



KI-basierte Vorausschau für nachhaltige transformative Resilienz

Demokratisierung durch individualisierte Zukunftsnarrative und Rückkopplung in die Modellbildung

Autoren

Aljoscha Burchardt

Jochen Büttner

Jürgen Renn

Kurz gesagt

In dieser Studie schlagen wir vor, 1) bewährte Formen der Vorausschau um individuelle(re) narrative Szenarien zu ergänzen, die die Ergebnisse für einzelne Menschen erfahrbarer und damit letztlich handlungsleitender machen; und 2) die Modellbildung selbst iterativ und partizipativ zu gestalten. Für beides braucht es kompetente Vermittler*innen und neue KI-basierte Technologie.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----|---|----|
| 1. | Demokratisierte Vorausschau und Partizipation in der Modellierung | 1 |
| 2. | Konzeptueller Rahmen: Resilienz, Nachhaltigkeit, Transformation, Vorausschau und KI | 5 |
| 3. | Die Zivilgesellschaft als Adressatin von Vorausschau – das Paradigma des Emergent Engineering..... | 8 |
| 4. | Emotionale Einbindung in die Vorausschau als Grundlage für Partizipation | 10 |
| 5. | Generative und Erklärbare KI | 13 |
| 6. | KI-Gestützte individuelle(re) Narrative, Monitoring und Mediation als Entscheidungshilfen..... | 15 |
| 7. | Modellbau als partizipativer Akt | 18 |
| 8. | Kurzzusammenfassung und Handlungsempfehlungen | 19 |
| | Literatur | 27 |
| | Über die Autoren | 29 |

1. Demokratisierte Vorausschau und Partizipation in der Modellierung

„Die Hauptbetroffenen heutiger Nicht-Nachhaltigkeit sind [...] künftige Generationen und Menschen in anderen Ländern. Ein Mangel an Nachhaltigkeit in den realen politischen Maßnahmen kann also nicht ohne weiteres als nun einmal demokratisch entschieden gerechtfertigt werden; und Nachhaltigkeit steht damit in einem Spannungsverhältnis zur Demokratie, zu der sie wegen der Notwendigkeit von Diskursen und Lernprozessen aber gleichzeitig eine Affinität hat (Ekardt, 2013).

Das Ziel dieser Kurzstudie im Rahmen von CO:DINA ist es, exemplarisch Wege auszuleuchten, die durch den Einsatz von KI in der Vorausschau zu transformativer Resilienz unter dem Leitbild von Nachhaltigkeit beitragen. Bevor wir das Zusammenspiel dieser Konzepte genauer betrachten, wollen wir den Hauptbeitrag dieser Studie skizzieren: ein Konzept zur technologiegestützten Demokratisierung von Vorausschau und Verstärkung von Partizipation in der Modellierung von Zukunftsszenarien.

Herkömmliche Methoden der Vorausschau, bei denen die gesellschaftlichen Voraussetzungen der in den Blick genommenen systemischen Prozesse nicht selten unterrepräsentiert bleiben, richten sich gemeinhin vornehmlich an Expert*innen und Entscheidungsträger*innen in den Hierarchien gesellschaftlicher Regulationsstrukturen (siehe Abbildung 1). Insbesondere die Erstellung von integrierenden Zukunftsszenarien soll Entscheidungsträger*innen eine Basis für ihre Entscheidungen liefern, wobei sie mit politisch-normativen Vorstellungen konkurrieren. Mit den Herausforderungen dieser „Zukunftsevidenz“-basierten Form der Politikgestaltung setzen sich z. B. Lampoltshammer et al. (2023) auseinander.

Die breite Masse der Gesellschaft hat an den, u. a. auf Vorausschau aufbauenden, Entscheidungsprozessen keinen direkten Anteil. Obwohl sozialwissenschaftliche Studien¹ zeigen, dass etwa in der deutschen Bevölkerung eine große Mehrheit Nachhaltigkeitsziele abstrakt unterstützt, werden die Menschen bei konkreten Entscheidungen häufig nicht aktiviert, sondern vor vollendete Tatsa-

¹ <https://www.dnr.de/aktuelles-terminen/aktuelles/forsa-umfrage-mehr-als-drei-viertel-der-befragten-wollen-investitionen>

chen gestellt und fühlen sich von der Wissenschaft und Politik wechselseitig bevormundet, was im ungünstigsten Fall, insbesondere, wenn die Maßnahmen von Kritiker*innen als Verbote hingestellt werden, in Gegenreaktionen mündet, in denen Resilienz- und Nachhaltigkeitsmaßnahmen im Namen eines vermeintlichen Protests bewusst entgegengewirkt wird. Es fehlt die Einsicht in kollektive Betroffenheit, in systemische Blockaden und in gemeinsame Handlungsoptionen.

