



I4C

INTELLIGENCE FOR CITIES



HANDREICHUNG FÜR KI-BASIERTE ANPASSUNG VON STÄDTEN AN DEN KLIMAWANDEL

Toni Charlotte Bünemann, Jeanette Kristin Weichler

Erstellt im Rahmen des Verbundprojekts „KI-basierte Anpassung von Städten an den Klimawandel - von Daten über Prädiktion zu Entscheidungen“.

Ergebnis des Arbeitspakets Reziproker Wissenstransfer in der Arbeitsgruppe Projektbegleitung.

Das dieser Handreichung zugrundeliegende Verbundprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) unter dem Förderkennzeichen Fkz 67KI2029B im Förderprogramm KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen.

Koordination:
Christiane Felder

Layout:
[Servicestelle Weiterbildung und Wissenstransfer \(SWW\)](#)
am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Veröffentlicht im Dezember 2024

Internet:
[Intelligence for Cities](#)

| ■ EINLEITUNG



■ GRUNDLEGENDE BEGRIFFE UND KONZEPTE

- .01 ■ KLIMAANPASSUNG
- .02 ■ STADT UND REGION
- .03 ■ KÜNSTLICHE INTELLIGENZ / INFORMATIK
- .04 ■ VERWALTUNGSHANDELN UND -KOMMUNIKATION
- .05 ■ ETHIK-PRINZIPIEN
- .06 ■ RECHTLICHE PRINZIPIEN (DATENSCHUTZ)



■ CHECKLISTEN

- .01 ■ CHECKLISTE 1: STANDORTBESTIMMUNG (RAHMEN, AKTEURE, ZIELE)
- .02 ■ CHECKLISTE 2: DATENQUALITÄT
- .03 ■ CHECKLISTE 3: BETROFFENHEIT VON KLIMAWANDEL-AUSWIRKUNGEN
- .04 ■ CHECKLISTE 4: DATENSCHUTZ
- .05 ■ CHECKLISTE 5: PLANUNG, KOMMUNIKATION, UMSETZUNG

IV ■ EMPFEHLUNGEN FÜR BILDUNGSVERANTWORTLICHE

- .01 ■ BERUFS- UND BILDUNGLANDSCHAFT
- .02 ■ INTEGRATION IN DIE BERUFSBILDUNG
- .03 ■ BILDUNGSBEDARFSANALYSE UND BILDUNGSKONZEPT
- .04 ■ LITERACY

V ■ EMPFEHLUNGEN FÜR DIE PRODUKTENTWICKLUNG

.01 ■ RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DEN PRODUKT-EINSATZ

.02 ■ VORSCHLÄGE FÜR ANGEBOTSMODELLE EINES KI-GESTÜTZTEN KWA-PRODUKTS

VI ■ INTERDISZIPLINÄRE KONZEPTE UND KOMMUNIKATION

.01 ■ TRANSDISZIPLINÄRES LERNEN

.02 ■ STRATEGIE, BÜRGERBETEILIGUNG UND INTERESSENSVERTRETUNG

VII ■ AUSBLICK

VIII ■ **DANKSAGUNG**

IX ■ **QUELLENVERZEICHNIS**

X ■ **VERWEISE**

I ■ EINLEITUNG

Wer diese Handreichung aufschlägt, kommt mit mindestens zwei heißen Eisen-Themen, nämlich, „Klimawandelanpassung in Städten“ und „Künstliche Intelligenz“ (KI) in Berührung, befindet sich also mitten in dem Herausforderungsszenario der sogenannten „Doppelten Transformation“ (Twin Transition).

Das deutsche Bundesumweltministerium förderte im Rahmen der KI-Strategie der Bundesregierung Projekte, die Künstliche Intelligenz nutzen, um ökologische Herausforderungen zu bewältigen und die für eine umwelt-, klima-, gesundheits- und naturgerechte Digitalisierung beispielgebend sind („KI-Leuchttürme“). Das in diesem Rahmen vom BMU geförderte Freiburger Forschungsprojekt (Verbundprojekt) Intelligence for Cities (I4C) hatte sich das Ziel gesetzt, im Zusammenspiel vieler Fachdisziplinen und Stakeholder zu prüfen, ob künstliche neuronale Netze dazu geeignet sind, gute

Ergebnisse für die Klimawandelanpassung (KWA) einer Stadt zu produzieren. Es konnte planerische, politische und rechtliche Maßnahmen aufzeigen, die von Städten genutzt werden können, um sich an Extremereignisse als Folge des Klimawandels rechtzeitig planerisch anzupassen und Handlungsoptionen zu prüfen. Beispielhaft wurde ein präzises Modell der Stadt Freiburg mit Wettervorhersagen und Klimasimulationen kombiniert. Anhand des Modells lassen sich Anfälligkeiten von Bevölkerungsgruppen, Baumbestände und Gebäuden identifizieren, die von Hitze oder Hochwasser besonders gefährdet sind. Dabei kommen fast überall Tools zum Einsatz, die auf Machine Learning bzw. künstlichen neuronalen Netzen, also KI-basierten Methoden zurückgreifen – bei der Anpassung des Wettervorhersagemodells sowie zu Vorhersage selbst und zur Ursachenanalyse. Entstanden sind also Vorarbeiten für ein Produkt und zahlreiche und

umfangreiche Wissensbestände. Wie können diese genutzt und weiterentwickelt werden?

WEITERENTWICKLUNG DER ERGEBNISSE ZUM PRODUKT FÜR DIE STÄDTISCHE KLIMAWANDELANPASSUNG

Ausgehend von den Ergebnissen des Projekts wird der nächste Schritt sein, dass noch unbekannte Akteurinnen und Akteure ein Produkt auf ihre Stadt produzieren und anpassen. Unterschiedliche Planzustände sollen modelliert werden können. Idealerweise wird sich dieses Vorhaben in die interdependente Beziehung zwischen der Wissenschaft und der KI-Start-up Szene einfügen, und durch die Sammlung und Interpretation von Daten die Optimierung von KWA-Situationen ermöglichen.

» *Überhaupt ist KI im Klimabereich ein Thema, das wächst, aber auf der städtischen Ebene ist Freiburg mit diesem Leuchtturmprojekt relativ weit vorn dabei.*

Prof. Dr. Cathrin Zengerling, Universität Freiburg
(Podiumsdiskussion „Städte im Hitzestress“)

Städtische Klimaanpassung gestalten am Beispiel der Stadt Freiburg

Die Projektbeteiligten, die in ihrer Arbeit interdisziplinär Technik, Wissenschaft und angewandte Forschung vernetzen, wollen Städten und ihren Verwaltungen zukunftsträchtige Lösungen anbieten. Ihre Ergebnisse wurden auch Mitarbeitenden der Stadt Freiburg vorgestellt. Deren Kommentare und Fragen, gespeist aus Arbeitsabläufen und Einschätzungen der städtischen Verwaltungsrealität, wurden aufgenommen, um Fragen der Verankerung von KI-gestützten Ansätzen in der städtischen Klimaanpassung zu erkennen und zu klären.

Im Jahr 2018 wurde in enger Zusammenarbeit der

Freiburger Stadtplanung und externe klimatologische Forschung und Beratung im Stadtplanungsamt ein zukunftsorientiertes Klimaanpassungskonzept erarbeitet. Es versteht sich als Fachkonzept für die planenden Ämter der Stadt Freiburg, wird berücksichtigt, sobald eine konkrete Bebauung oder die Sanierung von Infrastruktur anstehen oder Grün- und Freiflächen entstehen und gibt Antworten auf die Kernfragen. Das Klimaanpassungskonzept Hitze ist dafür das passende Planungswerkzeug, das den Status Quo ohne KI-Unterstützung beschreibt. Es zeigte für die fünf großen Handlungsfelder (Grün- und Freiraumsystem, Stadt- und Gebäudestruktur, Gebäudebezogene Maßnahmen, Mobilität, Wasser¹) den Stand und Planungsoptionen auf.

» *Klimapassung hat viele Bereiche, in die das Thema Hitzeschutz in der Stadt wirkt. Wie warne ich die Bevölkerung vor einer Hitzewelle? Es ist ein hochaktuelles Thema, was viele umtreibt.*

Verena Hilgers, Klimaanpassungsmanagerin, Freiburg
(Podiumsdiskussion „Städte im Hitzestress“)

Wer wird First Mover?

Es besteht in Fachkreisen die Erwartungshaltung, dass nach Projektende von I4C entweder eine Großstadt in Deutschland den ersten Schritt tun wird oder an vermutlich mehreren Standorten unterschiedliche Anwendungen von Start-Ups entwickelt werden. Vorausichtlich wird eine First Mover-Stadt unter anderem durch die rechtlichen Abklärungen gehen müssen, wobei offen ist, ob das ein Early-Adopter-Vorteil ist, der einen zeitlichen Vorsprung bei der städtischen Klimawandelanpassung erzielt.

Durch die Umstellung auf nachhaltige und innovative Klimaanpassungstools können Städte das Risiko reduzieren, aufgrund von Umweltproblemen oder sozialen Unruhen negativ betroffen zu sein. Sie werden dabei die Förderung von sozialer Inklusion und Gleichberechtigung integrieren können. Die Erfahrungen und Learnings im nächsten Umsetzungsprozess werden wichtig werden für alle folgenden Anwender. Die in dieser Handreichung vorbereiteten Checklisten sollen

nachfolgenden Akteurinnen und Akteuren dienlich sein und können dann von ihnen verbessert und in geeigneter Weise weitergeben werden; der Rahmen dazu wird so beschrieben, dass die kognitiv-technisch-planerische und kommunikativ-soziale Ebenen der Umsetzung eines Klimawandel-Anpassungs-User-Interfaces am Beispiel einer Stadt in andere Städte und Kommunen übertragen werden.

WISSENSTRANSFER FÜR KI-GESTÜTZTE KLIMAWANDELANPASSUNG

Die vorliegende Handreichung wendet sich an Personengruppen, denen die rasche und weitblickende Umsetzung der städtischen oder kommunalen Klimawandelanpassung (KWA) am Herzen liegt. Sie wissen bereits, dass sie die Klimawandelanpassung rasch und effizient in die Fläche bringen müssen. Allgemein geht es um die Schritte, die sich alle Akteure im Sinne der KWA ihrer jeweiligen Stadt oder Kommune bereits vorgenommen haben und noch entwickeln werden. Die Handreichung will Orientierungswissen anbieten und für die zukunfts-

trächtigen Möglichkeiten dieser Modelle werben. Sie berücksichtigt die vielfältigen Fragestellungen und hat sich zum Ziel gesetzt, dass Fachleute, die die Forschungs- und Entwicklungsergebnisse des I4C-Verbundprojekts aufgreifen und nutzen wollen, Strukturen für eine sachkundige Planung entwickeln können, sich der typischen Hindernisse und ihrer Überwindung bewusst sind und so schnell und sicher zum Ziel kommen oder eigene Entwicklungsarbeit anschließen können.

ZIELE UND ZIELGRUPPEN DER HANDREICHUNG

Dieser Text richtet sich an:

- Produktentwicklerinnen und -entwickler (Dienstleistung)
- Auftraggeber/innen und Vermittler der Interface-Produkte (Software, App etc.)
- User der Interface-Produkte (Software, App etc.)
- KWA-Fachleute in Städten und Kommunen

Darüber hinaus an:

- Bildungsverantwortliche
- Studierende, Wissenschaftlerinnen und Forscher
- Interessierte Organisationen, Verbände, Öffentlichkeit, Akteure der Zivilgesellschaft

Elemente der Handreichung

Die Autorinnen der Handreichung sind als Transfer- und Bildungsexpertinnen mit natur- bzw. geisteswissenschaftlichem Hintergrund im Projektverlauf über Recherche, Befragung und teilnehmende Beobachtung selbst die Schritte des Verstehens gegangen. Sie antizipieren, welche Probleme User (Endnutzerinnen und -nutzer) haben könnten und was sie auf dem Weg brauchen. Zur Veranschaulichung dieses Weges kommen auch die unterschiedlichen Perspektiven der Projektbeteiligten und Stakeholder auf ihre eigenen Learnings im Projektverlauf zur Sprache. Sie sichern somit die Empfehlungen ab. Checklisten, Empfehlungen, Einschätzungen der Bildungslandschaft und ihrer Entwicklung sowie Konzepte für Kommunikation möchte diese Handreichung anbieten.

Verständigung und kritische Reflexion

Im Hinblick auf das double hot topic KI wird manchmal von einer gesellschaftlichen Spaltung zwischen Expertentum und den „Ahnungslosen“ sowie einer „Kritischen Fraktion“ in der Bevölkerung gesprochen. Die Überwindung dieser Spaltung heißt nach Dr. Matthias Peissner, Leiter Forschungsbereich Mensch-Technik-Interaktion am Fraunhofer IAO nicht, dass alle Bürgerinnen und Bürger genau verstehen, wie diese KI-basierten Produkte arbeiten, sondern dass sie deren Möglichkeiten und Grenzen kennenlernen. Sie sollten erkennen können, ob und wie KI-basierte KWA-Produkte entlang der Werte wie Schutz der Grund- und Persönlichkeitsrechte entwickelt und angewandt werden.

Anregungspotenzial

Auch haben die Ergebnisse des I4C-Forschungs- und Entwicklungsprojekts die Aufgabe, dazu zu motivieren und herauszufordern, selbst etwas zur KWA beizutragen. Sei es, dass zum Beispiel eine Wetterdaten-Messstation auf dem eigenen Balkon installiert wird und damit das

lernende System der meteorologischen Messnetze verbessert oder dass eine Fassade oder Dach begrünt und Flächen entsiegelt werden.

MÖGLICHKEITEN UND VORAUSSETZUNGEN VON KI-BASIERTEN VERFAHREN

Zum Verständnis der möglichen Verankerung von KI-gestützten Ansätzen in der städtischen Klimaanpassung sind grundsätzliche Informationen über KI-basierte Verfahren erforderlich. Diese zu erkennen und anzuerkennen, was sie leisten, ist insbesondere im kommunikativen Geschehen zwischen Fachwelt, Verwaltung/Politik und Öffentlichkeit eine wichtige Grundlage².

Vorteile der KI-basierten Produkte / Machine Learning-Verfahren: Für die Klimawandelanpassung von Städten bieten KI-basierte Produkte den entscheidenden Vorteil, dass sie große Datenmengen verarbeiten können. Das ermöglicht einerseits lokal präzise Analysen und

andererseits die dynamische Einbindung von verschiedenen Planungsszenarien in sich wandelnden Städten.

Transparenz und Kontrollierbarkeit der Technologie:

Es besteht häufig die Möglichkeit, die Menschen diese KI-Eigenschaften erleben zu lassen. So können sie verstehen, wie die KI im KWA-Zusammenhang arbeitet, dass sie eben keine Wundermaschine ist, sondern ein lernendes System, das durchaus Fehler machen kann (vgl. Peissner³).

Datenbasis: KI-basierte Produkte sollen und können eine solide und möglichst bezahlbare Datenbasis für Entscheidungen liefern und passende Entscheidungen vorschlagen sowie die Effekte dieser Entscheidungen zum Teil sogar prognostizieren. Dies benötigt saubere und valide Daten als Grundlage, um die KI für ein Anwendungsfeld zu trainieren, sowie weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Der jeweiligen Anwender-Stadt wird empfohlen, die Bürgerschaft ein-

zubinden. Für die Bürgerschaft besteht die Empfehlung, diese Arbeit ihrer Stadt bestmöglich zu unterstützen. Alle Beteiligten benötigen Vertrauen und Transparenz.

Zusammenspiel zwischen Mensch und KI-basiertem KWA-Produkt: Welchen Weg die KWA-Verantwortlichen in einer Stadt gehen, bleibt ihre Entscheidung, diese können die Produkte ihnen nicht abnehmen. Insofern liegt das Potenzial der KI-Technologie nicht in der Automatisierung, sondern in der Zusammenarbeit zwischen Menschen und KI-basierten Produkten. Vielfältige Anwendungen kamen im Projektverlauf zur Sprache.

Die KI-Modellierung mit städtischen Daten kann beispielsweise theoretisch dazu beitragen, rasch einen Überblick zu bekommen, wo Bäume bei behutsamer Nachverdichtung gepflanzt und andere Veränderungen vorgenommen werden können, um Hitze-Hotspots abzumildern. Aber auch die ethisch, technisch und politisch vorhandenen Grenzen des Ansatzes müssen ausbuchstabiert und in die Realität übertragen werden.



