandel/2023/07/12/wasser-mangel-hitze-starkregen-duerre-deutschland-landkreise-unvorbereitet-extremwetter/>
- Cortekar, J., Máñez, M., & Zölch, T. (2014). Klimadienstleistungen in Deutschland – Eine Analyse der Anbieter und Anwender. [https://www.climate-service-center.de/imperia/md/content/csc/csc\\_report16.pdf](https://www.climate-service-center.de/imperia/md/content/csc/csc_report16.pdf)
- Daniels, E., Bharwani, S., & Butterfield, R. (2019). The Tandem framework: a holistic approach to co-designing climate services. <https://www.sei.org/wp-content/uploads/2019/05/tandem-framework.pdf>
- Fünfgeld, H., Lonsdale, K., & Bosomworth, K. (2018). Beyond the tools: supporting adaptation when organisational resources and capacities are in short supply. *Climatic Change*, 153(4), 625-641. doi:10.1007/s10584-018-2238-7
- GERICS. (2017). Geschäftsmodell (Unveröffentlichtes internes Dokument).
- Göpfert, C., Wamsler, C., & Lang, W. (2019). Institutionalizing climate change mitigation and adaptation through city advisory committees: Lessons learned and policy futures. *City and Environment Interactions*, 1. doi:10.1016/j.cacint.2019.100004
- Guentchev, G., Palin, E. J., Lowe, J. A., & Harrison, M. (2023). Upscaling of climate services – What is it? A literature review. *Climate Services*, 30. doi:10.1016/j.cliser.2023.100352
- Harrs, J., Reinhart, V., Vögt, V., Scheib, P., Tewes, T., & Pohl, T. (2023 (manuscript submitted.)) Integrating climate information into municipal services: An empirical analysis of climate change adaptation in the city of Constance. *Climate Services*.
- Harrs, J.-A., & Laranjeira, K. (2022). Eigene Kommunalbefragung.
- Haupt, W. (2021). Transfer Skalierung von lokaler Klimapolitik. *IRS Dialog*, No. 1/2021 <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/230620/1/1747752487.pdf>
- Hoffmann, E., Rupp, J., Sander, K. (2020). What do users expect from Climate Adaptation Services? Developing an Information Platform Based on User Surveys. In Leal, W., Jacob, D. (Ed.), *Handbook of Climate Services*: Springer.
- Höhle, J., Zorn, A., Pluntke, T., Neumann, T., Schäfer, S., & Struve, S. (2022). Kommunen im Kontext klimatischer Veränderungen und extremer Wetterereignisse: Ergebnisse einer Kommunenbefragung.

[https://klimakonform.uw.tu-dresden.de/images/pdf/KlimaKonform\\_Broschuere\\_Kommunenbefragung\\_2022-04-22.pdf](https://klimakonform.uw.tu-dresden.de/images/pdf/KlimaKonform_Broschuere_Kommunenbefragung_2022-04-22.pdf)

Huber, B., Miechielsen, M., Otto, A., Schmidt, K., Ullrich, S., Deppermann, L.-H., . . . Thielen, A. (2022). Instrumente und Maßnahmen der kommunalen Klimaanpassung: Empirische Befunde für einen erfolgreichen Transfer. <https://publishup.uni-potsdam.de/frontdoor/index/index/docId/56345>

DIN (2020). ISO/TS 14092:2020 Adaptation to climate change - Requirements and guidance on adaptation planning for local governments and communities. <https://www.iso.org/standard/68509.html>

Jacobs, K. L., & Street, R. B. (2020). The next generation of climate services. *Climate Services*, 20. doi:10.1016/j.cliser.2020.100199

Jevne, F. L., Hauge, Å. L., & Thomassen, M. K. (2023). User evaluation of a national web portal for climate change adaptation – A qualitative case study of the Knowledge Bank. *Climate Services*, 30. doi:10.1016/j.cliser.2023.100367

Kaiser, T., Kind, C., & Kern, N. (2022). Evaluation von Klimavorsorgediensten. UBA. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/evaluation-von-klimavorsorgediensten>

Kalafatis, S. E., Lemos, M. C., Lo, Y.-J., & Frank, K. A. (2015). Increasing information usability for climate adaptation: The role of knowledge networks and communities of practice. *Global Environmental Change*, 32, 30-39. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378015000266>. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.02.007>

Kern, K., & Haupt, W. (2021). Von Reallaboren zu urbanen Experimenten: deutsche und internationale Debatten zu Skalierung und urbanen Nachhaltigkeitstransformationen. *Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning*, 79(4), 322-335. doi:10.14512/rur.48

Kirchhoff, C. J., Carmen Lemos, M., & Dessai, S. (2013). Actionable Knowledge for Environmental Decision Making: Broadening the Usability of Climate Science. *Annual Review of Environment and Resources*, 38(1), 393-414. doi:10.1146/annurev-environ-022112-112828

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW. Klimaatlas NRW. <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte>

Leitch, A. M., Palutikof, J. P., Rissik, D., Boulter, S. L., Tonmoy, F. N., Webb, S., . . . Campbell, M. C. (2019). Co-development of a climate change decision support framework through engagement with stakeholders. *Climatic Change*, 153(4), 587-605. doi:10.1007/s10584-019-02401-0

Lemos, M. C., Kirchhoff, C. J., & Ramprasad, V. (2012). Narrowing the climate information usability gap. *Nature Climate Change*, 2(11), 789-794. doi:10.1038/nclimate1614