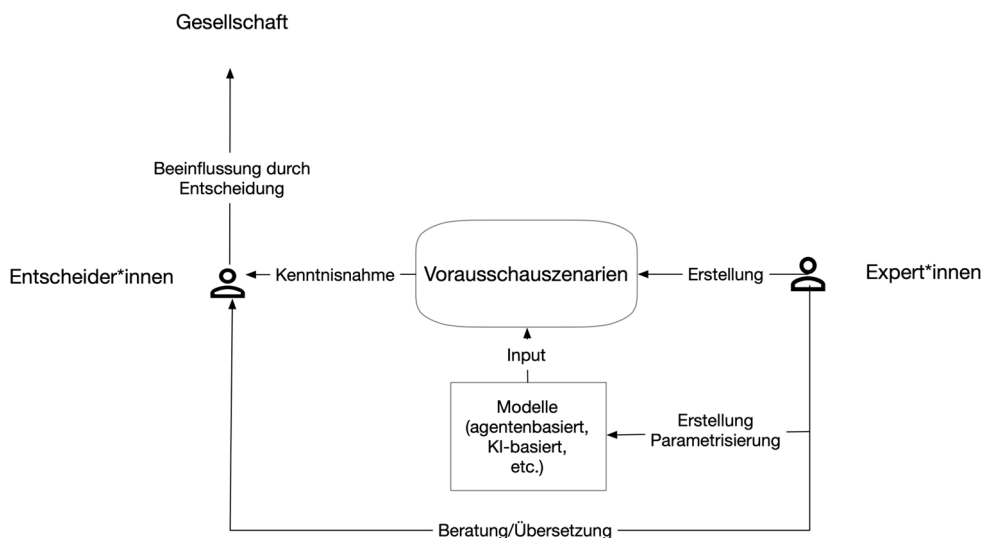


Abbildung 1: Vorausschauszzenarien im gegenwärtigen Setup

Dem entgegen setzen wir in dieser Kurzstudie im aufklärerischen Duktus ein Modell des demokratisierten Zugriffs auf Vorausschauen und einer Teilhabe an den Prozessen der Modellbildung, die diesen Vorausschauen zugrunde liegen (siehe Abbildung 2). Der Kern unseres Ansatzes besteht darin, Zukunftsszenarien, wie sie heute bereits in den verschiedensten Bereichen für Expert*innen und Entscheider*innen erstellt werden, in individuelle, narrativ ausgestaltete Szenarien zu verwandeln, die für jede*n Einzelne*n digital verfügbar sind. Zukunftsperspektiven, die Entscheidungen zugrunde liegen, werden damit erfahrbar und durch Abbildung auf die jeweils eigenen Lebenswelten und Interessenlagen affektiv aufgeladen. Unser Ansatz sieht vor, dass Nutzer*innen mit den für sie generierten Narrativen interagieren können, wodurch Handlungsspielräume deutlich und Konsequenzen erfahrbar werden. Das Monitoring der Interaktion der Nutzer*innen mit den Narrativen erlaubt es, in folgenden Iterationen der Modellbildungen, bisher vernachlässigte Aspekte zu berücksichtigen. Durch diese Rückkopplung werden Handlungsanreize gesetzt, Nachhaltigkeitstransformatio-

nen zu stützen, etwa durch Anpassung der eigenen Konsummuster oder demokratische Einflussnahme. Es geht uns wohlgerne nicht darum, das Nachhaltigkeitsthema zu individualisieren und dabei systemische Probleme auf die einzelnen Konsument*innen abzuwälzen. Es geht uns vielmehr darum, eine Voraussetzung für eine mündige, informierte Partizipation in Entscheidungen zu ermöglichen, die dann kollektiv getragen werden (müssen).

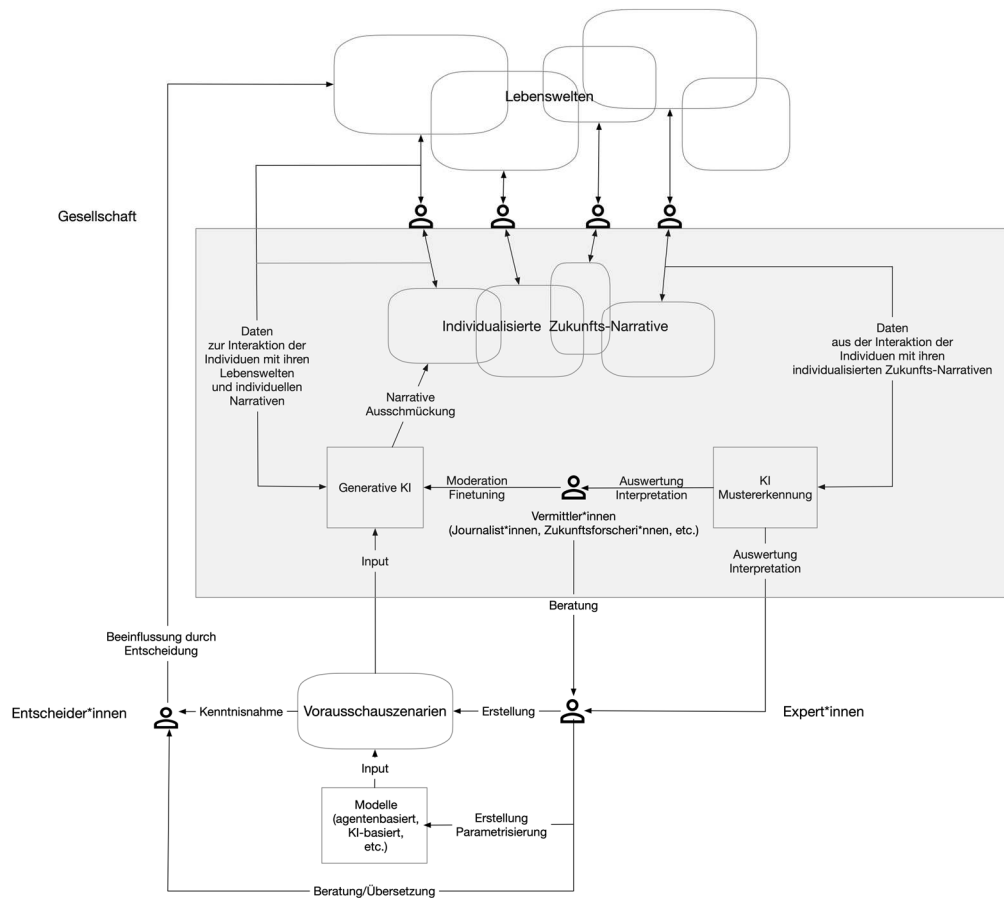


Abbildung 2: Demokratisierte Vorausschau und Partizipation mittels individualisierter Zukunftsnarrative und Rückkopplung in die Modellbildung

Unser Ansatz antwortet auf Schwächen des gegenwärtig gängigen und oben geschilderten Setups zum Umgang mit computergestützter Vorausschau.² Dass

² Besonderer Dank gilt Felix Creutzig, Manfred Laubichler, Thomas Lengauer und Christoph Rosol, die am 08.02.2023 in einem virtuellen Roundtable unter dem Titel „Digitalisierung für Resilienz und Nachhaltigkeit – Resilienz und Nachhaltigkeit für die Digitalisierung“ wichtigen Input gegeben haben, der in diese Studie eingeflossen ist. Zwei eingeladene Expertinnen konnten terminlich, bzw. kurzzeitig krankheitsbedingt leider nicht an diesem Roundtable teilnehmen.

ein solcher Ansatz möglich und denkbar ist, ist jüngsten Fortschritten insbesondere im Bereich der generativen KI zu verdanken. Eine grundsätzliche Schwäche der KI, aus Vergangenheitsdaten Zukunftsszenarien und Prognosen zu erstellen, bleibt bestehen (siehe Abschnitt 2). Was wir jedoch schon auf dem jetzigen Stand der Technik für möglich und realistisch ansehen ist, dass generative KI-Systeme auf anderem Wege gewonnene und von Expert*innen kuratierte allgemeine Proto-Zukunftsszenarien individuell anpassen und ausgestalten, die die enggeführten Modellergebnisse zu lebensweltlichen Beschreibungen ausweiten die wir im Folgenden als individualisierte Narrative ansprechen. Wo z. B. eine Modellierung städtischen Klimas Straßenzug-genau aufgelöst Vorhersagen über zukünftige Klimadaten, wie mittlere Temperaturen, Trockenheit oder die Wahrscheinlichkeit klimatischer Extremereignisse macht, könnte ein solches Narrativ die konkreten Folgen dieser Vorhersagen für die je eigene Wohnsituation verdeutlichen. Welche Bäume in meiner Straße, im angrenzenden Park, können den prognostizierten Bedingungen standhalten, welche werden voraussichtlich verschwinden? Wie ändert sich meine Miete, wenn Gebäudeversicherungen aufgrund zunehmenden Risikos von Extremereignissen teurer werden? KI-Systeme werden diese neue Aufgabe wohlgerne nicht allein, sondern nur im Dialog mit Vermittlern wie Schriftsteller*innen, Journalist*innen, Zukunftsforschende, Parteien, Verbänden und anderen Gruppen, die die initiale Ausformulierung der Proto-Narrative übernehmen, erfüllen.