GRUNDLEGENDE BEGRIFFE UND KONZEPTE

Es lohnt sich für interdisziplinär zusammentreffende Akteurinnen und Akteure, die sich in diesem Themenfeld bewegen, sich in die Hintergründe und Zusammenhänge hineinzudenken, vor allem dort, wo sie nicht schon Detailkompetenz mitbringen. Daher finden sich hier zentrale Begriffe und Konzepte kurz und möglichst leicht verständlich und mit Bezug zur Thematik der KWA in Städten erklärt, so wie sie im Projektverlauf gemeinsam erarbeitet wurden. Dieses Kapitel kann zum Blättern oder zur Suche einzelner Themen genutzt werden.

II ■ GRUNDLEGENDE BEGRIFFE UND KONZEPTE

01. KLIMAANPASSUNG

Klimadaten

Für die deutsche Öffentlichkeit liefert beispielsweise <https://klimadashboard.de/> frei zugängliche Daten nach wissenschaftlichen Standards, um eine verlässliche Quelle für aktuelle und regionale Daten zur Klimakrise zu bieten. Jede der Grafiken bzw. Visualisierungen enthält einen Hinweis auf die verwendete Datenquelle (primär Daten von öffentlichen Behörden und anerkannten wissenschaftlichen Institutionen wie Umweltbundesamt, Sachverständigenrat für Umweltfragen, Deutscher Wetterdienst).

Klimawandelanpassung (KWA)

Alle Initiativen und Maßnahmen, die darauf abzielen, die Empfindlichkeit natürlicher und menschlicher Systeme gegenüber tatsächlichen oder erwarteten Auswirkungen

des Klimawandels zu verringern. Es können verschiedene Arten von Anpassungen unterschieden werden, darunter vorausschauende und reaktive, private und öffentliche, autonome und geplante Maßnahmen⁴. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) hat das Deutsche Institut für Urbanistik gGmbH (Difu) und die Beratungseinrichtung adelphi mit dem Aufbau des Zentrums KlimaAnpassung beauftragt: <https://zentrum-klimaangepassung.de/>

» *Wie kann ich den Prozess, der da abläuft, durch so ein KI Modell abbilden? Das läuft dann sehr schnell, dadurch ergeben sich neue Möglichkeiten, wesentlich detaillierter Sachen zu berechnen und gleichzeitig das große Ganze zu simulieren.*

Prof. Dr. Thomas Brox, Universität Freiburg
(Podiumsdiskussion „Städte im Hitzestress“)

02. STADT UND REGION

Maßnahmen-Evaluation: Die kommunale Ebene spielt bei der Klimaanpassung eine besondere Rolle, denn viele Maßnahmen werden lokal umgesetzt. Bewertungskriterien (Schadensminderung, Lebensdauer, Akzeptanz, ...) Zentrale Bestandteile der Infrastruktur, beispielsweise Straßen, Kanalisation, öffentliche Gebäude oder Krankenhäuser, liegen meist in kommunaler Hand. Kommunen haben somit vielfältige Möglichkeiten, Klimaanpassung lokal voranzutreiben⁵. Die Bewertung der Maßnahmen kann mit Hilfe verschiedener Methoden⁶ erfolgen, vgl. Klimalotse-Vorlage des Bundesumweltamtes, Blaupause einer Anpassungsstrategie⁷.

Messnetz

Messpunkte / Koordinaten werden für die Auswertung durch Machine Learning im Raum (hier Stadtgebiet) dar-

gestellt. Jeder Einzelpunkt wird mit einer xyz-Koordinate im Raum erfasst.

Punkt wolke

Die Punkt wolke ist die Gesamtmenge aller gemessenen Einzelpunkte. Sie ist dabei das Ergebnis eines 3D Scans der städtischen Umgebung. Jeder Einzelpunkt wird mit einer xyz-Koordinate im Raum erfasst. Wie viele Punkte dabei erfasst werden, hängt von der jeweiligen Größe des Objektes und der gewünschten Messgenauigkeit ab.

Regional Climate Modell

Das Regional Climate Model (RCM) ist ein wissenschaftliches Modell, das verwendet wird, um Klimaänderungen und Klimavariabilität auf regionaler oder lokaler Ebene zu simulieren. Im Gegensatz zu globalen Klimamodellen, die das Klima auf der ganzen Erde mit relativ grober räumlicher Auflösung abbilden, konzentrieren sich regionale Klimamodelle auf kleinere geografische Gebiete mit höherer räumlicher Auflösung. Dies ermöglicht eine detailliertere Analyse und Vorhersage von klimatischen

Prozessen und Phänomenen, die auf lokaler Ebene auftreten, wie z.B. Temperaturänderungen, Niederschlagsmuster und extreme Wetterereignisse. Für die konkrete Planung wurden im I4C-Projekt noch hochauflösendere physikalische Simulationen (Auflösung 1x1m für Hitze bzw. 2x2m für Wind) angefertigt.

Hauptmerkmale regionaler Klimamodelle sind:

1. Höhere Auflösung: RCMs verwenden eine feinere räumliche Auflösung als globale Klimamodelle, typischerweise im Bereich von 10 bis 50 Kilometern. Dadurch können kleinere geografische Merkmale und lokale Klimaphänomene genauer abgebildet werden.
2. Eingrenzung auf spezifische Regionen: Diese Modelle fokussieren sich auf bestimmte geografische Gebiete, was eine detailliertere Analyse der klimatischen Bedingungen und Änderungen in diesen Regionen ermöglicht.
3. Dynamische und physikalische Prozesse: RCMs integrieren detaillierte Darstellungen

atmosphärischer, ozeanischer und landoberflächlicher Prozesse. Dazu gehören beispielsweise Wolkenbildung, Niederschlagsprozesse und Bodenfeuchtigkeit.

4. Nutzung von globalen Modellen: RCMs verwenden häufig die Ausgangsbedingungen und Randbedingungen von globalen Klimamodellen (General Circulation Models, GCMs) als Input. Diese Bedingungen werden an den Rändern des regionalen Modells verwendet, um sicherzustellen, dass die Simulationen des RCMs konsistent mit den globalen Klimadaten sind.
5. Anwendung: RCMs werden in verschiedenen Bereichen angewendet, darunter Klimaforschung, Wettervorhersage, Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels und Unterstützung bei der Entwicklung von Anpassungsstrategien.

Durch die Verwendung von RCMs können Wissenschaftler und Entscheidungsträger fundiertere und spezifischere Informationen über die klimatischen Veränderungen

und deren potenzielle Auswirkungen auf regionaler Ebene erhalten, was für die Planung und Umsetzung von Klimaanpassungs- und Klimaminderungsstrategien von großer Bedeutung ist.

New Urban Agenda

Die UN-Konferenz „Habitat III“ zu Wohnen und nachhaltiger Stadtentwicklung (2016 Quito) entwickelte die New Urban Agenda, die sich mit der Entwicklung, Funktion und nachhaltigen Ausgestaltung von Städten befasst. Die Agenda dient dem Schutz und Wohlbefinden der Stadtbevölkerung und zur Sicherung der Wirtschaftsleistung. Sie will deshalb den Auswirkungen des Klimawandels der Perspektive weiter zunehmender Urbanisierung entgegenwirken. Die Agenda ist für Stadtverwaltungen mit klaren Forderungen für eine moderne Stadt von Wert: kompakte Siedlungsentwicklung mit angemessenen Freiräumen, sparsamer Umgang mit Ressourcen, Stärkung öffentlicher Verkehrsmittel und gesunde Lebensbedingungen sind zentrale Themen.

Als Werkzeugkasten für Akteure auf kommunaler Ebene ist sie eine Richtschnur für eine nachhaltige und integrierte Stadtentwicklung und ein wesentlicher Baustein für die Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele Sustainable Development Goals (SDGs, insbesondere SDG 11 inclusive and resilient cities).

03. KÜNSTLICHE INTELLIGENZ / INFORMATIK

Die Aufgabe der **Künstlichen Intelligenz (KI)** besteht darin, Computer dazu zu befähigen, menschenähnliche Fähigkeiten wie die Wahrnehmung, das Sprachverständnis, das Lernen, die Problemlösung und die Entscheidungsfindung zu entwickeln. **KI-Systeme** analysieren große Datenmengen mit Hilfe von Machine Learning, sie können Muster und Zusammenhänge in ihnen erkennen, Vorhersagen treffen und vieles mehr. Die Funktionsweise basiert darauf, dass Computer aus Erfahrungen lernen und sich anpassen können, ohne explizit programmiert zu werden (Machine Learning). Je mehr Daten verfügbar sind, desto genauer lassen sich

Künstliche Intelligenzen entwickeln und die Einsatzmöglichkeiten weiter ausschöpfen.

Maschinelles Lernen (Machine Learning, abgekürzt ML) ist ein Teilbereich der sogenannten künstlichen Intelligenz, der es Computern ermöglicht, automatisiert zu lernen, sich zu verbessern und Fähigkeiten zu verfeinern, je nachdem, womit sie konfrontiert werden. Mit der Verfügbarkeit riesiger Datenmengen (Big Data) und den Technologien zu ihrer Verarbeitung können die großen Datenmengen genutzt werden, um in einer Lernphase das optimale Modell für die gegebene Aufgabe zu finden. Dieses Modell kann dann in der physischen Welt angewendet werden. Es werden Algorithmen verwendet, die Beziehungen zwischen Variablen (d. h. Muster) entdecken und dann aus diesen Lektionen lernen, je mehr Daten sie erhalten. Da die Algorithmen des maschinellen Lernens Milliarden von Datenpunkten verwenden, die der Mensch nicht verstehen oder im Detail interpretieren muss, sind sie gut in der Lage, Muster in Datensätzen zu finden, indem sie Techniken wie die überwachte oder

unüberwachte **Klassifizierung** anwenden. Konzepte des ML umfassen beaufsichtigtes, unbeaufsichtigtes und bestärkendes Lernen unter Verwendung einer breiten Palette von Methoden, einschließlich des tiefen Lernens (Deep Learning).

KI-basierte KWA-Produkte sind dazu da, die umfangreichen bei der Beobachtung des Klimawandels entstehenden und sich ständig verändernden Datensätze, sowohl klima- als auch stadtbezogene, nutzen zu können. Bei der Bewältigung der KW-Herausforderungen können KI-basierte Produkte ein kraftvolles Instrument sein.

Ein **KI-System** ist eine interaktive Software, die mit einer oder mehreren KI-basierten Techniken und Konzepten entwickelt worden ist. Sie kann im Hinblick auf eine Reihe von Zielen, die vom Menschen festgelegt werden, Ergebnisse wie Inhalte, Vorhersagen, Empfehlungen oder Entscheidungen hervorbringen, die dann das Umfeld beeinflussen, mit dem sie inter-

agieren. KI-Systeme können helfen, Veränderungen bei den Klimabedingungen in Echtzeit zu verfolgen und Effizienzverluste zu reduzieren.

Künstliche Neuronale Netze (KNN) / engl. Artificial Neural Network, ANN

Ein neuronales Netz, auch artificial neural network (ANN) oder künstliches neuronales Netz (KNN) genannt, ist ein Rechenmodell, das von der Funktionsweise des menschlichen Gehirns inspiriert ist. Es besteht aus vielen miteinander verbundenen Neuronen, die in Schichten organisiert sind: Eingabeschicht (Input Layer), verborgene Schicht (Hidden Layer) und Ausgabeschicht (Output Layer). Diese Neuronen verarbeiten Signale durch Anpassung der Verbindungsgewichte, wobei der Lernprozess durch Algorithmen erfolgt, die die Gewichte zur Minimierung von Fehlern anpassen.

ANNs werden für Aufgaben wie Mustererkennung, Datenklassifizierung und Vorhersagen verwendet und finden Anwendung in Bereichen wie Medizin, Finanzen,

autonomes Fahren und Meteorologie. Besonders bei der Verarbeitung unstrukturierter Daten sind KNNs effektiv, da sie komplexe Entscheidungsprozesse abbilden können, bei denen keine lineare Beziehung zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen besteht. In der Meteorologie können beispielsweise Messdaten zu Wasser, Hitze oder Wind genutzt werden, um datengetriebene Modelle zu entwickeln.

Ein KNN setzt sich aus einer Anzahl von Verarbeitungseinheiten (Neuronen) zusammen, die durch Kommunikationskanäle verbunden sind. Diese Netzstruktur ermöglicht es, dass Daten in der Eingabeschicht sichtbar sind, während der innere Bereich des Netzes, die Hidden Layers, als Black Box bezeichnet wird. Hier werden die empfangenen Informationen erneut gewichtet und von Neuron zu Neuron weitergereicht. Weist ein KNN besonders tiefe Netzstrukturen auf, spricht man von Deep Learning.

Datenportale, Data-Gateways und Dashboards

In der Informatik ist ein Gateway eine Hard- oder Software-Komponente, die eine Verbindung zwischen zwei Systemen herstellt. Wenn ein IT-System seinen Kommunikationspartner nicht direkt kennt, wendet es sich an sein Gateway, das zur Kommunikation zwischen mehreren internen oder auch externen Netzwerkabschnitten überbrückt. Portale sind Anwendungssysteme, die Anwendungen, Prozesse und Dienste integrieren und den Nutzerinnen und Nutzern Funktionen zur Verfügung stellen, indem sie die Suche und Darstellung von Informationen in einem sicheren Umfeld (Personalisierung, Navigation, Nutzerverwaltung) koordinieren. Datengesteuerte Infrastrukturdienste für Städte nutzen sogenannte Dashboards, die Datensätze und Grafiken zu Herausforderungen, Auswirkungen und Lösungen, z.B. für KWA, liefern.

Open Data (Offene Daten)

Offenen (Verwaltungs-) Daten bieten Informationen von öffentlichen Stellen, sie sind allgemein weiter-

verwendbar und frei verfügbar, die Lizenz legt dabei die Nutzungsbedingungen fest. Der allgemeine Rechtsrahmen für einen europäischen Markt für Verwaltungsdaten ist auf den Säulen des Binnenmarktes aufgebaut: freier Datenfluss, Transparenz und fairer Wettbewerb. Nicht alle Informationen des öffentlichen Sektors sind Offene Daten.

Datenraum

Ein Datenraum umfasst einen mehrdimensionalen Raum, in dem Datenpunkte durch ihre Merkmale (Attribute) repräsentiert werden. Jeder Datenpunkt ist eine Instanz oder ein Beispiel, das durch einen Vektor von Werten beschrieben wird, wobei jeder Wert eine Dimension im Datenraum darstellt. Der Datenraum ermöglicht die Visualisierung, Analyse und Verarbeitung komplexer Datensätze.

Die Auswertung, Kombination und Nutzung dieser Datensätze eröffnet den Weg für Anwendungen und Innovationen. Ziel ist es, die Integration von Daten-

quellen, z.B. zwischen Kommunen, Behörden oder Unternehmen, zu erhöhen. Tools wie Digitale Zwillinge s.u. und die Datennutzungskontrollmechanismen von Datenräumen verbessern die Interoperabilität.

Einige wichtige Aspekte eines Datenraums sind:

1. Dimensionen: Jede Dimension entspricht einem Merkmal oder Attribut der Daten. Ein Datensatz mit n Merkmalen wird in einem n-dimensionalen Raum dargestellt.
2. Datenpunkte: Jedes Element oder jede Instanz des Datensatzes wird als Punkt im Raum dargestellt, wobei seine Position durch die Werte seiner Merkmale bestimmt wird.
3. Abstände und Ähnlichkeiten: Die räumlichen Beziehungen zwischen Datenpunkten (z.B. Abstände) können verwendet werden, um Ähnlichkeiten oder Unterschiede zu messen, was in Clustering- und Klassifizierungsaufgaben nützlich ist.
4. Visualisierung: In niedrigdimensionalen Daten-

räumen (meist zwei oder drei Dimensionen) können die Daten visualisiert werden, um Muster, Trends oder Anomalien zu erkennen.

5. Reduktion der Dimensionalität: Techniken wie Principal Component Analysis (PCA) oder t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding (t-SNE) werden verwendet, um hochdimensionale Daten in einen niedrigdimensionalen Raum zu projizieren, um die Analyse und Visualisierung zu erleichtern.

Digitaler Zwilling

Digital twins sind virtuelle oder digitale Abbilder von physischen Gegenständen, Prozessen und räumlichen Umgebungen einer Stadt, von Gebäuden oder meteorologischen Daten. Die identischen Kopien entstehen, indem mithilfe von Sensoren Daten über den digital abzubildenden physischen Gegenstand erfasst und in das digitale Modell eingespeist werden. So kann der digitale Zwilling das Verhalten des Originals in Echtzeit überwachen und die Reaktion in alternativen

Szenarien errechnen oder Prognosen geben. Dieser Prozess ermöglicht es, durch eine endlose Anzahl von Feedbackschleifen Lösungen für potenzielle Probleme oder zukünftige Veränderungen der Ausgangssituation zu finden.