Lorenz, S., Dessai, S., Forster, P. M., & Paavola, J. (2017). Adaptation planning and the use of climate change projections in local government in England and Germany. *Reg Environ Change*, 17(2), 425-435. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32269501>. doi:10.1007/s10113-016-1030-3

Lourenço, T. C., Swart, R., Goosen, H., & Street, R. (2015). The rise of demand-driven climate services. *Nature Climate Change*, 6(1), 13-14. doi:10.1038/nclimate2836

Meilinger, V., Huck, A., & Hars, J.-A. (2023). Transdisziplinäre Forschung in der regionalen Klimaanpassung. Synthesebericht im WIRKsam-Projekt. [Regiklim.de](https://www.regiklim.de)

Nagorny-Koring, N. (2018). Kommunen im Klimawandel. Transcript Verlag. <https://dx.doi.org/10.14361/9783839446270>. doi:10.14361/9783839446270

Met Office (2022). An upscaling approach for climate services. <https://www.metoffice.gov.uk/research/approach/collaboration/spf/upscaling-climate-services>

ProPolis. (2020). Definition der Praktikabilität des PALM-4U Modells. Projektbericht. <https://uc2-propolis.de/index.php/en>

Raaphorst, K., Koers, G., Ellen, G. J., Oen, A., Kalsnes, B., van Well, L., . . . van der Brugge, R. (2020). Mind the Gap: Towards a Typology of Climate Service Usability Gaps. *Sustainability*, 12(4).

doi:10.3390/su12041512

Reveco-Umaña, C. (2023). Exploring the use of climate information as practice. *Climate Services*, doi:10.1016/j.cliser.2023.100396

Weber, F.-A., Bolle, F.-W., Halbig, G., Willen, L., Weber, B., Völker, V., Hasse, J., Schultze, J., Hölsgens, R., Dankwart-Kammoun, S., Schlumberger, J., Büter, B., Burmeister, C., Frerichs, S., Simon, A. (2019). Stadtklima im Wandel [UC]<sup>2</sup> - Klimamodelle für die Praxis (KliMoPrax). Abschlussbericht des BMBF-Verbundvorhaben KliMoPrax. [https://www.fiw.rwth-aachen.de/fileadmin/user\\_upload/Public\\_Relations/PDF/Klimoprax\\_Abschlussbericht\\_144S\\_de.pdf](https://www.fiw.rwth-aachen.de/fileadmin/user_upload/Public_Relations/PDF/Klimoprax_Abschlussbericht_144S_de.pdf)

Schön, S., Eismann, C., Wendt-Schwarzburg, H., & Kuhn, D. (2020). *Transdisziplinäres Innovationsmanagement*. wbv Publikation.

Schuck-Zöller, S., Bathiany, S., Dressel, M., El Zohbi, J., Keup-Thiel, E., Rechid, D., & Mirko, S. (2022). Developing criteria of successful processes in co-creative research. A formative evaluation scheme for climate services. *fteval Journal for Research and Technology Policy Evaluation*, 53, 43-56. <https://repository.fteval.at/id/eprint/601/>. doi:10.22163/fteval.2022.541

Schuck-Zöller, S., Keup-Thiel, E., Brix, H., Buschbaum, C., Cortekar, J., Eschenbach, C., . . . Treffeisen, R. (2018). Towards a framework for the evaluation of climate service and knowledge transfer products within climate and coastal research. *Researchgate.net*

Schulze, K., Bruch, N., Meyer, M., & Schönefeld, J. (2022). Die Verbreitung kommunaler Klimaanpassungspolitik in Hessen: Bestandsaufnahme und Perspektiven. <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/22826/>

Climate Sense. (2022). *Climate Services: Principles, requirements, and guidelines*. <https://www.ukclimateresilience.org/projects/climate-services-standards-and-value/>

Street, R. B., Pringle, P., Lourenço, T. C., & Nicolletti, M. (2018). Transferability of decision-support tools. *Climatic Change*, 153(4), 523-538. doi:10.1007/s10584-018-2263-6

Theobald, H., & Kern, K. (2011). The introduction of long-term care policy schemes: policy development, policy transfer and policy change. *Policy & Politics*, 39(3), 325-342. <https://bristoluniversitypressdigital.com/view/journals/pp/39/3/article-p325.xml>. doi:10.1332/030557310x520252

Vaughan, C., Buja, L., Kruczkiewicz, A., & Goddard, L. (2016). Identifying research priorities to advance climate services. *Climate Services*, 4, 65-74. doi:10.1016/j.cliser.2016.11.004

Wendt-Schwarzburg, H., & Schön, H. (2022). Übertragbarkeit und Transfer aus Reallaboren: Modularisierung + Gelegenheitsfenster + Dienstleistung. In J. M. Libbe, Oskar; Gröschel, Lothar (Ed.), *Reallabore urbaner Transformation*.

WIRKsam. (2022). *RegIKlim-Nutzerworkshop*. [https://www.regiklim.de/SharedDocs/Downloads/DE/Dokumente/Protokoll\\_RegIKlim\\_KlimAdapt.html?nn=292886](https://www.regiklim.de/SharedDocs/Downloads/DE/Dokumente/Protokoll_RegIKlim_KlimAdapt.html?nn=292886)

Wuelser, G., Adler, C., Brey, T., Hirsch Hadorn, G., Wiesmann, U., & Pohl, C. (2021). On which common ground to build? Transferable knowledge across cases in transdisciplinary sustainability research. *Sustain Sci*, 16(6), 1891-1905. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34745368>. doi:10.1007/s11625-021-01010-0