Dieser Ansatz setzt voraus, dass alle Akteure die notwendigen digitalen Mittel und eine angemessene digitale Grundbildung besitzen, die entsprechend stärker gefördert werden muss, um bestehende Ungleichverteilung in diesem Bereich nicht dadurch zu verstärken, dass Partizipation an die Verwendung digitaler Medien und Formate gebunden wird. Der hier vorgestellte Ansatz der Demokratisierung von Vorausschau stellt sich der Herausforderung „offene partizipative Prozesse zu entwerfen, die nicht ungewollt als expertenbezogene Prozesse enden“ (Musch, 2020).

Wir erläutern unseren Ansatz eines demokratisierten Zugangs zu und Dialogs mit Vorausschau im Dienst von Nachhaltigkeit und Resilienz im Folgenden näher. Abschnitt 2 spannt den begrifflichen Rahmen der Kernkonzepte auf und reißt die bisherigen (Nicht-)Verwendung von KI in der Vorausschau an. Abschnitt 3 begründet, warum Vorausschau nicht wie bisher üblich, vornehmlich nur Entscheidungsträger*innen und Expert*innen adressieren, sondern sich breit an alle Vertreter*innen der Zivilgesellschaft richten sollte. In Abschnitt 4 beschreiben wir

die affektive Einbindung als Grundvoraussetzung für Partizipation, die wir in unserem Ansatz konkret durch individualisierte Narrative erreichen möchten. Diese Narrative projizieren Zukunftsszenarien auf die individuellen Lebenswelten und Interessen Einzelner. Die Generierung und Ausschmückung solcher individueller Narrative stützt sich auf generative KI und erklärbare KI (XAI), auf die wir in Abschnitt 5 kurz eingehen. In Abschnitt 6 konkretisieren wir die Erstellung individueller Vorausschau-Narrative im Zusammenspiel von generativer KI und gesellschaftlichen Vermittler*innen. Die Interaktionen der Nutzer*innen mit ihren Narrativen und deren Rückkopplung zum Modellbau als partizipativem Akt, wird schließlich in Abschnitt 7 skizziert.

2. Konzeptueller Rahmen: Resilienz, Nachhaltigkeit, Transformation, Vorausschau und KI

„Hence resilience involves a dynamic process of ‚bouncing forward‘ which provides for the adaptation and constant reinvention needed to innovate and to do new things. The message for planning theory and practice is that rather than viewing resilience as bouncing back to an original state following the external ‚shock‘, the term should be seen in terms of bouncing forward, reacting to crises by changing to a new state that is more sustainable in the current environment (Davoudi, 2012)“.

Nachhaltigkeit und Resilienz sind in den letzten Jahren zu allgegenwärtigen Schlagworten gesellschaftlicher und politischer Debatten geworden. Beide Begriffe werden einerseits zurecht oft zusammen gedacht, andererseits scheinen sie auch in einem ungleichen Spannungsverhältnis zu stehen. Während es eher unstrittig ist, dass Nachhaltigkeit in der Regel nur durch tiefgreifende Systemtransformationen zu erreichen ist, mögen Resilienzmaßnahmen in einer bestimmten Lesart als auf Bewahrung ausgerichtet erscheinen. Damit läuft Resilienzpolitik laut dem CO:DINA-Positionspapier zu transformativer Resilienz (Großklaus, 2022) Gefahr, „den Fokus weg von positiven Gestaltungszielen hin zu negativen Zukunftserwartungen und deren Verhinderung“ zu verschieben. Dabei ist zunächst festzuhalten, dass nicht-nachhaltige Systeme auch nicht resilient sind, da sie sich bereits ohne das Vorliegen einer besonderen Störung ihrer eigenen Grundlage entziehen. Nachhaltigkeitsmaßnahmen dienen somit notwendigerweise der Resilienz; umgekehrt ist dies nicht notwendig der Fall. Weiterhin ist

festzuhalten, dass Wandlungspotenzial im Resilienz begriff immer notwendig angelegt ist. Kein System wird resilienter, wenn alles beim Alten bleibt. Je nachdem, wie komplex das betrachtete System ist und wie schwerwiegend und andauernd die in den Blick genommenen Störungen sind, wird der Wandel dabei mehr Systemkomponenten in stärkerem Maß betreffen, bis hin zu tiefgreifenden Transformationsprozessen, die auf die Erhaltung nur noch einer beschränkten Anzahl von übergeordneten Systemeigenschaften abzielen und bei denen kaum eine einzelne Komponente vom Wandel ausgeschlossen bleibt. Mit unserem hier ausgeführten Vorschlag nehmen wir allein solche systemischen Prozesse in den Blick, bei denen Nachhaltigkeit und Resilienz eng verzahnte Aspekte tiefgreifender Systemtransformationen sind. Ähnlich kommt auch das oben zitierte CO:DINA-Positionspapier zu dem Schluss, dass Nachhaltigkeit ein „positives Leitbild für zielgerichtete Resilienzpolitik bietet“ (Großklaus, 2022). Der im Positionspapier eingeführte strategische Ansatz „transformativer Resilienz“ liegt dementsprechend auch den hier folgenden Überlegungen zugrunde.

Zukunft und deren **Vorausschau** sind für Resilienz und Nachhaltigkeit gleichermaßen konstitutiv. Nachhaltigkeit und Resilienz von Handlungen entscheiden sich nicht im Hier und Jetzt, sondern im Hinblick auf zukünftige Konsequenzen, lokal sowie global. Die Resilienz von Systemen bestimmt sich durch ihre Antwort auf zukünftige, teils unvorhersehbare Einflüsse und Störungen. Handlungsentscheidungen zur Stärkung von Resilienz und zum Erreichen von Nachhaltigkeitszielen basieren damit, neben Erfahrungen der Vergangenheit, notwendigerweise immer auch auf der Antizipation zukünftiger Entwicklungen. Dabei kommen verschiedene Methoden, der Vorausschau zum Einsatz, darunter zunehmend auch solche, die der KI zuzurechnen sind.