Schnittstellendesign

Das Design von Schnittstellen und Systemintegration bezieht sich auf die Gestaltung und Planung von Verbindungen zwischen verschiedenen Komponenten eines Systems und will eine nahtlose und effiziente Kommunikation und Interaktion gewährleisten. Dabei geht es darum, wie unterschiedliche Systeme, Geräte oder Softwaremodule miteinander interagieren und Informationen austauschen können, um ein übergeordnetes Ziel zu erreichen. Dies umfasst sowohl die technischen Aspekte der physikalischen Verbindungen als auch die logischen Protokolle und Standards, die für den Datenaustausch verwendet werden. Das Ziel ist es, sicherzustellen, dass die verschiedenen Systeme (z. B. im vorliegenden Fall universitäre vs. Fraunhofer-

Institute) reibungslos zusammenarbeiten können, ohne dass es zu Kompatibilitätsproblemen, Datenverlust oder Kommunikationsfehlern kommt. Dabei müssen sowohl die Hardware- als auch die Softwareanforderungen berücksichtigt werden, um eine optimale Integration zu gewährleisten.

Es gilt sicherzustellen, dass die Schnittstellen kompatibel mit den bestehenden Systemen und Standards sind und dass eine zuverlässige und stabile Kommunikation zwischen den Systemen möglich ist. Ggf. muss eine Optimierung der Schnittstellen erfolgen, um eine schnelle und effiziente Datenübertragung zu ermöglichen. Die Implementierung von Sicherheitsmechanismen, um den Datenverkehr vor unbefugtem Zugriff oder Manipulation zu schützen sowie die Skalierbarkeit, so dass sie leicht an zunehmende Anforderungen und zukünftige Erweiterungen angepasst werden können, sind weitere Aspekte.

04. VERWALTUNGSHANDELN UND -KOMMUNIKATION

Normen

Die ISO-Norm 37101 für nachhaltige Städte und Gemeinden definiert Nachhaltigkeit als Belastbarkeit, Attraktivität, Wohlbefinden, sozialen Zusammenhalt, Erhaltung und Verbesserung der Umwelt, verantwortungsvolle Ressourcennutzung, und zwar abgestimmt auf die Hauptsäulen der nachhaltigen Entwicklung (Wirtschaft, Umwelt und Soziales).

Managementsysteme

Städte sind aufgrund des Drucks einer beispiellosen Urbanisierung zu wesentlichen Akteuren für eine nachhaltige Entwicklung auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene geworden und unterliegen bindenden Verpflichtungen. Die Ziele umfassen die Steuerung von Nachhaltigkeit sowie die Förderung von Digitalisierung und Resilienz in Kommunen. Sie verbessern den Beitrag der Kommunen zu nachhaltigen Entwicklungsergebnissen und bewerten die Leistung

der Kommunen bei deren Fortschritt, sichtbar wird der Grad an Digitalisierung und Resilienz, den sie erreicht haben.

Twin Transition – Synergien und Kohärenz der Managementsysteme für Städte

Die „grüne“, also klimaschutzbezogene Transformation und die digitale Transition werden im politischen und fachlichen Diskurs der Erwachsenenbildung zunehmend voneinander abhängig und gekoppelt mit dem Begriff Twin Transition (the twin green & digital transition) bezeichnet, da sie sich aufgrund der sachlichen Verlinkung ihrer Themen gegenseitig verstärken. Dass manchmal die beiden Übergänge auch aufeinanderprallen, wurde im I4C Projekt dort deutlich, wo die KI-gestützten Modelle zumindest im Prozess des Trainings viel Datenkapazität benötigen und damit Strom verbrauchen. KI-Modelle sind dann nach dem Training weniger energieintensiv als physikalische Modelle.

Die Konzeptualisierung der Schnittstelle und Inter-

operabilität zwischen „klimaneutralen Städten“ und verwandten, relevanten digitalen Programmen und Initiativen (digitale Lösungen für klimaneutrale Städte) ist durch die Open & Agile Smart Cities & Communities (OASC)⁸ im Gange.

In diesem Zusammenhang ist die Europäische Norm Sustainable and Smart Cities and Communities CEN/TC 465 zu nennen. Dies ist eine Standardisierung im Bereich der nachhaltigen Städte und Gemeinden. Sie umfasst die Entwicklung von Anforderungen, Rahmenwerken, Leitlinien und unterstützenden Instrumenten und Techniken, die für die grüne und digitale Transformation der städtischen Umwelt in Europa erforderlich sind. Zu den angestrebten Ergebnissen eines Managementsystems für nachhaltige Entwicklung in Städten und Kommunen Europas zählt die Förderung von Intelligenz und Resilienz. Dazu zählen Belastbarkeit, Attraktivität, Wohlbefinden, sozialer Zusammenhalt, Erhaltung und Verbesserung der Umwelt, verantwortungsvolle Ressourcennutzung, abgestimmt auf die Hauptsäulen

der nachhaltigen Entwicklung (Wirtschaft, Umwelt und Soziales) und alle innovativen Ansätze für die Bereitstellung von Lösungen und Dienstleistungen mit dem Ziel, diese kontinuierlich zu verbessern.

Städtenetzwerke

Netzwerke von Städten existieren auf verschiedenen Ebenen und entfalten für die Klimaanpassung eine wertvolle Dynamik. Städtenetzwerke bieten Plattformen für Austausch, voneinander zu lernen und gemeinsam Einfluss auf die Politik zu nehmen. Natürlich sind lokale Gegebenheiten unterschiedlich und brauchen angepasste Lösungen. C40 ist ein globales Netzwerk von Bürgermeister*innen der führenden Städte der Welt, die gemeinsam gegen die Klimakrise vorgehen. In Deutschland zählen dazu bisher Heidelberg (Innovator⁹) und Berlin (Megacity). Kommunen vernetzen sich auch auf Anregung des Bundesumweltamtes zunehmend, um Peer-Learning zwischen Kommunen zu stärken und Anpassungskapazitäten zu erhöhen.

05. ETHIKPRINZIPIEN

Ethische Implikationen von Klimawandelanpassung auf regionaler oder lokaler Ebene, die explizit anwendungsorientierte und auf KI-basierte Methoden sich beziehende Ethikfragen von Klimawandelanpassung berühren, wurden im Projekt herausgearbeitet¹⁰. Die dabei gewählte wertebasierte Herangehensweise identifiziert individuelle und situationsadäquate Handlungsoptionen, die sich aus Ethikprinzipien ableiten lassen, so dass sich die Ergebnisse mit diesen in Einklang befinden. Der im Projekt gewählte Ansatz unterstützt auch die systematische Integration grundlegender Ethikbelange in KI-bezogenen Projekten.

Ethisch-rechtliche Fragen sind beim Aufsetzen eines Anpassungsprozesses für eine konkrete Stadt elementar wichtig. Die vier grundlegenden Ethikprinzipien (Kernprinzipien) für die Klimawandelanpassung sind Gerechtigkeit, Verantwortlichkeit, Verantwortung, Schutz der Vulnerablen sowie Partizipation. Damit diese nicht

abstrakt bleiben, ist eine bestimmte Methodik erforderlich, um komplexe ethische Zusammenhänge überhaupt erkennen und analysieren zu können¹¹. Organisationen müssen mit ihren eigenen maßgeschneiderten KI-Prinzipien bestimmen können, wie sie konkurrierende Prinzipien abwägen und welchen inneren Wert im Falle von Konflikten mit Kernprinzipien priorisieren. Das heißt, wenn selbst nach einer umfassenden ethischen Analyse kein einziges Argument sich als das stärkste erweist, werden Entwickler*innen und Entwickler sowie Entscheidungsträger zwischen ethisch gleichermaßen zulässigen Optionen wählen müssen. Letztlich zeigt sich dann, ob diese Organisation der individuellen Autonomie oder der Schadensminimierung den Vorrang gibt. Es kann sinnvoll sein, die KI-Prinzipien zu systematisieren und eine eingehende Ethikanalyse vorzunehmen, um eigene Prioritäten für eine kohärente und konsistente ethische Entscheidungsfindung zu haben.

Das Arbeitspaket „Ethik“ des I4C-Projekts bediente sich zu diesem Zweck des „ethics by, in and for design“-

Ansatzes, abgeleitet aus der Strategie "Künstliche Intelligenz" der Bundesregierung (Bundesregierung 2018). Im Verlauf des I4C Projekts haben sich Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Überprüfbarkeit als zentrale Prinzipien in der praktischen Anwendung herauskristallisiert.

06. RECHTLICHE PRINZIPIEN (DSGVO)

Personenbezogene Daten

Personenbezogene Daten sind alle Informationen, die sich auf eine identifizierte oder identifizierbare natürliche Person beziehen, betreffen also Grund- und Persönlichkeitsrechte. Als identifizierbar wird eine natürliche Person angesehen, die direkt oder indirekt – insbesondere mittels Zuordnung zu einer Kennung wie einem Namen, zu einer Kennnummer, zu Standortdaten, zu einer Online-Kennung – identifiziert werden kann. In diesem Zusammenhang greifen die Grundprinzipien der DSGVO: Verbotsprinzip, Personenbezug, Verarbeitung und Erlaubnis. Verarbeitung umfasst grundsätzlich alles,

was man mit personenbezogenen Daten machen kann – von Erfassen, Offenlegung bis Anonymisieren oder Vernichten.

Datenschutzrecht

Das Datenschutzrecht schützt die „Betroffenen“, z.B. im Zusammenhang von Messnetzen und KWA-Datengenerierung. Dies sind nach der DSGVO natürliche Personen, also Menschen, nicht aber z.B. Gesellschaften.

Datenschutzrechtliche Prüfung

Grundsätzlich geht es beim Prüfen des Datenschutzes in einer Anwendung zur KWA darum, Risiken auszuschließen. Man fragt also, welche Daten man überhaupt braucht und welcher Missbrauch mit ihnen möglich wäre. Bestehen beispielsweise bei Wetterdaten direkte Beziehungen zwischen Daten und Funktion? Kommen Messdaten von einer privaten Wetterstation? Könnte durch Verknüpfung mit anderen Datenquellen überhaupt Personenbezug hergestellt werden? Ein Beispiel: Wärmeaufnahmen von einem bestimmten

Gebäude ggf. bestimmte Merkmale müssen entfernt werden. Um das Vertrauen in die Einführung von KI-Technologien zu erhöhen, fordert der OECD-Bericht zu künstlicher Intelligenz in Deutschland (2024) die Datenschutzbehörden auf, klare regulatorische Leitlinien und Ratschläge zu Technologien für die ethische und verantwortungsvolle Nutzung von Daten bereitzustellen.

Öffentliche und private Stellen im Datenschutzrecht

Das Datenschutzrecht unterscheidet zwischen öffentlichen Stellen (Behörden, staatliche Universitäten) und privaten Stellen (wie Unternehmen, Verbände, Vereine). Als öffentliche Stelle unterliegt die Uni Freiburg teilweise der DSGVO und dem Landesdatenschutzgesetz (LDSG), sie zahlt z.B. keine Bußgelder und als Grundlage gilt, dass sie kein berechtigtes Interesse nach Art. 6 (1) lit f. DSGVO besitzt.

Die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. ist als Verein privatrechtlich organisiert und ist damit private Stelle. DSGVO und BDSG

sind anwendbar. Es können Bußgelder bis zu 20 Mio. EUR fällig werden oder 4% des Umsatzes von Fraunhofer. Auf privatrechtlicher Grundlage ist die Frage, ob ein berechtigtes Interesse vorliegt.

Eine Stadt kann für den Katastrophenschutz (Sicherheits- und Ordnungsgesetz, Daseinsvorsorge) zur Abwägung zwischen ihrer Aufgabe und der rechtlichen Situation Beratung benötigen. Das Risiko des regelmäßigen Widerspruchsrechts besteht, manchmal könnte Ausgrauung¹² in den Darstellungen eine Lösung sein. Bei der Universität besteht Forschungsfreiheit für eine Veröffentlichung.

Rechtliche Beurteilung von Datenräumen (Dataspaces)

Als Konzept der Informatik (s.o.) ist ein Datenraum eine dezentralisierte, offene Infrastruktur für den souveränen Datenaustausch, deren Teilnehmende sich der von ihnen produzierten und konsumierten Daten sowie Hardware und Software-Dienste bewusst sind und diese kontrollieren. Eine Standardisierung von Datenräumen (DIN) – gibt es noch nicht.

Data-Governance

Die EU-Kommission hat im Mai 2024 die Mitgliedsstaaten zur Einhaltung des Daten-Governance Rechtsakts¹³ vom 30. Mai 2022 über europäische Daten-Governance aufgefordert¹⁴. Er behandelt Fragen im Zusammenhang mit Dataspaces und Intermediären. Hier werden Rechte und Aufgaben von Stadt, Dienstleistern und Politik behandelt.

Das europäische Unionsrecht und das nationale Recht über den Schutz personenbezogener Daten gelten für alle personenbezogenen Daten, die im Zusammenhang mit dem Data Governance Act verarbeitet werden (Artikel 1 (3)). Insbesondere gilt die Verordnung unbeschadet der DSGVO ... und ePrivacy Richtlinie, einschließlich im Hinblick auf die Befugnisse der Aufsichtsbehörden. Im Fall eines Konflikts zwischen der Verordnung und dem Unionsrecht über den Schutz personenbezogener Daten oder dem entsprechend diesem Unionsrecht erlassenen nationalen Recht soll das einschlägige Unionsrecht bzw. das nationale Recht über den Schutz personenbezogener Daten Vorrang haben.

Artikel 10 (Datenvermittlungsdienste) behandelt die Erbringung der folgenden Datenvermittlungsdienste, sie erfolgt gemäß Artikel 12 (Bedingungen für die Erbringung von Datenvermittlungsdiensten) und unterliegt einem Anmeldeverfahren:

- a. Vermittlungsdienste zwischen Dateninhabern und potenziellen Datennutzern, einschließlich Bereitstellung der technischen oder sonstigen Mittel [...]; zu diesen Diensten können auch der zwei- oder mehrseitige Austausch von Daten oder die Einrichtung von Plattformen oder Datenbanken, [...] Infrastrukturen für die Vernetzung von Dateninhabern mit Datennutzern gehören;
- b. Vermittlungsdienste zwischen betroffenen Personen, die ihre personenbezogenen Daten zugänglich machen wollen, oder natürlichen Personen, die nicht personenbezogene Daten zugänglich machen wollen, und potenziellen Datennutzern
- c. Dienste von Datengenossenschaften.

Leitprinzipien dieser Verordnung sind die Achtung der Grundrechte und die Wahrung der Grundsätze, u.a. die Achtung der Privatsphäre, der Schutz personenbezogener Daten, die unternehmerische Freiheit, das Eigentumsrecht und die Integration von Menschen mit Behinderungen.

» *Wie riskant ist eigentlich das Arbeiten mit KI? Sie einzusetzen, um quadrameterscharfe Daten zu haben, um Stadtplanung zu betreiben, das ist nach der neuen EU-KI-Verordnung eher unproblematisch. Dennoch sind auch hier Transparenz und Nicht-Diskriminierung äußerst wichtig. Wenn die KI jedoch in sicherheitskritischen Bereichen eingesetzt wird oder etwa Gesichtserkennung genutzt werden soll, dann kann der Einsatz der KI nach der EU-KI-Verordnung in den Hochrisikobereich fallen oder verboten sein.*

Prof. Dr. Cathrin Zengerling, Universität Freiburg
(Podiumsdiskussion „Städte im Hitzestress“)



CHECKLISTEN

Wir gehen aus vom Vorhandensein von Hitzeinseln und deren mehr oder weniger präzisen Bestimmung sowie von anderen meteorologischen Datensammlungen in einer gegebenen Stadt/Kommune mit der Einsicht in die negativen Auswirkungen derselben auf Gesundheit, Wirtschaft und Soziales in dieser Stadt/Kommune. Es entsteht der Wille oder die Notwendigkeit zu handeln. Ein Schlüssel und Ziel für die kommunale Handlungsfähigkeit kann es sein, durch konkrete Information eine relativ detaillierte und kleinräumige Argumentationsgrundlage zu schaffen. Dabei kommen verschiedene Perspektiven und Fragestellungen infrage.

Erstellen Sie auf Basis der folgenden Checklisten Ihre eigenen angepassten Checklisten, um den Einstieg in eine Ist-Analyse zu finden und dabei wichtige Aspekte im Blick zu behalten.