Allerdings weisen insbesondere solche KI-Methoden die aus Daten „lernen“ bei der Prognose von zukünftigen Zuständen bestimmte inhärente Schwächen auf. So sind sie etwa bei der Vorhersage von Ergebnissen in sich schnell verändernden oder unvorhersehbaren Kontexten, in denen neue, unvorhergesehene Faktoren zukünftige Ereignisse erheblich beeinflussen können, weniger effektiv. Zur Vorausschau werden KI-Methoden daher zumeist flankiert von anderen Ansätzen eingesetzt. Dies geschieht auf die eine oder andere Art und Weise und in unterschiedlichem Umfang vor allem an folgenden Stellen, wobei die Arten des Einsatzes sich überlappen:

- Big Data- und Trend-Analysen, die auf künftige Entwicklungen hinweisen. Die Anwendung von Analyse- und Recherche-Tools kann helfen, die

Resilienz von Systemen zu verbessern, indem sie frühzeitig auf Wirkmechanismen hinweist. Auch kann sie dazu beitragen, Nachhaltigkeitsziele zu erreichen, indem sie die Auswirkungen von Entscheidungen auf die Umwelt und die Gesellschaft einrechnet, z. B. bei der Bewertung von Umwelttrisiken in der Mobilität oder Landwirtschaft oder bessere Entscheidungen in Bezug auf Ressourcennutzung und die Vermeidung von Emissionen ermöglicht.

- Agentenbasierte Modellierungen, bei der komplexe Systeme als eine Gruppe von Agenten modelliert werden, die Entscheidungen auf Grundlage von Regeln und Umweltbedingungen treffen. Durch die agentenbasierte Modellierung können verschiedene Szenarien getestet werden, um die Auswirkungen von Entscheidungen auf die Resilienz und Nachhaltigkeit von Systemen zu bewerten. Solche Modelle werden z. B. im Rahmen von Verkehrs- oder Stadtplanung (z. B. Savin, 2022) bis hin zu globalen Erdsystem-Analysen (z. B. Donges, 2017) eingesetzt.
- KI-gestützte Risikoanalyse, in der KI-Technologien verwendet werden, um potenzielle Risiken zu identifizieren und zu bewerten. Durch die Identifizierung von potenziellen Risiken, z. B. die Annäherung an Kippunkte des Systems, können Entscheidungsträger*innen besser auf Bedrohungen vorbereitet sein und Maßnahmen ergreifen, um die Resilienz von Systemen zu verbessern. Dabei wird die zunehmende Prozessautomatisierung durch KI in vielen Bereichen bisweilen selbst als Risiko mitreflektiert (z. B. Galaz et al., 2021).
- In der Szenario-Analyse können KI-Systeme unterstützend verwendet werden, um verschiedene mögliche Zukünfte und ihre Auswirkungen auf die Resilienz und Nachhaltigkeit von Systemen zu untersuchen. Entsprechende Zukunftsszenarien greifen auf für verschiedenen Teilsysteme und nach verschiedenen Methoden erstellt Prognosen zurück, reduzieren die Komplexität und aggregieren diese unter Rückgriff auf Expert*innenwissen zu umfassenderen Vorausschauen zukünftiger Systemzustände.

Bezüglich der Erstellung von Zukunftsszenarien hält das CO:DINA Positionspapier „Die digitale Vermessung der Zukunft“ (Bauer et al., 2022) fest: Von der „automatisierten Generierung von Szenarien durch entsprechend leistungsfähige [...] Modelle [...] ist man allerdings aufgrund der Schwierigkeiten im kausalen Verständnis und Weltwissen von KI-Systemen noch weit entfernt“, weshalb die Er-

stellung solcher Szenarien zumindest bisher zumeist in der Hand von Expert*innen im Bereich der Zukunftsforschung oder den jeweiligen Forschungsbereichen liegt. Auch wenn wir uns der Meinung anschließen und derzeit keine signifikanten „eigenen“ Beiträge von KI-Systemen zum transformativen Aspekt von Resilienz erwarten würden, legen die rasanten Entwicklungen der letzten Monate, vor allem im Bereich generativer KI, nahe, dass diese Einschätzung wahrscheinlich korrigiert werden muss und solche Szenarien zukünftig in arbeitsteiliger Kooperation zwischen Expert*innen und KI-Systemen erarbeitet werden können.

3. Die Zivilgesellschaft als Adressatin von Vorausschau – das Paradigma des Emergent Engineering

„Klug eingesetzte digitale Instrumente können eine gemeinwohlorientierte, bürgernahe und verlässliche Infrastruktur für das 21. Jahrhundert schaffen, die die Grundlagen eines informationell selbstbestimmten und freien Daseins und damit auch die soziale Kohäsion sichern helfen (Renn 2022).“

Die Steuerung gesellschaftlicher Prozesse zur Steigerung von Resilienz und zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen folgt zumeist einem Paradigma, das grundsätzlich aus der klassischen Ingenieurs- und der Steuerungstheorie entlehnt ist. Es werden Zielgrößen festgelegt, etwa eine Reduktion des CO₂-Ausstoßes, und Strategien entworfen, um diese Zielgrößen im Rahmen existierender gesellschaftlicher Regulationsmechanismen zu erreichen. Werden die Ziele verfehlt, kommt es zur Nachsteuerung. Wissenschaftliche Prognosen bzw. Folgenabschätzung liefern dabei Zielorientierungen und Handlungsempfehlungen für die politischen Entscheider*innen.

Der Versuch, Systeme mit solchen Top-Down-Ingenieuransätzen zu gestalten bzw. so umzugestalten, dass eine vorgegebene Zielfunktion erfüllt wird, erweist sich bei komplexen Systemen aufgrund von unvorhergesehenen Wechselwirkungen und Nebenfolgen oft als nicht effizient, bzw. nicht zielführend. Darüber hinaus ist die Kostenfunktion zur Zielerreichung bei komplexen Systemen nicht einfach gegeben, sondern ergibt sich (wenn überhaupt) emergent aus den angestoßenen Entwicklungen. So können heutige Maßnahmen die zukünftigen

Kosten, im Sinne von z. B. gesellschaftlicher Akzeptanz aber auch konkreter ökonomischer Kosten, auf grundsätzlich nicht vorhersehbare Weise verändern, weshalb sich nachhaltiger Umbau von System hin zu Resilienz und Nachhaltigkeit nicht völlig durchplanen, sondern nur allostatisch erzielen lässt, d. h. indem Stabilität durch flexible und anpassungsfähige Reaktionen, anstatt durch starre Homöostase aufrechterhalten wird.

Diesem klassischen, regulativen Ingenieursansatz steht der neue Ansatz des *Emergent Engineering* gegenüber, welches die Fähigkeit komplexer adaptiver Systeme zur Selbstorganisation zu nutzen sucht, um innovative und widerstandsfähige Lösungen für komplexe Probleme zu schaffen. Anstatt zu versuchen, alle wesentlichen Aspekte eines Systems vorherzusagen und zu steuern, zielt emergentes Engineering auf effizientere und effektivere Lösungen ab, die das komplexe, nichtlineare Verhalten von Systemen nutzen, das sich aus Interaktionen zwischen den einzelnen Systemkomponenten bzw. Agenten ergibt.

Aus Sicht des *Emergent Engineering* lässt sich die Frage nach der gesellschaftlichen Implementierung transformativer Resilienz im Sinne der Nachhaltigkeit als Frage danach verstehen, welche Impulse angesichts grob verstandener Systemmechanismen bei den einzelnen Mitgliedern der Bürger*innengesellschaft zu setzen sind, sodass gesellschaftliche Prozesse angestoßen werden, die dann selbst zur Erreichung der angestrebten Nachhaltigkeits- und Resilienzziele beitragen.

Viele Nachhaltigkeits- und Resilienzmaßnahmen scheitern daran, dass große Teile der Bevölkerung diesen Maßnahmen ablehnend oder zumindest indifferent entgegenstehen. Dies gilt zumindest für solche Maßnahmen, die nicht lediglich konservativ einen Status quo zu sichern suchen, sondern durch Transformation und Anpassung von Systemkomponenten zu sichern suchen, dass übergeordnete Systemparameter bzw. -eigenschaften, z. B. eine Energiegrundversorgung, gewahrt werden können. Auch diejenigen, die solche Maßnahmen abstrakt grundsätzlich befürworten, tun sich konkret oft schwer, entsprechend zu handeln, bzw. demokratische Entscheidungen mitzutragen. Im Sinne eines *Emergent Engineering* versuchen wir an dieser Stelle und mit unserem Ansatz, die Träger*innen der Zivilgesellschaft in den Stand zu versetzen, die Grundlagen und Zukunftsperspektiven solcher Nachhaltigkeitsmaßnahmen besser zu verstehen, auf ihre jeweils eigenen Positionen und Lebenswirklichkeiten abzubilden und den je eigenen Handlungsspielraum und politischen Gestaltungsspielraum im Hinblick auf globalere Perspektiven zu erkennen. Die Menschen sollen mündig

gemacht werden im Umgang mit dem eigenen (Wahl-)Verhalten in Bezug auf *Planetary Fitness*. Wir zielen mit unserem Vorschlag bewusst nicht auf Expert*innen und Entscheidungsstrukturen, gehen aber, im Sinn des *Emergent Engineering* davon aus, dass Verhaltensänderung bei den Akteur*innen an der Basis auch strukturelle Veränderungen der Regulationssysteme nach sich ziehen werden.

Unser Bottom-Up-Ansatz deckt sich mit der Beobachtung von Jens Beckert, Direktor am Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung, der in der ZEIT vom 13.11.2022 schreibt: „Gesellschaften verfügen über moralische Ressourcen. Menschen setzen sich in ihrem Nahbereich für Regeln und Handlungsweisen ein, auch wenn sie wissen, dass dies mit Kosten verbunden ist und es Trittbrettfahrer gibt. Sie tun das Richtige. Ein solches moralisches Ökosystem gilt es zu stärken. Es stützt die Handlungen der Individuen und übt einen sittlichen Druck auf weitere Mitglieder der Gesellschaft und auf Organisationen aus“. Weiter führt er aus: „nur bottom-up sind solche Veränderungen, wenn überhaupt, möglich.“

4. Emotionale Einbindung in die Vorausschau als Grundlage für Partizipation

„Allerdings ist Politik eben auch kein Wahrheitswettbewerb, sondern ein Kampf um die plausibelste Erklärung“ (Robert Pausch und Bernd Ulrich in der ZEIT vom 30.03.2023).

Das oben genannte Zitat wollen wir nicht im Sinne von Wahrheitsrelativismus wie etwa einer „post-faktischen“ Weltsicht gelesen sehen. Stattdessen soll es als Hinweis verstanden werden, dass Menschen sich gerade dann auf Plausibilität berufen, wenn sich die Wahrheit schwer oder unmöglich bestimmen lässt, also z. B. im Fall von partizipativen Entscheidungen auf Basis von Zukunftsprognosen.

Partizipation und Nachhaltigkeit zusammenzudenken ist nicht neu, wir „erleben auf der politischen und praktischen Ebene gegenwärtig einen wahren ›Partizipationsboom‹ in fast allen Themenbereichen und zuvorderst bei der Erstellung und Umsetzung von Klima- und Energiekonzepten“ (Walk, 2013). Allerdings bleibt das „Versprechen einer transformativen Wirkung durch Partizipationsprozesse in

den Nachhaltigkeitswissenschaften jedoch unbewiesen“ (Musch, 2020). Nachhaltigkeitsthemen erben nämlich die Komplexität der Systeme, in denen sie angesiedelt sind und die Auseinandersetzung mit Problemstellungen zur Partizipation im Bereich nachhaltigen Handelns erfordert von den Akteur*innen ein Mindestmaß an Aufmerksamkeit sowie die Bereitschaft, Zusammenhänge, die nicht unmittelbar offen liegen, gedanklich zu durchdringen. Wir gehen optimistisch davon aus, dass es gesamtgesellschaftlich durchaus ein großes Potenzial gibt, individuell zu nachhaltigeren Lösungen in verschiedensten Bereichen beizutragen und die Resilienz von Systemen durch transformative Prozesse zu stärken. Viele der aktuellen Nachhaltigkeitsthemen stehen großen Teilen der Bevölkerung allerdings fern, nicht zuletzt deshalb, weil sie sich zumeist aus Zukunftsprognosen speisen, deren konkrete Dimension sich Vielen anhand gängiger Vermittlungsformate nur unzureichend erschließt. Es fehlt somit die Motivlage für eine tiefere Auseinandersetzung und konkretes Handeln. Die Dringlichkeit der entsprechenden Probleme und Fragestellungen auch für das eigene Leben wird nicht oder nur unzureichend erkannt und das persönliche und politische Handeln orientiert sich an Zielen, in denen Resilienz Nachhaltigkeit entgegensteht. Um diesen Teufelskreis zu durchbrechen, schlagen wir vor, den individuellen emotionalen Bezug der Einzelnen zu den fraglichen Themen systematisch zu stärken.

Es ist durch zahlreiche Studien belegt, dass Emotionen „einen erheblichen Einfluss auf die kognitiven Prozesse des Menschen, einschließlich Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Lernen, Gedächtnis, Argumentation und Problemlösung“ sowie „einen besonders starken Einfluss auf die Aufmerksamkeit, insbesondere auf die Selektivität der Aufmerksamkeit sowie auf die Motivation von Handlung und Verhalten“ haben (Tyng, 2017). Gleichzeitig gibt es kognitive Barrieren, die es zu überwinden gilt: Es ist oft schwieriger für Menschen, Affinität oder Ablehnung für etwas zu empfinden, das sie nicht direkt erlebt haben oder das nicht Teil ihrer eigenen Lebenswelt ist.