Checkliste 1 - Bestimmung der Ausgangslage (Rahmen, Akteure, Ziele)

- Wie groß ist die betreffende Stadt/Kommune und welche Eigenschaften (Besiedlungsgrad, Grünflächenreichbarkeit, Einwohnerzahl, Fläche) hat sie?
- Ist ein hauptamtliches Nachhaltigkeitsmanagement vorhanden? Wenn nein: wie kann es substituiert werden, z. B. als Dienstleistung?
- Wurde eine Bedarfsanalyse durchgeführt? Welche Ergebnisse liegen vor?
- Mit welchen Anspruchsgruppen wurde diese durchgeführt? Fehlt noch etwas in dieser Analyse?
- Welche konkreten Problemstellungen liegen konkret vor und wo liegt der Schwerpunkt der KWA-Maßnahmen (Wasser, Hitze, Wind)?
- Kernfragen für Hitzeanpassung: Wie ist die derzeitige und zukünftig erwartete stadtklimatische Situation der Stadt? Welche Stadtgebiete und Bevölkerungsteile sind von Hitzebelastung besonders betroffen (Altersstruktur und demographische Prognose)? Wie kann eine wirksame Klimaanpassung sowohl auf gesamtstädtischer als auch auf Quartiers-Ebene funktionieren? Wo und wie müssen welche Prioritäten gesetzt werden? Wie können die kühlenden Elemente Wind, Schatten und Wasser in der Planung umgesetzt werden?
- Relevante Akteure: wer sind die User eines KWA-Tools im vorliegenden Kontext, um wie viele Personen und welche Rollen handelt es sich? Welche städtische Stelle ist allein oder gemeinsam mit anderen verantwortlich? Wer macht was?
- Interne fachliche Kommunikation / Verständnislevel: Einstellungen, Meinungsbilder und Meinungsbildung bisher (Berührungspunkte/Vorbehalte des Personals? / (Einfluss von EU-Politik auf Land- und Forstwirtschaft verhindert oft Veränderungen)).
- Werden Ethikprinzipien verfolgt? (z.B. Nachhaltigkeit, Demokratie, Freiheit, Schutz der Privatheit, Transparenz und Nachvollziehbarkeit, Überprüfbarkeit, Sicherheit, Verantwortlichkeit vgl. Gutachten Datenethikkommission 2019)
- Wurden oder werden in Zukunft kostenlose (digitale) Kommunikationselemente bzw. Weiterbildungsoptionen zur Unterstützung des praktischen Verständnisses der eingesetzten KI-Produkte für Endnutzende angeboten?
- Gab es in der Vergangenheit relevante Initiativen oder Proteste von Bürger/innen gegen Maßnahmen der Stadt/Kommune?

» *Wenn ich das so von außen beleuchte, gibt es immer wieder neue Trends. Lassen sich Effekte wie eine Fassadenbegrünung, Frischluftschneisen, Verschattungen und Hausdächer-Begrünung genau bestimmen? Wenn wir das wüssten, wie die auch im Zusammenspiel vielleicht miteinander funktionieren, ich glaube, das wäre ein großer, großer Schritt zur Klimawandelanpassung.*

Dr. Michael Bauder, Data Scientist und Spezialist für Digitale Geographien

- Welche städtische/kommunale Datenplattform ist vorhanden? Auf welcher Technik basieren Daten und Datenräume?
- Wenn Sie offene Daten benutzen: für welchen Zweck nutzen Sie sie und passen die Daten für den Zweck (Metadaten)?
- Liegen die Daten in roher oder verarbeiteter Form vor?
- Inwiefern wird die Form der Daten die Analyse/das Produkt/die Anwendung beeinflussen?
- Welche syntaktischen (Sprache) und semantischen (Bedeutung) Veränderungen werden Sie machen müssen?
- Sind die Datensätze mit vorhandenen anderen Datensätzen kompatibel?
- Wie aktuell sind die Daten? Wie regelmäßig werden diese aktualisiert?
- Was wissen Sie über die Genauigkeit der Daten?
- Wie werden fehlende Daten gehandhabt?
- Welche Datenformate werden benötigt, welche zeitliche und räumliche Auflösungen sollen die KI-basierten Produkte leisten, welche Datenschnittstellen (Interfaces) existieren? (Vgl. auch Checkliste Datenschutz)
- Wie sieht das digitalisierte lokalklimatische Wissen aus, wo ist es abrufbar/vorhanden? Gibt es digitale Hitze- und Impactkarten in der Stadt oder von wem können sie angelegt werden?
- Gibt es ein 3D-Stadtmodell, erfolgten Befahrungen, wie wurden diese von der Bevölkerung aufgenommen bzw. unter welchen Voraussetzungen erstellt (ethisch, rechtlich)?
- Enthält der zu verwendende Datensatz Daten zur jeweiligen Fragestellung (z.B. Dachbegrünung)? Umfasst dieser eine bestimmte Region, die Sie miteinschließen wollen? Sind Wirkungsindikatoren verfügbar?

- Welche Informationen zu Anpassungszielen, Betroffenheiten und möglichen Anpassungsmaßnahmen: liegen Aussagen oder eine Anpassungsstrategie vor?
- Liegt ein Klimaanpassungskonzept oder eine Anpassungsstrategie vor?
- Berücksichtigt der gegenwärtige B-Plan bereits das Thema Klimaanpassung?
- Wie ist der tatsächliche Grad der Climate Literacy und Bewusstheit in der Stadtverwaltung? Wie sieht die aktuelle Tendenz auf einer Skala von hoffnungsvoll bis eher mutlos aus?
- Welche Strategie soll hier greifen, kleine Schritte oder der große Paukenschlag, der aufgrund der Dringlichkeit u.U. auch Eingriffe in die persönliche Datensouveränität umfasst?
- Budgetsituation, Budget: Initialkosten, laufende Kosten (System, Monitoring, Anwendung)
- Sponsoring möglich/angedacht? Gibt es möglicherweise Akteure, die eine rasche positive Veränderung erwirken wollen und sind darunter Geldgeber (Sponsoren, ungewöhnliche Allianzen, private-public partnership)?
- Gibt es aktuell Förderprogramme? (vgl. <https://zentrum-klimaanpassung.de>)

» *Klimaanpassung ist eine unglaublich komplexe Angelegenheit. Der erste Schritt: überhaupt mal erkennen, was auf uns zukommt. Der zweite Schritt ist eben dann, Prozesse zu entwickeln, wie man mit solchen Veränderungen umgeht.*

Dr. Karl Gutknecht, Meteorologe

- Aktueller Stand und Sachverhalte des Datenschutzes sammeln
- Welche Daten braucht das System, welche sind bereits da?
- Wie ist der Datenbestand rund um Personenbezug? Braucht man überhaupt Personenbezug? Welche Daten sind personenbezogen: immer wieder abprüfen.
- Wie wird Transparenz der Werte und Ethikprinzipien (Transparenz) im Datenschutz sichergestellt?
- Citizen Science-Daten als Zulieferer? Die damit verbundenen Risiken in Bezug auf Datenschutz einbezogen?
- Datenqualität der externen Quellen (Bias?) → Verantwortlichkeit, Manipulierbarkeit, Regelungsbedarf, Informationsbedarf.
- Prüfung, welche Rechtsgrundlagen bekannt sind, und welche zutreffen?
- Data Governance Act berücksichtigen: Artikel 10 behandelt die Erbringung der folgenden Datenvermittlungsdienste, sie erfolgt gemäß Artikel 12 und unterliegt einem Anmeldeverfahren:
 - a. Vermittlungsdienste zwischen Dateninhabern und potenziellen Datennutzern,
 - b. Vermittlungsdienste zwischen betroffenen Personen oder natürlichen Personen und potenziellen Datennutzern
 - c. Dienste von Datengenossenschaften.
- Konkrete Regelungen der betroffenen Stadt/Kommune im Hinblick auf Dataspaces¹⁵?
- Ist eine Aktualisierung der vorhandenen städtischen/kommunalen Richtlinien im Datenschutzbereich erforderlich?
- Gibt es fremdgenutzte Daten?
- Informationspflicht: Datenerhebung in einer App? (App-Bedingungen, App-Store usw.), Nutzerkonto, vergleichbare Produkte anschauen, wie z. B. [NINA Warnapp](#)¹⁶

- Kommunikative/politische Akzeptanz: Wird von den politisch Verantwortlichen in der Stadt die Notwendigkeit für KWA gesehen aufgrund erfahrbarer oder antizipierter KW-Auswirkungen vor Ort?
- Unterschiedliche Wissensstände, unterschiedliche Akzeptanz und Bereitschaft zur Auseinandersetzung mit dem Thema KWA?
- Mit welchen anderen Städten/Kommunen besteht bereits Austausch zu KWA oder kann etabliert werden?
- Synergieeffekte: gibt es bereits Daten oder Produkte, womit die Planung gut korrespondiert?
- Wie steht es um Verbesserung (KVP)/Qualitätsmanagement für KI-basierte Produkte und Messnetze vor Ort?
- Vernetzung: Inner- und Außerstädtische Schnittstellen: Wen/wann einbeziehen? Wo Personal vorhanden, wo aufbauen?
- Wo besteht Unterstützung, Gleichgültigkeit oder Widerstand (Bevölkerung, politische Gremienvertreter/innen)?
- Informationen über Hitze- und Impactkarten der Stadt, die den Betroffenen Einblicke ermöglichen, wo am meisten Wirkung zu erzielen ist bzw. wo die Problematik am größten ist und welche Ansätze hier infragekommen.
- Rollout zu Kommunen in der Umgebung oder räumliche Skalierung in den Landkreis angedacht?
- Übersicht über Schulungsbedarf gewinnen: Welche Kenntnisse/Kompetenzen haben Akteure bereits, welche nicht? Felder bestimmen, in denen noch gelernt, entwickelt und gemeinsam ausgehandelt werden muss. Den GAP zwischen Soll und IST auf Basis der jeweiligen Standortbestimmung (vgl. Checkliste 1-4) sachlich darstellen.
- Muster und Quellen der Datenschutzkommission, des European Data Protection Board EDPB, der Aufsichtsbehörde im Land nutzen.
- Wer ist zuständig, darauf zu achten, dass das Qualitätsmanagement immer mitgedacht wird: kontinuierlich aktuelle Daten einspeisen, neue Stadtgeometrie darstellen, genauere Modellierungen (Upgrades). Dies kann intern oder extern geliefert werden.
- Den Umsetzungshorizont bestimmen mit zeitlichem Vorlauf: es ist z.B. notwendig, ab 2025 Weichen zu stellen für ein nachweisliches Ergebnis 2050, damit einher geht die kontinuierliche Aktualisierungsnotwendigkeit von Daten.

FORTSETZUNG NÄCHSTE SEITE

- Ist Systemintegration in der Klimaanpassung vorgesehen/angedacht? Sind technische Voraussetzungen geschaffen?
- Effekte von Maßnahmen „tracking“ ist erforderlich, denn nicht immer sind die Effekte von KWA-Maßnahmen klar oder bereits bekannt. Alle Akteure behalten dies als Frage im Blick und bemühen sich, Daten zu generieren, die Aussagen über die Effekte von Maßnahmen erlauben.
- Ist die meteorologische und stadtklimatechnische Herangehensweise auch wirtschaftlich durchdacht? (wirtschaftliche pos./neg. Folgen, Wärmebudget, ökonomische Modelle für Investitionen und Effekte)
- Welches Wissen/Inhalte benötigen die Akteure dafür noch? Wo gibt es das?
- Ist die Messbarkeit dieses Wärmebudgets sichergestellt? Messnetze pflegen und erhalten; ggf. erweitern
- Temperaturentwicklungen verfolgen und Auswirkung der Maßnahmen, die in Planung sind.
- Kann das System durch neue Eingabedaten auf neue Fragestellungen angewendet werden (lernendes System)? → Produktentwickler

IV | EMPFEHLUNGEN FÜR BILDUNGSVERANTWORTLICHE

In diesem Kapitel nähern wir uns von verschiedenen Seiten der Frage an, ob und welche Fragen vorab gestellt, Gruppen bedacht oder Methoden empfohlen werden können, um den Prozess einer Anwenderstadt oder eines Projektträgers optimal von Seiten des Bildungsmanagements zu begleiten. Dabei berücksichtigen wir angesichts der Schnittstellen zwischen vollkommen unterschiedlichen Berufsfeldern und Blickrichtungen sowohl KWA-Aspekte als auch andere Aspekte der mit städtischer Planung erforderlichen KI-Kompetenzen.

IV ■ EMPFEHLUNGEN FÜR BILDUNGSVERANTWORTLICHE

01. BERUFS- UND BILDUNGSLANDSCHAFT

Der Prozess im Projekt I4C und die Beobachtungen in der Zusammenarbeit mit städtischen Ämtern legt nahe, dass sich die hauptsächlich betroffenen Berufsgruppen von der Umsetzung KI-gestützter Klimawandelanpassung folgendermaßen fokussieren lassen. Das Anwendungsspektrum und die Nutzung von Technologie wird am Beispiel des I4C Projektes erfahrbar. Es gibt immer mehr (kostenpflichtige) Tools, um die Auswirkungen z.B. des Einbaus von Hltzeschutz-Fenstern oder Fassadenbegrünung zu berechnen.

02. INTEGRATION IN DIE BERUFSBILDUNG: BETROFFENE BERUFE

- IT-Berufe (Systeminformatik, Systemintegration, Data Analyst): Vernetzung technischer Informa-

tionen, Sensortechnik Verarbeitung, Visualisierung etc. Die Elektronik der Sensorschaltungen, die Übertragungs- und Interfacetechnik sind neben der Mikrocontrollertechnik wichtige Ausbildungsinhalte.

- Technikerinnen und Techniker (Klima- und Wärmetechnik)
- Stadtplanung, Bauwesen (Hoch- und Tiefbau)
- Verwaltung (Rechtsabteilung/-beratung, Bürgeramt, Öffentlichkeitsarbeit, ...)

Unterschiedliche Anforderungen in der technischen Verständnistiefe bei unterschiedlichen Gruppen von städtischen Mitarbeitenden:

- Ehren- und hauptamtliche Kommunalpolitikerinnen und Kommunalpolitiker
- Immobilien-Verwaltung, Maklerinnen und Makler, Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer

- Ämter (fast alle)
- Garten- und Landschaftsbau, Forstämter
- Meteorologinnen und Meteorologen
- Umwelt- und Biodiversitätsfachleute

Darüber hinaus gibt es Positionen, die zunächst nicht in den Blick kommen, aber zentral wichtig sind für den Erfolg, da sie in der Lage sind, Klimarisiken zu verstehen und zur Grundlage von Entscheidungen machen können:

- Juristinnen und Juristen
- Strategie- und Kommunikationsberufe
- Schul-, Erwachsenenbildung und BNE
- Sozialpädagogik/Soziale Arbeit
- Gesundheitsberufe und Katastrophenschutz

Eine veränderte Arbeitskräftenachfrage resultiert voraussichtlich aus den getätigten Investitionen im öffentlichen

Sektor. Zusätzlich ist in Katastrophensituationen oft die Bereitschaft von freiwilligen Helferinnen und -helfern erforderlich, etwa das Technische Hilfswerk und die Feuerwehren.

» *Es geht nicht nur darum Städte klimaangepasst zu planen in einem Stadtplanungsamt. Zum Beispiel auch das Thema Gesundheit und Soziales, bspw. wenn es um Kindergärten oder Schulhöfe geht, spielt ebenfalls eine Rolle in der KWA. Alles steht mit dem Klimawandel in Verbindung, es ist ein Querschnittsthema, das in jedes Amt rein muss.*

Alexandra Speidel, Geografin, Universität Freiburg

KWA und KI-Kompetenz

Um Fachkompetenz (Literacy) aufzubauen, geraten sowohl Climate Literacy, aber auch IT-Kompetenz (Recht, Datenschutz) und Management-Kompetenz (Statistik, Projekt- und Wissensmanagement für trans- und interdisziplinäre Teams) in den Blick.

Stand 2023 existiert kein eigenständiger Studiengang für Künstliche Intelligenz im Bereich Klimawandelanpassung (KWA). Jedoch finden sich themen- und fachbezogene Inhalte in zahlreichen Fächern wieder, sodass Studierende bereits während ihrer Ausbildung mit Aspekten der Künstlichen Intelligenz und KI-Szenarien in Berührung kommen können. Perspektivisch ist zu erwarten, dass Studiengänge oder spezialisierte Ausbildungen im Bereich KWA mit KI-Bezug entwickelt werden. Aufgrund der langsamen Entwicklung neuer Studiengänge und Lehrberufe im Bildungssystem lässt sich jedoch schwer abschätzen, wann diese in Deutschland verfügbar sein werden.

Im Rahmen des Projekts zeigte sich, dass für Vorhaben im KWA-Bereich in Städten und Gemeinden eine Vielzahl von Fachbereichen erforderlich ist. Statt Wissenssilos zu pflegen, ergab sich die multidisziplinäre Ergänzung von Wissen und Technologie und man fand zu interdisziplinärer, interaktiver Zusammenarbeit, die sich auszeichnete durch Einbeziehung nichtakademischer

Akteure in den Prozess der Wissensproduktion und das gegenseitige Lernen zwischen Wissenschaftlerinnen und Praktikern.

Auch im Anwendungsfall wird es die Komplexität dieser Projekte mit sich bringen, dass Fachkräfte aus verschiedenen Bereichen zusammenarbeiten müssen, um Aufgabenstellungen zu bewältigen. Daher erscheint es sinnvoller, gezielte Nachschulungen durchzuführen, um die benötigten Kompetenzen zu vermitteln. Hierbei sollten kurze, prägnante Bildungseinheiten angeboten werden, die es den Teilnehmenden ermöglichen, spezifisches Wissen und Fähigkeiten in kurzer Zeit zu erwerben.

» *Gebäude, die nicht ausreichend an diese neuen klimatischen Herausforderungen angepasst sind, können zu Hitzefallen werden und vor allem für vulnerable Gruppen eine gesundheitliche Belastung darstellen. Durch den Einsatz innovativer Baumaterialien, intelligenter Gebäudetechnik und durchdachter Raumplanung können Hitzeschutzmaßnahmen, verbesserte Belüftungssysteme und wirksame Regenwassermanagement-Systeme integriert werden. Dies wiederum trägt dazu bei, die Gesundheit der Bewohner:innen zu schützen.*

Florian Bernardt, Dr. Marc Ingo Wolter Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung, Osnabrück Dr. Friederike Rausch-Berhie Bundesinstitut für Berufsbildung, Bonn¹⁷

Für die Bearbeitung der Fragestellungen des Projektes I4C war eine zumindest „schwache“ Transdisziplinarität notwendig - zum Beispiel, um die technische Entwicklung den Bedarfen der potentiellen Praxisanwendungen anzupassen oder um herauszufinden und rechtzeitig zu bedenken, an welchen Stellen aktuelle gesetzliche Vorgaben einer Anwendung entgegen stehen könnten. Für die

Praxis bedeutet das, dass „transdisciplinary communities of practice“ gebildet werden können.

Transdisziplinäre Communities of Practice werden von heterogenen Mitgliedern mit unterschiedlichen Erfahrungen und Kenntnissen aus verschiedenen Disziplinen, Institutionen und ggf. auch gesellschaftlichen Bereichen gebildet. Ihre Mitglieder sollten idealerweise kontinuierlich prüfen, ob bestimmte Maßnahmen und Ansätze funktionieren oder nicht. Damit ist es möglich, künftige Maßnahmen anzuleiten (Single-Loop-Learning), eine Vielzahl von Teilnehmern mit unterschiedlichen Wissensbeständen einzuschließen und zudem Möglichkeiten zur Reflexion über unterschiedliche theoretische und methodische Perspektiven, Hintergründe und Weltanschauungen anzubieten (Double Loop Learning). Der Schwerpunkt liegt auf Lernprozessen, die die Akteure in die Lage versetzen, sich auf neue (Nachhaltigkeits-) Herausforderungen einzustellen, auch in Krisenzeiten.

Fachkräfteengpässe

Gibt es überhaupt ausreichend Personal für die Um-

setzung solcher Konzepte? Aufgrund des Mehrbedarfs an Fachkräften und der veränderten Kompetenzanforderungen im Klimawandelgeschehen ist insgesamt mit ansteigenden Arbeitskräftebedarfen zu rechnen. Die in einem Teilforschungsbericht des Bundesumweltamtes 2024 vorgestellten Modellrechnungen „sollen helfen, jene Berufe zu identifizieren, bei denen Anpassungsmaßnahmen einerseits zu einem Mehrbedarf an Fachkräften führen und bei denen zudem davon ausgegangen werden kann, dass in den Berufen auch veränderte Kompetenzanforderungen vorliegen“¹⁸

Demnach ist 2040 für insgesamt 7 der 21 relevantesten Berufsgruppen im Klimaanpassungsszenario mit einem Fachkräfteengpass zu rechnen. Dazu zählen die Bereiche „Bau- und Ausbaugewerbe“ sowie Medizinische und nicht-medizinische Gesundheitsberufe“. Umweltschutztechnik, Bauplanung und Bauüberwachung sowie Büro und Sekretariat werden 2040 laut dieser Studie im Referenzszenario deutlich steigende Erwerbstätigenzahlen haben. (vgl. Bernhardt et.al, S. 22).

Die prognostizierte Veränderung der Erwerbstätigenzahlen lassen schlussfolgern, dass auch Weiterbildung für besonders anpassungsrelevante Berufsgruppen als Teil des Klimaanpassungsszenarios erforderlich sind. Es wird daher ein steigender Aufwand für Weiterbildung in jenen Branchen angenommen, die unmittelbar oder mittelbar von Klimaanpassungen betroffen sind. Das vorgestellte Szenario umfasst lediglich erste niedrigschwellige Schritte zur Verbesserung der Klimaresilienz im Rahmen der Wirkungs- und Risikoanalyse.

Laut Bernhardt et. Al. (2024) variiert der konkrete Bedarf an der Vermittlung neuer, für die Umsetzung von Maßnahmen erforderlicher Kompetenzen. Der Vorschlag, bei der Neuordnung von Ausbildungen, aber auch bei der Nachqualifizierung durch Fort- und Weiterbildung anzusetzen, ist in seinen Augen dringlich. Akteure in Politik und Praxis benötigen eine Wissensgrundlage, die ihnen ermöglicht, frühzeitig dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken. „Durch Zusatzqualifikationen und überbetriebliche Ausbildung (ÜBA) besteht die Möglichkeit, neue Anforderungen aufzugreifen und noch vor der

flächendeckenden Umsetzung im Rahmen eines NOV in die Ausbildung zu integrieren. Wenn dies (noch) nicht der Fall ist, werden die im weiteren Verlauf an Relevanz gewinnenden Anforderungen erst in der nachfolgenden Modernisierung der Ausbildungsordnung aufgegriffen.“ (Bernhardt et.al. 2024, S. 58-59)

Hierzu wird innerhalb der Publikation ein zweiter Bericht gefordert und zugleich angekündigt.

Beispielansatz für die Einbindung von KI-Kompetenzen in der beruflichen Bildung

Ein positives Beispiel, wie dem Fachkräfte- bzw. Kompetenzmangel entgegengewirkt wird, soll hier kurz erwähnt werden: Projekt „KI B³ - Künstliche Intelligenz in die Berufliche Bildung bringen“¹⁹ zielt darauf ab, KI-Technologien in die berufliche Bildung zu integrieren. Es soll Auszubildende und Lehrkräfte dabei unterstützen, KI-Kompetenzen zu erwerben und anzuwenden. Durch praxisnahe Lernmodule und Schulungen wird das Verständnis für KI gefördert und die Einsatzmöglichkeiten in verschiedenen Berufsfeldern aufgezeigt. Das Projekt

trägt dazu bei, die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft zu stärken und die berufliche Bildung zukunftsorientiert zu gestalten. Hierfür wurden folgende Elemente erarbeitet:

- Lernmodule: Entwicklung praxisnaher Lernmodule, die das Verständnis und die Anwendung von Künstlicher Intelligenz in verschiedenen Berufsfeldern vermitteln.
- Schulungen: Durchführung von Schulungen für Auszubildende und Lehrkräfte zur Vermittlung von KI-Kompetenzen.
- Lehrmaterialien: Erstellung von Lehrmaterialien, die den Einsatz von KI-Technologien im beruflichen Kontext veranschaulichen.
- Pilotprojekte: Umsetzung von Pilotprojekten, in denen der Einsatz von KI in der beruflichen Bildung getestet und weiterentwickelt wird.
- Netzworkebildung: Aufbau eines Netzwerks von Bildungseinrichtungen, Unternehmen und Forschungseinrichtungen zur Förderung des Austauschs und der Zusammenarbeit im Bereich KI und berufliche Bildung.

Diese Maßnahmen sollen dazu beitragen, die berufliche Bildung an die Anforderungen der digitalen Transformation anzupassen und die Fachkräfte von morgen auf die Herausforderungen der KI vorzubereiten.

Der Fokus im Projekt „KI B³“ wurde auf den Ausbildungsweg der Berufsausbildungen gelegt.

03. BILDUNGSBEDARFSANALYSE UND BILDUNGSKONZEPT

Künstliche Intelligenz (KI) hält Einzug in immer mehr Berufe und fordert neue Qualifikationen und Kompetenzen. Schule und Berufsbildung haben grundsätzlich die Aufgabe, KI aktiv im Unterricht aufzunehmen und Kompetenzen zu schulen, also zu lehren, wie die Technik und die Algorithmen funktionieren und zu lernen welche Chancen aber auch Risiken damit verbunden sind. Gleichzeitig sind auch ältere, aktuell bereits berufstätige Fachkräfte ihren Anforderungen und Wünschen entsprechend fortzubilden. Folgende Schritte können hierbei vor Beginn im Projektdesign einer Stadt oder

Kommune von Projektverantwortlichen unternommen oder angestoßen werden:

- In Gesprächen und mit Sammlung auf allen Ebenen die benötigten Qualifikationen innerhalb der Akteure zusammentragen.
- Personal- und Fachabteilungen erstellen Anforderungsprofile (alle beruflichen und persönlichen Qualifikationen um eine bestimmte Tätigkeit durchführen zu können), darin sind formale, fachliche und soziale Anforderungen enthalten (Muss-, Soll- und Wunsch-Kriterien).
- Ist-Zustand: Bestehende Qualifikationen der Akteure und ihrer Rollen untersuchen und Fähigkeitsprofile erstellen.
- Betrachtungshorizonte – um einen Fort- oder Weiterbildungsbedarf (objektive Seite) und das Fort- oder Weiterbildungsbedürfnis (subjektive Entwicklungsthemen) im Kontext des jeweiligen Vorhabens zu ermitteln – sind:
 1. Aktuelle fehlende Kompetenzen und

Qualifikationen, die bereits jetzt die Umsetzung behindern oder zu qualitativen oder zeitlichen Defiziten führen, sammeln und beschreiben.

2. Zukünftiger Bildungsbedarf: im Rahmen der Planung und Analyse der Personalentwicklung erkennen; spezifische Maßnahmen skizzieren.
3. Strategischer Bildungsbedarf: Um Innovationsfähigkeit und Weiterentwicklung des Feldes anzuzielen im Sinne einer langfristigen Investition.
4. Ist-Soll-Abgleich, in den auch subjektive Bedürfnisse einfließen.
5. Maßnahmen und geeignete Formate festlegen

04. LITERACY

KI-Literacy

Die im Rahmen der Anwendung des „I4C-Tools“ erforderlichen und konkreten Klimaanpassungskompetenzen für relevante Berufe spezifisch und konkret zu identifizieren, ist allerdings noch eine offene Forschungsfrage. Mit welchem Wissensstand und Überblick kommen die betroffenen Fachkräfte in das Projekt, sind des jüngere oder ältere?

Der Mangel an Trainern und KI-informierten Lehrkräften in der beruflichen Bildung ist eklatant.

Der Wunsch, KI-Kompetenz in die zugehörigen Berufe einzubringen, ist vielfach vorhanden. Es wachsen aber auf dem Markt auch sehr viele Lösungsansätze, vor allem in Form von OER-Angeboten und e-learning Einheiten. Die IHK als zuständige Stelle nimmt für die Fortbildungsprüfungen eine hoheitliche Funktion wahr. Gleichzeitig existieren Projekte wie das INNOVET KI3, die schnellere

Lösungen vorbereiten, die erforderlichen Schritte erproben und neue Lösungsoptionen adressieren. Man nutzt als vorhandene Online-Lernangebote open educational resources (OER) von Hochschulen. Wenn eine IHK das OER-Angebot in ihr Angebot übernimmt, könnten das alle anderen auch tun; es muss dann nicht jeder Kammerbezirk seine Rechtsverordnungen und Rechtsvorschriften (Prüfungsordnungen, Fortbildungsordnungen) erlassen.

Das Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS und die Google Zukunftswerkstatt bieten gemeinsam für Auszubildende, Lehrkräfte und Ausbilder*innen aller Berufszweige e-Learnings an.

» *Es dauert tatsächlich lange, um auch die schulischen Inhalte von Ausbildungsberufen zu verändern. Bei dem Projekt KI³ ist das so gelöst, dass es über eine Zusatzqualifikation in die Ausbildungsberufe reingebracht wird. Das ist grundsätzlich für alle Ausbildungsberufe geeignet. Und Zusatzqualifikationen heißt, da werden*

Kompetenzen außerhalb des normalen Schulstoffs vermittelt für die Schülerinnen und Schüler, die entweder vorgeschlagen werden oder sich selbst anmelden können. Um so etwas auf der formalen Ebene in Gang zu bringen, bräuchte das Jahre.

Dr. Ilka BackmeisterCollacott, INNOVET Projekt KI3, IHK Reutlingen

Climate Literacy

Climate Literacy (Klimakompetenz) bezeichnet das Verständnis grundlegender Konzepte des Klimawandels und der Klimawissenschaften. Dazu gehört das Wissen über die Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels, wie zum Beispiel die Rolle von Treibhausgasen und die Bedeutung der globalen Temperaturerhöhung. Klimakompetenz beinhaltet auch die Fähigkeit, wissenschaftliche Daten zu interpretieren und fundierte Entscheidungen zu treffen, die zur Minderung des Klimawandels beitragen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist das Bewusstsein für die Rolle menschlicher Aktivitäten bei der Veränderung des Klimas und die Bereitschaft, nachhaltige Praktiken zu fördern.

Darüber hinaus umfasst Klimakompetenz die Fähigkeit, Risiken und Chancen im Zusammenhang mit dem Klimawandel zu erkennen und entsprechend zu handeln. Ziel ist es, Individuen und Gemeinschaften zu befähigen, aktiv zur Lösung der Klimakrise beizutragen. Im Zusammenhang mit der Umsetzung von Klimaanpassungsprojekten wird Climate Literacy dort relevant, wo die Bürgerschaft und ihre vielen Communities einzubeziehen sind, um überhaupt erfolgreich sein zu können.

» *Der Klimawandel in 20 Worten:
Er ist real.
Wir sind die Ursache.
Er ist gefährlich.
Die Fachleute sind sich einig.
Wir können noch etwas tun.*

Deutsches Klima-Konsortium, klimafakten.de, 2021

Climate Literacy ist für jede und jeden relevant, weil der Klimawandel alle Aspekte unseres Lebens beeinflusst, un-

abhängig von Beruf oder sozialem Status. Diese Aspekte sind unter anderem:

1. **Persönliche Entscheidungen:** Alltagsentscheidungen beeinflussen den persönlichen CO²-Fußabdruck, sei es durch Transportmittelwahl, Energieverbrauch oder Ernährung.
2. **Berufliche Verantwortung:** Verschiedene Berufe haben direkten Einfluss auf den Klimaschutz, von Ingenieuren über Bürgermeister bis hin zu Stahlbauern oder Köchen.
3. **Wirtschaftliche Auswirkungen:** Der Klimawandel beeinflusst die Wirtschaft in allen Branchen, und Klimakompetenz hilft, Risiken zu bewerten und Chancen zu nutzen.
4. **Gesundheit:** Ein besseres Verständnis des Klimawandels kann zu gesünderen Lebensstilen führen (Fleischkonsum, Mobilität, Werte).
5. **Gesellschaftliche Verantwortung:** Klimakompetenz fördert das Bewusstsein für globale Verantwortung und Solidarität mit den am stärksten Betroffenen.
6. **Bildung und Aufklärung:** Jeder kann eine Rolle bei

der Aufklärung und Bildung anderer über Klimaschutz spielen oder übernehmen.

7. **Politische Einflussnahme:** Informierte Bürger können aktiv an politischen Prozessen teilnehmen und Klimaschutzmaßnahmen unterstützen.
8. **Nachhaltige Innovation:** Klimakompetenz fördert die Entwicklung und Nutzung nachhaltiger Technologien und Praktiken.
9. **Kulturelle Veränderungen:** Ein besseres Verständnis des Klimawandels kann zu kulturellen Veränderungen führen, die nachhaltige Lebensweisen fördern.
10. **Zukunftssicherung:** Klimakompetenz ist entscheidend für die Sicherstellung einer lebenswerten Zukunft für kommende Generationen.