Um bezogen auf die Vorausschau den Nexus zwischen emotionaler und kognitiver Verarbeitung in den Dienst einer resilienten Nachhaltigkeitstransformation zu stellen, werden in unserem Ansatz die Ergebnisse herkömmlicher zukunftsprognostischer Modelle und Zukunftsszenarien in Form individualisierter Narrative in die Lebenswelten und auf die Interessenlagen der Einzelnen projiziert bzw. kontextualisiert. Diese Lebenswelten sind individuell unterschiedlich und affektiv aufgeladen. Sie sind dabei nicht regional festgelegt. Der*die eine mag die Auswirkung seines*ihres Handelns an einem karibischen Inselstaat messen, der*die andere an der Frage des lokalen Klimas. Durch diese Einbettung suchen wir die

notwendige emotionale Verbindung und damit mittelbar ein Verständnis zu evolvieren, das für tiefgreifende Verhaltensänderungen notwendig ist.

Unser Ansatz ist im Kern aufklärerisch. Die Erzeugung starker affektiver Erfahrungen soll dabei reflektive Prozesse anregen und Handlungspotenzial generieren. Eine Studie zur Vulnerabilität globaler Lieferketten und der Frage, wie sich deren Resilienz erhöhen lässt, wird bestenfalls Expert*innen in Aufregung versetzen. Die Erfahrung eines leeren Regals im eigenen Einkaufsmarkt, wenn auch nur als mögliches Zukunftsszenario z. B. in einer Augmented-Reality-App, spricht Konsument*innen beispielsweise unmittelbar in ihrem Konsumverhalten an oder illustriert die Dringlichkeit politischer Regulierung, die auf den ersten Blick unangenehm scheinen kann und idealerweise in einem Interesse für und Nachdenken über die jeweiligen Voraussetzungen und Konsequenzen mündet. Studien im Bereich der Verhaltenspsychologie zeigen, dass abhängig davon, ob bestimmte Verhaltensmuster abstrakt oder eher konkret, das heißt, unter Bezugnahmen auf konkrete, individuelle Umstände beschrieben werden, die zugrunde liegenden Handlungsmotive auch eher als individuell oder entsprechend eher als generisch beschrieben werden (Kim, 2017).

Wir verallgemeinern dieses Resultat hier dahingehend, dass wir annehmen, dass Menschen, wenn sie mit abstrakten Problemkonstellationen konfrontiert werden, dazu neigen, diesen systemischen Charakter zuzuschreiben, gegenüber dem eigene (lokale) Entscheidungen und Handlungen bedeutungslos oder ohnmächtig sind, wohingegen eine auf die jeweils individuelle Position hin ausformulierte Konkretisierung des Problems dazu angetan ist, die Möglichkeit eigener Einflussnahme erkennen zu lassen. So ist etwa der Gesamtenergieverbrauch der Privathaushalte in Deutschland auf den Seiten des Statistischen Bundesamts für jeden jederzeit einsehbar. Diese immens große, abstrakte Zahl auf das Nachhaltigkeitspotenzial der eigenen Handlungen und Entscheidungen zu beziehen ist dem*der Einzelnen kaum, und wenn, nur mit großem Aufwand möglich. Eine KI-gestützte, digitale Anwendung, die die je individuellen Entscheidungen, etwa den Austausch von Leuchtmitteln in der eigenen Wohnung durch sparsamere Alternativen, auf die Gesellschaft abbildet, z. B. indem sie das gesamtgesellschaftliche Einsparpotenzial unter der Annahme der eigenen Handlungsentscheidung als Norm berechnet, würde einerseits die Möglichkeit eigener Einflussnahme aufzeigen und andererseits die Nutzer*innen in ihrer Entscheidungsfindung unterstützen, indem sie z. B. direkt prüfen können, welche Maßnahme in ihrem Umfeld bei gegebenem Budget gesamtgesellschaftlich die sinnvollere ist.

5. Generative und Erklärbare KI

„Wer nur etwas von Musik versteht, versteht auch davon nichts (Hanns Eisler zugeschrieben)“.

Das CO:DINA Positionspapier „Die digitale Vermessung der Zukunft“ (Bauer et al., 2022) kommt zum validen Schluss, dass die bisher gängigen KI-Ansätze – kurz gesagt – in der Zukunftsforschung nur als Assistenztechnologien etwa bei Recherche, Themenclustering, Übersetzung etc. eingesetzt werden können, aber beispielsweise die Szenariobildung und -bewertung als zentrale Elemente beim Menschen liegen. Im vorliegenden Papier legen wir fast komplementär den Fokus auf generative KI-Systeme. Generative KI-Systeme ermöglichen es, allgemeine Proto-Narrative zu möglichen Zukünften, wie sie heute z. B. Fachjournalist*innen für breitere Leser*innengruppen verfassen, individuell anzupassen und an die Interessen und das Vorwissen des*der jeweiligen Rezipient*in anzupassen. Das entscheidende transformative Potenzial, das generative KI-Systeme in unserem Ansatz bieten, liegt aber nicht so sehr in dieser Demokratisierung der Informationsversorgung über Zukunftsszenarien, sondern darin, dass sie es dem*der Einzelnen erlauben, mit den Narrativen zu interagieren, was idealerweise in größere Partizipation in Modellbildung und Entscheidungsprozessen mündet. Fachjournalist*innen können nicht auf die Fragen all ihrer Leser*innen eingehen und ihre Narrative nach deren Interessen ergänzen. Die Erfahrungen der letzten Monate, vor allem mit großen Sprachmodellen die auf der Transformer-Architektur basieren, wie ChatGPT, zeigen, dass heutige generative KI-Systeme schon mächtig und flexibel genug sind, diese Aufgabe zu übernehmen und vor dem Hintergrund bestimmter Vorgaben selbständig mit den Nutzer*innen zu interagieren. Die Interaktionen der Nutzer*innen mit ihren eigenen KI-Narrativ-Assistenten bergen dabei wertvolle Informationen zu gesellschaftlichen Interessenslagen, offenen Fragen und dem Kontext von Entscheidungsprozessen, die sich mit Hilfe u. a. von explainable AI extrahieren lassen sollten und in die Modellbildung und politischen Entscheidungsprozesse rückgespielt werden können – selbstverständlich so aggregiert und anonymisiert, dass keine Rückschlüsse auf Individuen und deren politische Einstellung möglich sind.

Generative KI-Systeme können, wie wir unten zeigen werden, in der Vorschau unseres Erachtens eine wichtige Funktion übernehmen. Im Positionspapier (Bauer et al., 2022) sind große Sprachmodelle zwar bereits als zukünftige Ent-

wicklungen genannt, das generative Sprachmodell mit Chat-Komponente Chat-GPT von OpenAI, das im September 2022 einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht wurde und selbst viele Expert*innen mit seinen Fähigkeiten überrascht hat und Diffusionsmodelle für die Bilderzeugung, wie DALL-E 2 oder Stable Diffusion bringen diese Technologie nun aber bereits in greifbare Nähe. Stark verkürzt sind generative KI-Systeme im Gegensatz zu KI-Systemen, die menschlichen Content suchen, umformen oder analysieren in der Lage, auf bestimmte Prompts hin neuen Content zu synthetisieren, etwa Texte oder Bilder.

In der Trainingsphase übersetzen derzeitige Systeme ihr Trainingsmaterial (Texte, Bilder oder beides) in hochdimensionale Vektorräume, auf Basis derer dann in Neuronalen Netzen durch Deep Learning die entsprechenden Aufgaben (Text-Completion, Bildgenerierung o. Ä.) gelernt werden. Zusätzlich zu diesem automatischen (selbstüberwachten) Lernen können die Systeme noch z. B. durch menschlichen Input nachtrainiert und für bestimmte Aufgaben angepasst werden. Schlussendlich generieren die Systeme ihren Output dann auf Basis von Vektorähnlichkeiten, die sich einer direkten symbolischen Interpretation durch Menschen entziehen.

Die von generativen KI-Systemen erzeugten Texte und Bilder werden häufig als plausibel oder originell empfunden, haben aber nicht den Anspruch, die Realität abzubilden oder (nur) wahre Aussagen zu enthalten. Häufig werden die unwahren oder irrealen Ausgaben der Systeme als Halluzinationen bezeichnet. Auch, um diese zu minimieren, haben wir in unserem Vorschlag Vermittler*innen als unabdingbare „humans in/on the loop“ vorgesehen.

Gleichzeitig zeigen sich selbst Expert*innen überrascht über das Spektrum der Aufgaben, die die neuen Vertreter generativer KI-Systeme bereits jetzt überzeugend bewältigen und das Maß an Selbständigkeit mit dem sie dazu in der Lage sind. Es ist daher ohne weiteres anzunehmen, dass solche Systeme in hohem Maße eigenständig die Ausgestaltung der Narrative übernehmen, wobei das Nachtraining dafür sorgt, dass bestimmte Rahmenbedingungen eingehalten, Proto-Narrative befolgt und allgemeine Szenarien erfüllt werden.

Das Konzept der **erklärbaren KI** (explainable AI, kurz: XAI) wird im CO:DINA-Positionspapier (Bauer et al., 2022) nur kurz erwähnt. Die Idee, XAI in der Zukunftsforschung einzusetzen, wird beispielsweise in Steinmüller (2022) skizziert. Das Forschungsfeld XAI hat sich ursprünglich aus dem Bedarf der KI-Entwickler*innen gespeist, besonders beim Deep Learning, also dem maschinellen Lernen mit

Neuronalen Netzen, nachzuvollziehen, wie die Systeme zu ihrem Output kommen und mit der Nachvollziehbarkeit Vertrauen für Anwendungsszenarien solcher Systeme zu schaffen. Dabei unterscheidet man zwischen lokalen Erklärungen eines konkreten Outputs und globalen Erklärungen der Funktionsweise des gesamten Systems. Diese Art von Erklärbarkeit könnte man auch grob als „Reverse Engineering“ der Modelle bezeichnen.

Schnell wurde der Begriff dann auch in einem weiteren Verständnis in Hinblick auf andere Stakeholder wie die Nutzer*innen eines Systems angewendet, die in der Regel Bedarf an einer ganz anderen Art von Erklärung des KI-Outputs haben als die Entwickler*innen. Das hängt auch damit zusammen, dass sie die Erklärung für andere Zwecke brauchen, beispielsweise, um ihr Verhalten zu ändern, damit das System sich anders verhält. Allerdings werden die Begriffe nicht trennscharf verwendet und teilweise werden auch mehr oder weniger synonym die Begriffe Transparenz, Nachvollziehbarkeit oder noch allgemeiner der Begriff „vertrauenswürdige KI“ in diesem Zusammenhang verwendet. Das Problem der begrifflichen Vagheit und auch einen Überblick über verschiedene XAI-Techniken wird in Asghari et al. (2021) diskutiert. Miller (2017) eröffnet eine weitere, sozialwissenschaftliche Perspektive auf die Frage, was eine (gute) Erklärung ausmacht. Häufig wird der Begriff Erklärbarkeit auch einfach dann verwendet, wenn ein KI-System als Teil seiner Funktionsbeschreibung irgendeine Erklärung abgibt, wenn beispielsweise ein Navigationssystem sagt: „fahren sie links, denn dort befindet sich das Ziel“. XAI-Techniken sollen unserem Vorschlag folgend in der partizipativen Modellbildung und bei der Extraktion von Informationen aus den Interaktionen mit den Nutzer*innen (siehe Abbildung 2) eingesetzt werden. Ein Beispiel aus dem Bereich der Mobilität findet sich in Wagner et al. (2022).

6. KI-Gestützte individuelle(re) Narrative, Monitoring und Mediation als Entscheidungshilfen

„Eine zentrale Methodik der Zukunftsforschung ist die Szenariotechnik. Dabei wird eine hochgradig unsichere Zukunft durch verschiedene mögliche Weltverläufe beschrieben (CO:DINA-Positionspapier, Bauer et al., 2022)“.

Typische Modellierungen, beispielsweise anhand agentenbasierter Ansätze, haben als Ausgabe relativ abstrakte Szenarien und fokussieren häufig auf ebenfalls

abstrakte, niederdimensionale Zielfunktionen wie der Reduktion von CO₂-Ausstoß. Während dieses Ziel für viele Menschen zwar einleuchtend ist, fehlen für einen Handlungsanreiz emotionale Narrative. Diese Lücke könnte perspektivisch generative KI auffüllen, die auf dem Output der klassischen Modellierung aufsetzt und dann bestimmte Szenarien zu individualisierten Narrativen „ausschmückt“. Hierzu bräuchte es allerdings zunächst einmal menschliche Vermittler*innen, die die Zielnarrative („Proto-Narrative“) vorgeben, bzw. den KI-Systemen verstärkendes Feedback geben (i. S. v. Reinforcement-Learning), denn es ist unwahrscheinlich, dass die Systeme auf kurze Sicht die gewünschten Narrative erzeugen würden. Die menschlichen Vermittler*innen wären das Pendant zu den Vermittler*innen beim Bau der Modelle (siehe nächster Absatz). Langfristig ist es denkbar, dass Endnutzer*innen sich individuelle Narrative erzeugen (lassen) können, anhand derer sie den Einfluss ihres eigenen und des kollektiven Verhaltens auf die im Narrativ fokussierten Themen beobachten können. So könnte eine Person das narrativ ausgestaltete Thema „gesunde Korallen“ durchspielen, während eine andere Person „radfreundliche Stadt“ für sich in Anspruch nimmt. Wenn sich politische Parteien bestimmte Narrativ-Rahmen definieren würden, die sie repräsentieren (mit möglichen Ausformungen für bestimmte Untergruppen), dann könnte sich hierdurch eine Verhandlungsbasis ergeben, aufgrund derer Einzelne weit mehr motiviert sein könnten, kollektive Entscheidungen mitzutragen und ihr Verhalten zu ändern, da sie die Effekte in dem entsprechenden Narrativ beobachten könnten. Wie auch bei der Modellbildung sind Schriftsteller*innen, Journalist*innen, Zukunftsforscher*innen, Parteien, Verbände und andere Gruppen gefragt, die initiale Ausformulierung der Proto-Narrative zu übernehmen.