Seit 1999 führen das Institut für Fortbildung und Projektmanagement (ifpro) und der fesa e. V. den halbjährig stattfindenden, berufsbegleitenden Kurs „Kommunales Energie- und Klimaschutzmanagement“ durch, um Menschen die entscheidenden Qualifikationen und Handlungskompetenzen im Kurs „Klimaschutz- und

Energiemanagement“ an die Hand zu geben. Hierbei können die Kommunen eine wichtige Vorreiterrolle einnehmen!“²⁰

Ab Ende des Jahres 2024 wird das Institut die Fortbildung „Kommunales Klimaanpassungsmanagement“²¹ durchführen. Der Kurs vermittelt umfassendes Grundlagen- und Vertiefungswissen zur kommunalen Klimaanpassung und der zielorientierten Umsetzung. Verwaltungsmitarbeitende und weitere Akteure im Bereich Klimaanpassung erlangen praxisnahes Fachwissen. Sie können dann das jeweilige Vorgehen vorbereiten, Klimarisiken erkennen, Ziele und Maßnahmen formulieren und umsetzen sowie Anpassung beobachten und bewerten.

V | EMPFEHLUNGEN FÜR DIE PRODUKTENTWICKLUNG

V | EMPFEHLUNGEN FÜR DIE PRODUKTENTWICKLUNG

01. RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DEN PRODUKT-EINSATZ

Für den konkreten Einsatz eines Produktes im städtischen Raum ist nach Abklärung der Rechtssicherheit durch Einhalten der AI-Act Rahmenbedingungen und der Ethiksicherheit der Weg frei in die praktische Umsetzung. Hier wirken Dienstleister bzw. Unternehmen zusammen mit der jeweiligen Stadtverwaltung vor dem Hintergrund der in den Checklisten eruierten und möglichst geklärten Fakten.

02. VORSCHLÄGE FÜR ANGEBOTS-MODELLE FÜR DEN EINSATZ EINES KI-GESTÜTZTEN KWA-PRODUKTS

Zielgruppe für diesen Teil der Handreichung: Produktentwicklerinnen und -entwickler (Dienstleistung), Ausgründerinnen und Ausgründer.

Im Folgenden werden drei verschiedene Vorschläge für Angebotsmodelle für den Einsatz eines KI-gestützten KWA-Produkts oder -Software vorgestellt. Die Zielgruppe sind an dieser Stelle primär Produktentwicklerinnen und -entwickler oder Ausgründerinnen und Ausgründer, die basierend auf den Ergebnissen des I4C Projekts die Erkenntnisse und erarbeiteten KWA-Modelle in ein Demonstrator-Projekt oder in den Markt überführen wollen. Die drei vorgestellten Modelle sollen dabei als Einstiegshilfe dienen, um ein passendes Angebotsmodell für die erfolgreiche Markteinführung des KI-gestützten Produkts auszuwählen.

Ein innovatives Angebotsmodell für ein KI-basiertes Produkt zur Klimawandelanpassung von Städten setzt auf die enge Zusammenarbeit mit Experten und bietet umfassende Unterstützung durch spezialisierte Workshops. Das Produkt analysiert umfangreiche Daten und

liefert maßgeschneiderte Empfehlungen für nachhaltige Stadtentwicklung, die jedoch durch die Expertise von Fachleuten ergänzt und validiert werden müssen. Im Projektverlauf kristallisierte sich heraus, dass zusätzlich zu technischen Schulungen Workshops zur rechtssicheren Nutzung des Produkts, die sich mit den Anforderungen des AI Acts und den damit verbundenen gesetzlichen Rahmenbedingungen auseinandersetzen, unabdingbar sind. Ein weiteres Augenmerk liegt auf sozialen und ethischen Fragestellungen, um sicherzustellen, dass die Implementierung der KI-Lösungen im Einklang mit gesellschaftlichen Werten und ethischen Standards erfolgt. Auf diese Weise kann eine ganzheitliche Herangehensweise sichergestellt werden, die Städte dabei unterstützt, sich effektiv und verantwortungsvoll an den Klimawandel anzupassen.

» *Das I4C-Tool kann zur Bewusstseinssteigerung beitragen in den (städtischen) Fachabteilungen das Wissen und Bewusstsein zu erhöhen. Genauso das Thema Klimawandel/Meteorologische Dynamiken. Wenn man versucht die Qualität des Outputs des Tools zu verstehen, hilft es, etwas mehr Wissen über das Tool zu haben und zu erahnen, wie verlässlich die Ergebnisse überhaupt sind und wie man sie einsetzen kann.*

Alexandra Speidel, Geografin, Universität Freiburg

Basierend auf den Beobachtungen im Projektverlauf und den qualitativen Interviews, die mit den Stakeholdern des Projekts geführt wurden, konnten drei mögliche Angebotsmodelle abgeleitet werden, die unterschiedliche Schwerpunkte setzen. Die drei Modelle bieten eine Basis für die Auswahl eines Angebotsmodells, je nachdem mit welcher Gesellschafts- oder Unternehmensform das Produkt angeboten werden soll. Die drei Modelle können den daraus resultierenden spezifischen Bedürfnissen angepasst werden und sind als ein Ausgangspunkt für eine Überführung in eine Angebotsform zu sehen.

	ANGEBOTSMODELL 1 FULL-SERVICE-BERATUNG	ANGEBOTSMODELL 2 MODULARES BERATUNGSSYSTEM	ANGEBOTSMODELL 3 SAAS-PLATTFORM MIT BERATUNGSOPTION	
1. BEGLEITUNG DURCH EIN EXPERTENTEAM (KERNPAKET)	Ein multidisziplinäres Team aus Projektmanager:innen, Klimaforscher:innenn, Simulations-/KI-Expert:innen, Rechtsexpert:innen und Sozial-/Ethikexpert:innen begleitet die Städte durch den gesamten Anpassungsprozess (weitere mögliche Fachbereiche: Meteorologie, AI Act, Datenschutz, ...).	Ein multidisziplinäres Team aus verschiedenen Expert:innen wird je nach Bedarf und Projektphase hinzugezogen. Vor Projektbeginn gibt es ein verpflichtendes Beratungs- und Analysemodul zur Projektspezifikation. Danach folgt ein Kickoff-Modul zum Projektstart und eine verpflichtende Schulung zur Tool-Bedienung. Die weiteren Module während des Projekts richten sich nach den gebuchten Modulen. Zum Projektabschluss ist das „Solution & Retrospective Module“ verpflichtend.	Das SaaS-Angebotsmodell unterstützt Städte bei der Klimawandelanpassung durch eine Plattform mit Datenanalyse, Risikobewertung und Anpassungsstrategien. Es bietet zusätzlich Beratungen durch Experten für die Implementierung. Experten unterstützen die Städte bei der Implementierung der vorgeschlagenen Maßnahmen durch Workshops, technische Unterstützung und kontinuierliches Monitoring. Städte zahlen monatliche oder jährliche, gestaffelte Gebühren basierend auf Größe und genutzten Dienstleistungen. Der wissenschaftliche Ansatz sichert die Genauigkeit der Daten.	Experten stehen für spezielle Beratungen und Fragen zur Verfügung, die über das SaaS kontaktiert werden können.

	ANGEBOTSMODELL 1 <small>FULL-SERVICE-BERATUNG</small>	ANGEBOTSMODELL 2 <small>MODULARES BERATUNGSSYSTEM</small>	ANGEBOTSMODELL 3 <small>SAAS-PLATTFORM MIT BERATUNGSOPTION</small>	
2. DURCHFÜHRUNG VON MEETINGS UND WORKSHOPS FÜR STAKEHOLDER (KERNPAKET)	<ul style="list-style-type: none"> • Begleitveranstaltungen vom Kickoff bis zum Abschluss mit Retrospektive; teilweise in Präsenz, teilweise über Online-Meetings. • Workshops zu den Themen: Begrifflichkeiten im Rahmen von Klimawandelanpassungs-Tools, Funktionsweise des Tools, Einführung in den Projekt-ablauf, Datenmanagement und -generierung, ... • Workshops zur Sensibilisierung und Schulung der Stakeholder in den Bereichen Recht, Ethik und Soziales. 	<p>Workshops auf Abruf, individuell anpassbar je nach Thema. Zum Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Workshops zu den Themen: Begrifflichkeiten im Rahmen von Klimawandelanpassungs-Tools, Funktionsweise des Tools, Einführung in den Projekt-ablauf, Datenmanagement und -generierung, ... • Workshops zur Sensibilisierung und Schulung der Stakeholder in den Bereichen Recht, Ethik und Soziales. 	<p>Online-Workshops und Schulungen über die Plattform.</p>	<p>Die Zielgruppe dieses Angebotsmodells umfasst Stadtverwaltungen, Planungsbehörden und Ingenieurbüros. Diese profitieren von präzisen Vorhersagen und individuell angepassten Lösungsvorschlägen, die auf historischen Klimadaten, aktuellen Wettertrends und spezifischen städtischen Informationen basieren. Dies ermöglicht es den Städten, proaktive Maßnahmen zu ergreifen und ihre Infrastruktur entsprechend anzupassen.</p>

	ANGEBOTSMODELL 1 FULL-SERVICE-BERATUNG	ANGEBOTSMODELL 2 MODULARES BERATUNGSSYSTEM	ANGEBOTSMODELL 3 SAAS-PLATTFORM MIT BERATUNGSOPTION	
<p>3. SUPPORTANGEBOTE (ZUSÄTZLICH ZUR FULL-SERVICE-BERATUNG (=KERNPAKET) BUCHBAR - INDIVIDUALISIERT AUF DAS KUNDENZENARIO)</p>	<p>Möglich wären z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rund-um-die-Uhr-Support über Hotlines und E-Mail. • Übernahme von Datenerhebungen, Datenaufbereitung, Datenmanagement, Datenübertragung in andere Systeme • Unterstützung bei Bürgerbeteiligungskonzepten 	<p>Basis-Support (z.B. per E-Mail oder anderer Kommunikationssoftware), erweiterter Support gegen Aufpreis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Integrierter Chat-Support und umfassende FAQ-Datenbank. • Integrierte Beratungstools und Zugang zu Experten in verschiedenen Fachbereichen. 	<p>Diese Dienstleistungen stellen sicher, dass die Städte optimal auf die Herausforderungen des Klimawandels vorbereitet sind. Das KI-Tool trägt nicht nur zur Anpassung an den Klimawandel bei, sondern fördert auch eine nachhaltige Stadtentwicklung. Durch die Reduzierung von Klimarisiken und die Optimierung von Ressourcen wird die Schaffung lebenswerter und resilienterer Städte unterstützt.</p>

	ANGEBOTSMODELL 1 FULL-SERVICE-BERATUNG	ANGEBOTSMODELL 2 MODULARES BERATUNGSSYSTEM	ANGEBOTSMODELL 3 SAAS-PLATTFORM MIT BERATUNGSOPTION
4. BETREIBERMODELL	<p>Die Stadt/Gemeinde beauftragt das Unternehmen/Fraunhofer-Gesellschaft/ Universität Freiburg als Dienstleister für die gesamte Projektlaufzeit. WICHTIG: Hier gilt es zu prüfen, ob bzw. unter welchen Rahmenbedingungen die Fraunhofer Gesellschaft (oder eine andere Non-Profit Organisation) oder die Universität Freiburg (oder andere Universitäten, Hochschulen, u.ä.) ein solches Modell betreiben dürfen und können. Ansonsten ist eine Verankerung des Tools und des „Full-Service-Beratungs-Angebotsmodells“ in einem Unternehmen oder die Neugründung einer Firma erforderlich.</p>	<p>Die Stadt kauft verpflichtende Module und Beratungsmodule bzw. (technische) Supportmodule nach Bedarf.</p> <p>WICHTIG: Hier gilt es zu prüfen, ob bzw. unter welchen Rahmenbedingungen die Fraunhofer Gesellschaft (oder eine andere Non-Profit Organisation) oder die Universität Freiburg (oder andere Universitäten, Hochschulen, u.ä.) ein solches Modell betreiben dürfen und können. Ansonsten ist eine Verankerung des Tools und des „Full-Service-Beratungs-Angebotsmodells“ in einem Unternehmen oder die Neugründung einer Firma erforderlich.</p>	<p>Ein SaaS-Modell (Software as a Service) mit optionalen Beratungsdiensten bietet Software über das Internet mit anpassbaren Beratungsleistungen. Es umfasst zentrale Softwarebereitstellung, abonnementbasierte Nutzung, Skalierbarkeit und Anbieter-geführte Updates. Kunden profitieren von einer flexiblen, skalierbaren Lösung mit maßgeschneiderten Beratungen. Dieses Modell bietet den Vorteil, dass Kunden eine flexible und skalierbare Softwarelösung erhalten, die durch maßgeschneiderte Beratungsdienste ergänzt wird. Wichtig ist zu prüfen, ob Organisationen wie die Fraunhofer Gesellschaft oder die Universität Freiburg ein solches Modell betreiben können. Andernfalls wäre die Verankerung des Tools in einem Unternehmen oder eine Firmengründung nötig.</p>

	ANGEBOTSMODELL 1 FULL-SERVICE-BERATUNG	ANGEBOTSMODELL 2 MODULARES BERATUNGSSYSTEM	ANGEBOTSMODELL 3 SAAS-PLATTFORM MIT BERATUNGSOPTION
5. MARKETINGOPTIONEN	<ul style="list-style-type: none"> • Öffentlichkeitsarbeit durch Fallstudien • Erfolgsgeschichten und Fachartikel • Berichte über Leuchtturmprojekte in den Sozialen Medien • Interviews (Podcasts) mit beteiligten aus gelaufenen Projekten/Gemeinden/Städten 	<ul style="list-style-type: none"> • (Info-)Webinare • Online-Kampagnen • Präsenz auf Fachmessen • Erfolgsgeschichten und Fachartikel • Interviews (Podcasts) mit beteiligten aus gelaufenen Projekten/Gemeinden/Städten 	<ul style="list-style-type: none"> • Online-Marketing • Social Media • Partnerschaften mit Umweltorganisationen • Präsenz auf Fachmessen
6. PREISMODELL	<ul style="list-style-type: none"> • Festpreis • Monatliche Pauschale über die gesamte Laufzeit • Bezahlung entlang der Projekt-Arbeitspakete 	Pay-per-Use-Modell für einzelne Module/Pakete.	Abonnementmodell mit verschiedenen Preisstufen je nach Leistungsumfang.

	ANGEBOTSMODELL 1 FULL-SERVICE-BERATUNG	ANGEBOTSMODELL 2 MODULARES BERATUNGSSYSTEM	ANGEBOTSMODELL 3 SAAS-PLATTFORM MIT BERATUNGSOPTION
7. BUCHBARE, KLEINE PAKETE	<ul style="list-style-type: none"> • Paket 1 (Kernangebot): Erste Analyse und Planung. • Paket 2 (Kernangebot): Implementierung inkl. Schulungen/Workshops. • Paket 3 (Kernangebot): Ergebnissicherung, Auswertung, Zusammenstellung der Empfehlungen • Paket 4 (optional): Begleitung und Beratung bei der Umsetzung der identifizierten Empfehlungen und ggfs. Anpassung und Neuberechnung der Szenarien. • Paket 5 (optional): Supportleistungen (siehe 3). 	<ul style="list-style-type: none"> • Paket P: Pflichtmodule (u.a. Grundlagen-schulung/Anwendungsschulung) • Paket V/W: Vertiefungsseminare/-workshops • Paket I: Implementierungsbegleitung 	<ul style="list-style-type: none"> • Paket 1: Basis-Analyse-Tool. • Paket 2: Erweiterte Datenanalyse und Berichterstellung. • Paket 3: Individuelle Beratungsstunden.

	ANGEBOTSMODELL 1 FULL-SERVICE-BERATUNG	ANGEBOTSMODELL 2 MODULARES BERATUNGSSYSTEM	ANGEBOTSMODELL 3 SAAS-PLATTFORM MIT BERATUNGSOPTION
8. UNTERSTÜTZUNG BEI DER AKQUIRIERUNG VON FÖRDERMITTELN	Hilfe bei der Erstellung von Förderanträgen und Vernetzung mit Fördergebern.	Entweder: Buchbares Modul zur Beratung bei der Fördermittelakquise als separates Modul. Oder: Teil der verpflichtend zu buchenden Module (Paket P)	

VI | INTERDISZIPLINÄRE KONZEPTE UND KOMMUNIKATION

VI ■ INTERDISZIPLINÄRE KONZEPTE UND KOMMUNIKATION

Es gilt, sowohl der Komplexität des Klimasystems als auch der Komplexität der gesellschaftlichen Handlungsfelder gerecht zu werden. Die aktive Einbindung von relevanten Akteuren aus Politik, Verwaltung und Gesellschaft ist unabdingbar. In diesem Zusammenhang gewinnt Transdisziplinarität als Forschungsmodus und Kommunikationsaufgabe immer mehr an Bedeutung.²²

In der Gestaltung inter- und transdisziplinärer Forschung für Klimawandelanpassung²³ müssen alle Beteiligten mit Nicht-Wissen umgehen; dies gilt für die Forschungsphase, aber auch für die Applikationsphase. Wir empfehlen auch in der transdisziplinären Projektarbeit sehr bewusst die Frage zu stellen, was in welcher Zielgruppe über die Themen und Methoden des Vorhabens unbekannt ist, was im Hinblick auf die verwendete Technologie und die Modelle unbekannt ist und warum.²⁴

Die Aufgabe der internen Kommunikation ist es dann im Wesentlichen, die Gestaltung von Prozessen des Wissensaufbaus, der Konsensbildung und Integration anzuregen und zu begleiten. Dies hat sowohl eine kognitive als auch eine soziale Dimension:

In der **kognitiven Dimension** geht es um die Frage, wie theoretische Ansätze, Methoden, Erkenntnisse, Qualitätskriterien etc. zu einem „neuen Ganzen“ zusammengefügt werden können und worin dieses neue Ganze besteht.

In der **sozialen Dimension** geht es um die Frage, wie die Kommunikation und Interaktion zwischen den Beteiligten so gestaltet werden kann, dass sie ihre jeweilige Expertise fruchtbar und kreativ in den Prozess der Konsensbildung und Integration einbringen können

Bei der **Inhaltsdimension** kann der individuelle und

kollektive Wissensaufbau gemanagt und der Bedarf an Bildungstransfer hinterfragt und antizipiert werden.

In der **Prozess-Dimension** ist es sinnvoll, metakognitive und sozio-kommunikative Methoden einzubringen:

- Perspektivenwechsel schaffen
- Standpunkte erweitern und integrieren
- Neue Beziehungen stärken
- Auf Transfer neugierig machen

Neugierde wird durch den Dialog zwischen den Disziplinen gefördert, sie beinhaltet auch die Wertschätzung für Fachwissen als Basis für Ideen.

Bei allen Aktivitäten der Erforschung und Umsetzung in einem solchen Projekt geht es nicht nur um technische und politische Lösungen, sondern zusätzlich auch

um die geteilten Überzeugungen und Werte, die einer (Stadt-)Gesellschaft helfen, sich ggf. auch auf persönliche Kosten für größere Ziele einzusetzen.

» *Wir wissen, dass die Temperaturerhöhungen regional total unterschiedlich sind. Im Oberrheingraben haben wir die vielzitierte Zwei-Grad Marke im Freiburger Stadtgebiet mehr oder weniger schon gerissen. Diese Betroffenheit zeigt sich in erster Linie in der Stadtplanung, das ist eines der wichtigsten Themen für die Stadtverwaltung, aber beileibe nicht die Einzige.*²⁵

Verena Hilgers, Klimawandelanpassungsmanagerin Freiburg (Podiumsdiskussion „Städte im Hitzestress“)

Dialogforen ermöglichen solchen Erfahrungsaustausch. Sie sind ein Weg Kontakte zu knüpfen, sich kennenzulernen und in offener, konstruktiver Diskussion gemeinsam nach Lösungen zu suchen. Vertreterinnen und Vertreter aus Politik und Verwaltung

und Bürgerinnen und Bürger wenden sich zum Beispiel KI-Anwendungen im städtischen Raum und damit gemachten Erfahrungen zu, aber auch Hemmnisse und Verbesserungsbedarf werden angesprochen. Dies erscheint zentral für alle Projekte im Rahmen KWA mit KI. Es muss deutlich werden, was der Vorteil gegenüber bisherigen Ansätzen ist.

» *Gerade der soziale Bereich mit Seniorenstätten macht das schon immer, sommerlichen Hitzeschutz in den Bestand einzubauen, das Thema ist präsent da. Der Umbau des Bestands benötigt natürlich Ressourcen.*²⁶

Verena Hilgers, Klimaanpassungsmanagerin Freiburg (Podiumsdiskussion „Städte im Hitzestress“)

02. STRATEGIE, BÜRGERBETEILIGUNG UND INTERESSENSVERTRETUNG

Zwischen Verpflichtung und Rechtsverbindlichkeit,

Einsicht in die Notwendigkeit der KWA und individuell begründetem Widerstand gegen konkrete Maßnahmen gilt es einen lokal vertretbaren Kurs zu finden. Bei dem im I4C-Projekt abgehaltenen öffentlichkeitsorientierten Events wie der zweitägigen Präsenz von Projektmitgliedern beim MobiLab und der Podiumsdiskussion „Städte im Hitzestress“, aber auch beim Planspiel mit städtischen Mitarbeitenden konnten ganz unterschiedliche Ausprägungen beobachtet werden. Rechnen muss man jedenfalls mit Haltungen, die den Klimawandel leugnen und Menschen, die den Maßnahmen kritisch gegenüberstehen, weil sie eine konkrete Veränderung der Klimawandelauswirkungen bzw. eine Anpassung für finanziell, administrativ oder zeitlich nicht möglich halten oder weil sie grundsätzliche Vorbehalte gegenüber KI-basierten Maßnahmen haben.

» *Die Bundesregierung hat im Juli 2023 ein Klimaanpassungs-Gesetz KAnG verabschiedet. Darüber werden letztlich Kommunen verpflichtet, Klimaanpassungskonzepte aufzustellen. Freiburg ist einer der Vorreiter, weil es bereits eines hat. Wichtig ist zu wissen, dass diese Konzepte nicht rechtsverbindlich sind.*²⁷

Prof. Dr. Cathrin Zengerling, Uni Freiburg, Professur Transformation zu nachhaltigen Energiesystemen

Sobald die Verpflichtung zur Umsetzung eines KWA-Konzeptes für alle Kommunen da sein wird, können KI-basierte Tools den entscheidenden Vorteil bringen. Was kann auf dem Weg dorthin schon geschehen? Überall, wo Planungsinstrumente, wie die Klimaanpassungskonzepte in einer Stadt oder Kommune zwar kommuniziert, aber da die entsprechenden Bauleitpläne etc. rechtlich (noch) nicht verbindlich sind, wird die Umsetzung noch offene Fragen mit sich bringen. Um hier voranzukommen sind einerseits Ressourcen erforderlich

und andererseits eine starke Interessensvertretung. Die Fähigkeit, effektiv zu kommunizieren, ist das Herzstück einer wirksamen Interessensvertretung, die Grundlage ist die Anpassung der Botschaften an die jeweilige Zielgruppe. Argumente, die Bürgerinnen und Bürger begeistern, kommen in der städtischen Administration vielleicht nicht an und umgekehrt. Eine öffentliche Kampagnenarbeit umfasst etwa die Mobilisierung von Bürgerinnen und Bürgern, um den Informationstand zu vertiefen und Druck auf Entscheidungsträger auszuüben. Petitionen, Demonstrationen oder Mahnwachen, Pressearbeit und soziale Medien sorgen dafür, dass über das Thema berichtet wird. Die ständige Beobachtung der Lage, hilft zu verstehen, wie sich die Aktivitäten der Interessensvertretung auswirken.

Nehmen wir an, die langfristige Vision einer Stadt, die gut oder besser als bisher mit den klimatischen Veränderungen umgehen kann, steht klar vor Augen und ist formuliert: kleine Organisationen wie Bürgervereine, Zusammenschlüsse von Bürgerinnen und Bürgern können

sich auf dieser Basis jederzeit für die Stärkung der Twin Transition und KWA einsetzen, der englische Begriff dafür lautet „advocacy“. Solche Akteure der Bürgerbeteiligung und Interessensvertretungen gehen in Kontakt mit politischen Entscheidungsträgern, aber auch mit kommunalen oder technologischen und wissenschaftlichen Akteuren. Die Praktiken des „gemeinsamen Gehens in einer Welt der vielen Welten“²⁸, erkennen gemeinsame Interessen an, die jedoch nicht dieselben Interessen sind.

Ein strategischer Rahmen regt dann dazu an, über zielführende Taktiken und sinnvolle Zwischenergebnisse nachzudenken. So können Handlungsbeispiele entwickelt werden, die mit den entsprechenden Strategien angegangen werden und deren Wirkungen analysiert werden können.

Grundsätzlich können einerseits die Zielgruppen und andererseits die Wirkungen zueinander in Bezug gesetzt werden, wie es dieses Schaubild veranschaulicht. Der

nachstehende Rahmen kann zur Veranschaulichung jeder Interessensvertretungs-Strategie verwendet bzw. angepasst werden. Die beiden Hauptdimensionen einer solchen Strategie sind die Zielgruppen (x-Achse) und die angestrebten Wirkungen (y-Achse) bei diesen Zielgruppen.

WIRKUNG	Umsetzung	Konkrete Mobilisierung der Bevölkerung	Bündnisbildung	Gerichtsverfahren Modell-Gesetzgebung Regulatorische Anforderungen
	"Wille"	Community-Building Öffentlichkeitsarbeit Interessensvertretungs-Strukturen aufbauen	Community-Building Soziale Medienkampagnen Führungspersönlichkeiten entwickeln	Fürsprecher Politische Kampagnen Öffentliche Foren
	Bewusstheit	Bürgerbeteiligung Aufklärungskampagnen Climate-Literacy aufbauen	Umfragen Modellprogramme	Modellprogramme Politikanalyse
		Öffentlichkeit (z. B. Eltern, Senior/inn/en, Berufsgruppen)	Influencer (z. B. IHK, Betriebsräte, politische Eliten)	Entscheider/innen (z. B. Gemeinderäte, Bürgermeister, Administration)
ZIELGRUPPEN				

Abb. 1: Matrix der Interessensvertretungs-Strategien. Das Oval umfasst die gewählte Strategie in einem fiktiven Beispiel. Entwickelt in Anlehnung an: Coffman & Beer (2015)²⁹

Coffman/Beer beschreiben, dass und wie der (öffentliche oder politische) „Wille“ als Phase zwischen dem reinen Problembewusstsein und der Umwandlung in ein Gefühl der Dringlichkeit und Relevanz angesiedelt ist. Die bloße Sensibilisierung für ein Thema oder Problem reicht im Allgemeinen nicht aus, um Gruppen oder Einzelne zur konkreten Umsetzung und zum Handeln zu bewegen.

Der nichtlineare Strategierahmen im Koordinatensystem unterstreicht diese graduelle Sicht. Er ermöglicht den Befürworterinnen und Befürwortern von KWA-Maßnahmen und Ansätzen innerhalb und außerhalb der Administration, spezifischer über die Zielgruppen innerhalb des städtischen Systems nachzudenken: Wer soll sich wie verändern und wie kann man dies erreichen? Gleichzeitig ist zu bedenken, wie sich Gleichgesinnte oder wie sich oppositionelle Interessensvertreterinnen positionieren oder aufstellen könnten.

Die dann jeweils gewählte Strategie kann dann ebenfalls innerhalb des Koordinatensystems markiert werden, wie

hier beispielhaft durch das Oval angedeutet. Wenn das politische Ziel eine handlungsorientierte Strategie erfordert, die sowohl die Öffentlichkeit als auch politische Einflussgruppen mobilisiert, um sich bei städtischen Entscheidungsträgern für das Thema einzusetzen und sie zur Umsetzung zu bewegen, benötigt die Strategie, die dann jeweils gewählte Strategie kann dann ebenfalls innerhalb des Koordinatensystems markiert werden, wie hier beispielhaft durch das Oval angedeutet. Wenn das politische Ziel eine handlungsorientierte Strategie erfordert, die sowohl die Öffentlichkeit als auch politische Einflussgruppen mobilisiert, um sich bei städtischen Entscheidungsträgern für das Thema einzusetzen und sie zur Umsetzung zu bewegen, benötigt die Strategie die Organisation und Mobilisierung von Communities, ggf. auch Koalitionsbildung und andere koordinierte Maßnahmen. In anderen Fällen können sich die verschiedenen Zielgruppen an sehr unterschiedlichen Stellen auf dem Kontinuum der Veränderung befinden.

Dabei ist es zielführend, den Fokus auf die Potenziale und

auch auf die erzielten Zwischenergebnisse zu legen und das Schnittstellenmanagement zu stärken. Es wird für alle Beteiligten erfahrbar, dass es durchaus noch Chancen gibt, Anpassung zu betreiben.

Die Zwischenergebnisse einer Strategie der Interessensvertretung sind ebenfalls im Koordinatensystem abbildbar (siehe Folgeseite).

WIRKUNG	Umsetzung	Öffentliche Stimmen sind mobilisiert	Gemeinsame Vorgehensweisen	Politikveränderung Technische Lösungen
	“Wille”	Mehr Bürgerakzeptanz Kompetenz für Interessensvertretung	Aktive Grenzgänge Starke Bündnisse Mehr mediale Präsenz	Politische Fürsprecher Stärkerer politischer Wille
	Bewusstheit	Veränderte Haltung Mehr Wissen	Veränderte Haltung Mehr Wissen	Veränderte Haltung Mehr Wissen
		Öffentlichkeit (z. B. Eltern, Senior/inn/en, Berufsgruppen)	Influencer (z. B. IHK, Betriebsräte, politische Eliten)	Entscheider/innen (z. B. Gemeinderäte, Bürgermeister, Administration)
ZIELGRUPPEN				

Abb. 2: Zwischenergebnisse der Strategie festhalten (fiktives Beispiel). Entwickelt in Anlehnung an: Coffman & Beer (2015)²⁹

Komplexes Wissen über KWA- und Nachhaltigkeitsforschung verwertbar und für kreative Lösungen verwertbar zu machen, ja sie in Handlungsoptionen zu übersetzen und deren soziale Auswirkungen ab-zuprüfen: das ist die Rolle von transdisziplinären und organisationalen Grenzgängern, den sogenannten Boundary Spanners³⁰. Sie betreiben Schnittstellenmanagement zwischen Stadtplanung und KWA, Europäischem Datenschutzrecht und Ethik, Bürgerakzeptanz und IT. Sie haben als Grenzgänger besondere Einflussmöglichkeiten.

Es braucht Menschen, die nicht nur diese Software entwickeln. Wir haben gute Entwickler und aber auch Menschen, die quasi dieses Bindeglied zur Politik darstellen.

» Für diese Boundary Spanners, die zwischen Entwicklern und der Stadt vermittelt haben, war es wichtig herauszufinden, welche Bedarfe hat die Kommune und wie können wir unser Produkt daran anpassen?

Alexandra Speidel, Universität Freiburg, Geografin

Zielkonflikte, die im politischen Umgang mit der Klimawandelanpassung zu finden sind, entstehen durch konkurrierende und sich widersprechende Ziele. Boundary Spanners können sie argumentativ aufarbeiten und in Richtung von Entscheidungen führen, die dann nicht zwingend nur dem einen Ziel gerecht werden.

» Schlüssel ist es, durch konkrete Information eine eben relativ detaillierte und kleinräumige Argumentationsgrundlage zu schaffen. Oder Szenarien rechnen: mit KI kann man einfach mal willkürlich in irgendwelche Daten reingucken, um durch Annahmen so eine Art Ursache-Wirkungs-Prinzip aufzumachen. Es ein Unterschied, ob wir die Fläche versiegeln oder wenn wir sie in einen Wald verwandeln. Ein bisschen rumspielen...

Nils Riach, Physischer Geograf, Universität Freiburg

VII | AUSBLICK

VII | AUSBLICK

» *In einem ersten Schritt ist es enorm wichtig, Mitarbeitenden Berührungspunkte zu nehmen und sie zu ermutigen, sich aktiv an der Entwicklung von KI-Anwendungen zu beteiligen. Das Thema ist viel zu wichtig, um es nur den Führungsetagen zu überlassen. Nur, wenn es gelingt, die Innovationskraft der Mitarbeitenden von Anfang an in diesem Prozess mit hineinzunehmen, wird diese Transformation optimal funktionieren³¹.*

Dr. Matthias Peissner, Leiter Forschungsbereich Mensch-Technik-Interaktion, Fraunhofer IAO

Wissen in multiperspektivischer Zusammenarbeit zu generieren, erlaubt die Sichtbarkeit der Verflechtung von sozial-ökologischen Systemen. Die lokalen, regionalen, global vernetzten Handlungsrahmen, die Optionen für Steuerungsansätze, die Variationen von Maßstäben und

Skalierungen der Umsetzung, den Einbezug von Zeit und allgemein auch von Wissen und Handlungsfähigkeit sind betroffen.

In allen Ämtern der Beispielstadt Freiburg, so wurde immer wieder betont, sind Climate Literacy und das Thema KWA aufzugreifen.

Ähnliches gilt für alle Disziplinen der Wissenschaft und des Studiums an Universitäten und Hochschulen. Der Klimawandel macht Städte besonders verwundbar, denn sie sind der Lebens- und Arbeitsmittelpunkt für mehr als 70 % der Bevölkerung in Deutschland. Was alles im Bereich Klimaanpassung in Städten und Kommunen kann und muss noch erforscht werden? Als junge Forschende ihre Arbeit im I4C als Geographin, als Juristin oder als Volkswirt in regulären Seminaren den Studierenden ihrer Fächer vorstellten, stießen sie auf Interesse, aber auch

Erstaunen. Sie hätten auch in die Politikwissenschaft, in die Informatik, in die Philosophie, die Architektur oder Erziehungswissenschaft gehen können. Selbst wenn nur wenige Studierende die Impulse aus diesen Präsentationen des Projekts für eigene Forschungsfragen aufgreifen, ist schon viel gewonnen. Forschungsfragen entstehen überhaupt erst durch die Simulation einer klimatischen Zukunft im Stadtgebiet, zwingen dazu zunächst eher fernliegende Fachdisziplinen im Projektverlauf in einzubinden.

Das BMBF unterstützt im Rahmen seiner aktuellen FONA-Strategie³² die KWA Anpassungsforschung durch disziplinenübergreifendes Denken und neue politische Steuerungs- und Regulierungs-Ansätze. Die Stadt- und Regionalplanung und Maßnahmen zur KWA auf allen Ebenen führen zu einer breiten Streuung von potentiellen Forschungsfragen. Die Verbesserung von Daten-

erhebungen, Informationen, Berechnungs-Modellen und digitalen Werkzeugen, die Erforschung von vulnerablen Gruppen in Städten und kommunikative Konzepte gehören dazu. Der enge Austausch mit den Praxispartnern und ihren Anliegen werden die Grundlage einer solchen Arbeit bilden. Ziel sind verlässliche Entscheidungsgrundlagen und Perspektiven vor Ort und im Gesamten. Die Leserinnen und Leser dieser Handreichung können selbst dazu beitragen.

Im Bezugsgeflecht von Klima und globalen politisch-gesellschaftlichen Umbrüchen gilt es zu fragen: Wie wird die Zukunft, und wie können Städte und Kommunen sich darauf vorbereiten? Und im Sinne des sogenannten Backcasting: was werden wir dazu konkret beitragen und wann bzw. wie werden wir das getan haben? Ganz praktische Annahmen zu heutigen Fragen und die Erforschung ihrer Genese tragen so zu einer Kultur der Transformation aktiv und positiv bei. Zukunftsforschung kann dabei helfen, die richtigen Fragen zu stellen, die ein interdisziplinäres wissenschaftliches Projekt benötigt.³³

Bei allen Umsetzungs-Aktivitäten geht es möglicherweise nicht nur um technische und politische Lösungen, sondern auch um die geteilten Überzeugungen und Werte, die einer (Stadt-)Gesellschaft helfen, sich ggf. auch auf persönliche Kosten für größere Ziele einzusetzen. Das sogenannte Zivile Kapital kommt zum Tragen. Damit Menschen sich für das Füreinander stark machen, braucht es die Wertschätzung des Lebens der anderen und der Welt im Ganzen. Das Gemeinsame betonen, nicht das Individuelle, denn ohne die Wertschätzung der Gemeinschaft gibt es keine Notwendigkeit, sich für diese stark zu machen.

VIII | DANKSAGUNG

In den letzten Jahren dominieren KI-Technologie, Nachhaltigkeitsthemen und Krisenszenarien die Diskussion um Zukunftsvorstellungen, nicht zuletzt aufgrund der Einsicht in die Dynamik von Kippunkten. Doch wenn man das eigene Denken und Handeln nicht zu sehr auf die Krise verengt, ist die Zukunft überhaupt noch nicht fest umrissen, sondern gestaltbar: Krise ist Chance. Forschende und Entscheiderinnen und Entscheider wollen nicht Getriebene sein, sie wollen aktiv fragen und gestalten, also selbst Treiber sein und bleiben. Eine gewisse Vielfalt der Zukunftsentwürfe und eine Multiperspektivität, eine ständige Bereitschaft zum Dialog machen den Weg frei für Chancen.

Im Rahmen des Projekts I4C – Intelligence for Cities haben wir solche Menschen kennengelernt. Ihnen – allen Projektmitarbeitenden, Stakeholdern, Dienstleistern und Beraterinnen und Beratern – möchten wir ausnahmslos unsere Anerkennung für ihren Einsatz aussprechen und ihnen für die vertrauensvolle Unterstützung unseres Arbeitspaketes Wissenstransfer danken.

AUTORINNEN

Toni Charlotte Bünemann MBA,
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg,
Abteilung Bildungstransfer | Wissen-
schaftliche Weiterbildung

MBA in Bildungsmanagement. Arbeitsschwerpunkte
Bildungstransfer, Angebotsentwicklung, Qualität,
Öffentlichkeitsarbeit & Kooperationen, Internationale
Projekte sowie Sustainabilities (SDGs und IDGs).

Kontakt: toni.buenemann@zv.uni-freiburg.de

Jeanette Kristin Weichler Mag. Sc.,
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Leiterin der Servicestelle Weiterbildung und
Wissenstransfer SWW, Leitung Regional-
büro der Fraunhofer Academy.

Studium Geographie, Meteorologie und Geologie.
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Entwicklung
und Etablierung von berufsbegleitenden Weiter-
bildungsangeboten, digitale Lehr-/Lernformate und
LMS-Systeme, zielgruppengerechte Didaktik und
Evaluation, kompetenzorientierte, anwendungsbe-
zogene Prüfungen, Entwicklung von Geschäftsmodellen
und -prozessen im Wissenschafts- und Bildungs-
management, Projektmanagement und Kollaboration,
Wissenstransfer von der angewandten Forschung in die
Praxis sowie Aufbau von Kooperationsstrukturen.

Kontakt: jeanette.weichler@ise.fraunhofer.de

IX | QUELLENVERZEICHNIS

Barth, Matthias; Jiménez-Aceituno, Amanda; Lam, David PM.; Bürgener, Lina; Lang, Daniel J.: Transdisciplinary learning as a key leverage for sustainability transformations. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2023, 64. Published by Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2023.101361> 1877-3435

Bernardt, Florian; Wolter, Marc; Rausch-Berhie, Friederike (2024): Auswirkungen von Klimaanpassung auf den Arbeitsmarkt. Eine Modellierung des zukünftigen maßnahmeninduzierten Arbeitskräftebedarfs. Hrsg. Umweltbundesamt, CLIMATE CHANGE 12/2024 Teilbericht im Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Forschungsbericht FB001346

Bundesministerium des Inneren (BMI): Handlungsempfehlungen der Datenethikkommission | 9.10.2018 https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/themen/it-digitalpolitik/datenethikkommission/empfehlungen-datenethik-kommission.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Canca, Cansu (2020): Operationalizing AI ethics principles, in: *Communications of the ACM*, Vol. 63 No. 12, S. 18-21. DOI 10.1145/3430368

Coffman, Julia & Beer, Tanya (2015): The Advocacy Strategy Framework. A tool for articulating an advocacy theory of change. <https://www.evaluationinnovation.org/wp-content/uploads/2015/03/Adocacy-Strategy-Framework.pdf> (abgerufen 30.08.2024 18:04)

Goodrich, Kristen ; Sjostrom, Kathryn; Vaughan, Catherine; Nichols, Leah; Bednarek, Angela; Lemos, Maria (2020): Who are boundary spanners and how can we support them in making knowledge more actionable in sustainability fields? In: *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2020, 42: S. 45-51 <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.01.001>

OECD (2024), OECD-Bericht zu Künstlicher Intelligenz in Deutschland, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/8fd1bd9d-de>

Peissner, Matthias, Es ist an uns die Zukunft mit KI zu gestalten, in: „Magazin 1/24 des Fraunhofer IAO in Kooperation mit dem IAT der Universität Stuttgart“, S. 16-18.

Speidel, Alexandra; Fünfgeld, Hartmut (2022): Konzeptpapier zur Berücksichtigung von Ethikfragen im Projekt „Intelligence for Cities“ (I4C) DOI: 10.6094/UNIFR/233288 <https://freidok.uni-freiburg.de/data/233288>

Lux, Alexandra; Burkhart, Stefanie (Hrsg. Umweltbundesamt) (2023): *Transdisziplinarität in der Anpassungsforschung. Eine Dokumenten- und Literaturanalyse*, Frankfurt/Main <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/transdisziplinaritaet-in-der-anpassungsforschung> (abgerufen am 28.08.2024 12:56)

West, Simon; Haider, L. Jamila; Hertz, Tilman; Mancilla Garcia, M., & Moore, Maria (2024): Relational approaches to sustainability transformations: walking together in a world of many worlds. *Ecosystems and People*, 20(1). <https://doi.org/10.1080/26395916.2024.2370539>

Städte im Hitzestress. Intelligente Klimaanpassung für den urbanen Raum. Podiumsdiskussion, 16.10.2023, FRIAS, Freiburger Horizonte, abgerufen am 20.7.2024
<https://videoportal.uni-freiburg.de/video/frias-16102023-stdte-im-hitzestress/db81843708b9a9f80e842a15675fe21b>

Stadt Freiburg (2019): Bericht zum Klimaanpassungskonzept
https://www.freiburg.de/pb/site/Freiburg/get/params_E-2094055955/2071141/20201013_KLAK_Bericht-digital.pdf

X | **VERWEISE**

- 1) <https://www.freiburg.de/pb/1292965.html> zuletzt aberufen am 12.08.2024 17:05; Deutscher Städtebaupreis 2023 ▲
- 2) Dr. M. Peissner https://www.iao.fraunhofer.de/de/forschung/beitrag_03- es_ist_an_uns_die_zukunft_mit_ki_zu_gestalten.html abgerufen am 19.07.2024 12:47, und in: Magazin 1/24 des Fraunhofer IAO in Kooperation mit dem IAT der Universität Stuttgart, S. 16-18. ▲
- 3) Fraunhofer IAO in Stuttgart und München hat je ein KI-Studio als Anlaufstelle für die Öffentlichkeit eröffnet und ein KI-Infomobil ist 2024 in Deutschland auf Reisen geschickt, um das Wissen um Möglichkeiten und Grenzen von KI in die Bevölkerung zu tragen, damit sie ihren Einsatz mitgestalten. Qualifizierung, Bildungsangebote, aber auch eine gewisse Veränderungsbereitschaft und ein Klima des Vertrauens in den Unternehmen sind das Ziel. ▲
- 4) Nach: (Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (2007): Klimaänderung 2007. Synthesebericht. Dt. Fassung <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/IPCC2007-SYR-german.pdf> (abgerufen am 05.07.2024 11:07) ▲
- 5) Umweltbundesamt, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel-0#was-heisst-anpassung-an-den-klimawandel> (abgerufen am 16.08.2024 19:05) ▲
- 6) Kosten-Nutzen-Analyse, Kosten-Wirksamkeits-Analyse, Multikriterien-Analyse ▲
- 7) Vom 20.02.2023 Vgl. <https://www.umweltbundesamt.de/dokument/klimalotse-vorlage-blauplause-einer> (abgerufen am 29.07.2024) ▲
- 8) <https://oascities.org/> abgerufen am 20.08.2024 11:10 ▲

- ⁹⁾ Cities that show exceptional climate leadership at the global level, but do not meet the population/size criteria of a Megacity. Beispiel: Klimaanpassung und Wasser, Papier von C40 Cities, https://www.c40.org/wp-content/uploads/2024/07/Adaptation-and-Water-Resilience_Digital-Version.pdf (abgerufen am 13.08.2024) ▲
- ¹⁰⁾ Speidel, A., Fünfgeld, H. (2022): Konzeptpapier zur Berücksichtigung von Ethikfragen im Projekt „Intelligence for Cities“ (I4C) ▲
- ¹¹⁾ Canca 2020, S. 6 ▲
- ¹²⁾ z.B. in einer Karte etwas weglassen/weniger detailliert darstellen, um die Wiedererkennbarkeit zu verhindern. ▲
- ¹³⁾ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32022R0868> (abgerufen am 16.08.2024 16:35) ▲
- ¹⁴⁾ Stand Juli 2024 gibt es noch keine Durchführungsbestimmungen in Deutschland und die Aufsichtsbehörde (vermutlich die Bundesnetzagentur) ist noch nicht benannt. ▲
- ¹⁵⁾ Der AI Act kennt 3 Risikoklassen: verbotene Lösungen, high-risk und no-risk Lösungen (letztere wird bevorzugt, da dann keine Betroffenheit vom AI-Act) ▲
- ¹⁶⁾ https://www.bbk.bund.de/DE/Warnung-Vorsorge/Warn-App-NINA/NINA-Datenschutzerklaerung/nina-datenschutzerklaerung_node.html ▲
(zuletzt abgerufen am 13.08.2024, 10:20)
- ¹⁷⁾ Bernardt, F., et al. (2024), S. 42: Auswirkungen von Klimaanpassung auf den Arbeitsmarkt. Eine Modellierung des zukünftigen maßnahmeninduzierten Arbeitskräftebedarfs. HG. Umweltbundesamt, CLIMATE CHANGE 12/2024 Teilbericht im Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Forschungsbericht FB001346 ▲

- ¹⁸⁾ Bernardt, F., et al. (2024), S. 5: Auswirkungen von Klimaanpassung auf den Arbeitsmarkt. Eine Modellierung des zukünftigen maßnahmeninduzierten Arbeitskräftebedarfs. Hg. Umweltbundesamt, CLIMATE CHANGE 12/2024 Teilbericht im Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Forschungsbericht FB001346 ▲
- ¹⁹⁾ Informationen zum Verbundprojekt „KI B³ – Künstliche Intelligenz in die berufliche Bildung bringen“. Dieses Projekt ist ein gefördertes InnoVET-Projekt aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung BMBF in Zusammenarbeit mit dem Bundesinstitut für Berufsbildung BIBB. Websites: <https://www.inno-vet.de/innovet/de/die-projekte/alle-projekte-von-a-bis-z/ki-b.html> (abgerufen am 20.08.2024) und <https://www.ki-fortbildung.de> (abgerufen am 20.08.2024) ▲
- ²⁰⁾ <https://www.fortbildung-klimawandel.de/fortbildungen/kommunales-energie-und-klimaschutzmanagement/> (abgerufen am 30.08.2024) ▲
- ²¹⁾ https://www.fortbildung-klimawandel.de/wp-content/uploads/2024/02/KAM_Flyer_Onlineversion_2024_25.pdf (abgefragt am 06.09.2024) ▲
- ²²⁾ Vgl. Abschlussbericht Transdisziplinarität in der Anpassungsforschung (2023), Eine Dokumenten- und Literaturanalyse von Alexandra Lux und Stefanie Burkhart; Hg. ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung, Frankfurt/Main ▲
- ²³⁾ Ebd. S. 9 ▲
- ²⁴⁾ Hier beziehen sich die Autorinnen auf die unveröffentlichten Folien zum Vortrag Christiane Felder; Toni Bünemann (2024): „Potentials of and Learnings from the Interdisciplinary Climate Related Research Project Intelligence for Cities“, Freiburg Institut for Advanced Studies FRIAS, 16.04.2024 ▲
- ²⁵⁾ [Städte im Hitzestress \(Video\)](#), ab Minute 0:15 ff ▲

- 26) [Städte im Hitzestress \(Video\)](#), ab Minute 18:57 ▲
- 27) [Städte im Hitzestress \(Video\)](#), ab Minute 21:00 ▲
- 28) West, Simon et.al. (2024): Relational approaches to sustainability transformations: walking together in a world of many worlds. *Ecosystems and People*, 20(1). ▲
- 29) Matrix der Interessensvertretungs-Strategien. Das Oval umfasst die gewählte Strategie in einem fiktiven Beispiel.
Hoffman, Julia & Beer, Tanya (2015): The Advocacy Strategy Framework. A tool for articulating an advocacy theory of change. ▲
- 30) Begriff und Definition entnommen aus: Goodrich, Kristen et al., 2020 ▲
- 31) https://www.iao.fraunhofer.de/de/forschung/beitrag_03-es_ist_an_uns_die_zukunft_mit_ki_zu_gestalten.html (abgerufen am 15.08.2024) ▲
- 32) <https://www.fona.de/de/themen/unterthemen/klimaanpassung.php> abgerufen am 20.08.2024 ▲
- 33) <https://www.mfk-frankfurt.de/klima-x/> und <https://www.mfk-berlin.de/klima-x/> abgerufen am 13.07.2024 ▲