Abbildung 3: Beispiel individueller, visueller „Ausschmückung“ durch generative KI. Sieht ein bestimmtes Szenario z. B. die vermehrte Begrünung urbaner Fassaden vor, könnte generative KI existierende Fassaden (in der Abbildung links), etwa des eigenen Hauses, „künstlich“ begrünen (Mitte, rechts) und den Nutzer*innen diesen allgemeinen Aspekt des Szenarios an Bekanntem konkretisieren und greifbarer machen. Beispiel realisiert mit Stable Diffusion (Rombach et. Al. 2021, <https://github.com/CompVis/stable-diffusion>).

Die Narrative schmücken Zukunftsszenarien abhängig von Adressat*innen und Kontexten aus. Eine genauere Bestimmung, so wie nachgelagert die Frage nach Form und Umfang der Narrative, lassen wir hier bewusst offen. Narrative können sprachliche verfasst und audio-visuell ergänzt werden. Es kann sich um Texte handeln, die individuell für die jeweilige Nutzer*innen verfasst sind, deren Lebenswirklichkeit und Interessenlage sowie das jeweilige Vorwissen berücksichtigen. Die Interaktion kann dialogische Formen annehmen, etwa nach dem Vorbild von ChatGPT. Denkbar sind Formen der Augmented Reality, die Nutzer*innen für ihren jeweils eigen Standort die Konsequenzen bestimmter Zukunftsprognosen und -szenarien visuell verdeutlichen. Die Interaktion mit den Narrativen kann Elemente einer gamifizierten Umgebung enthalten, in der Nutzer*innen z. B. durch Interaktion mit ihrem Narrativ die Erfüllung einer bestimmten Zielfunktion zu erfüllen suchen. Dabei können für die Nutzer*innen verschiedenen Narrative nebeneinanderstehen, auch solche mit dezidiert normativem Charakter. Unser Ansatz erlaubt es ja gerade, unterschiedliche allgemeine Position, wie sie von verschiedenen gesellschaftlichen Interessensgruppen vertreten werden, etwa Parteien oder Verbänden, zu berücksichtigen, die dann nicht nur mehr abstrakt im Hinblick auf Kernaussagen, sondern konkret in deren Auswirkungen auf die eigene Lebenswirklichkeit verglichen werden können. Entscheidend ist dabei, deutlich und transparent zu machen, dass die individuellen Narrative zwar KI-generiert sind, in ihren Grundannahmen aber an bestimmte Modell- und Zukunftsszenarien und letztlich auch an bestimmte Wertungen der Vermittler*innen gebunden sind, die der KI die Vorgaben zur Erstellung der jeweiligen Narrative durch bestärkendes Lernen antrainieren.

Mit der Zeit könnte man dann über die Narrative Rückkopplungen zu den Modellparametern vornehmen, um die Narrative an gemeinsamen Pfadentscheidungen zu orientieren. Auch das sehen wir als eine Form von Agilität und Emergent Engineering an. Das System beeinflusst also die Nutzer*innen und wird durch deren Interaktion im Sinne eines Feedback-Loops beeinflusst. Hierzu dienen dann u. a. XAI-Techniken, die aus der Interaktion der Nutzer*innen mit den Narrativen Features und ggf. Regeln extrahieren, die dann über die Vermittler*innen und Expert*innen wieder in die Modelle im engeren Sinne einfließen. Dieser Prozess ist so zu gestalten, dass das Recht der Nutzer*innen auf informationelle Selbstbestimmung gewahrt bleibt, was aufgrund des statistischen Charakters der Techniken grundsätzlich möglich ist.

Während bisherige Social-Media-Diskussionen eher die Meinungen der Nutzer*innen verfestigen und einen Dialog erschweren (Stichwort Echo-Kammern,

Filterblasen), gibt es in der Forschung erste Ansätze, wie man Personen ausgewogenere Informationen präsentieren kann. Beispielsweise beschreiben Munson et al. (2021) ein Browser-Widget, dessen Ziel sie als „to nudge its users to read balanced political viewpoints“ (ebd.) charakterisieren. Wenn man die Frage, unter welchen Bedingungen Nudging ethisch vertretbar ist, einmal außen vor lässt, dann scheint es ein interessanter Ansatz zu sein, zu versuchen, in der Präsentation der Narrative und dem Diskurs über die Szenarien technisch gestützt zu versuchen, Gemeinsamkeiten zwischen Sichten hervorzuheben und die Anhänger*innen bestimmter Szenarien offen zu machen für andere, kompatible Szenarien. Um den möglichen Vorwurf von Voreingenommenheit und dem Versuch der Beeinflussung entgegenzuwirken, sollten die Zusammenhänge zwischen konkreten individuellen Narrativen und der zugrunde liegenden Proto-Narrativen und den Szenarien, aus denen sie sich ableiten, sowie der zu Grunde liegenden abstrakten logischen Struktur (also beispielsweise der agentenbasierten Modellierung) abgebildet und bei Bedarf zugänglich sein.

Die Systemunterstützung bei der Konsensbildung kann auf sehr unterschiedliche Weisen geschehen, von der Möglichkeit, kompatible, aber eben nicht übereinstimmende Personen oder Kleingruppen etwa im Rahmen von Gamification zusammenzubringen, die dann ihre Vorstellungen aktiv miteinander aushandeln könnten. Ebenso könnten in der iterativen Modellbildung (siehe unten) die Vermittler*innen mit ähnlichen Tools daran arbeiten, zukünftige Szenarien und Proto-Narrative so zu gestalten, dass sie mehrheitsfähig werden.

7. Modellbau als partizipativer Akt

Die für die Nachhaltigkeitsthemen relevanten Systeme sind in der Regel so komplex, dass die Modelle, die für die Simulation der zukünftigen Entwicklung dieser Systeme verwendet werden, notwendig stark komplexitätsreduziert sind. Wissenschaftliche System-Modellierung und Vorausschau konzentriert sich häufig auf endogenisierte Faktoren, die Pfadabhängigkeiten widerspiegeln und damit die Modellierung auf Zusammenhänge reduzieren, die den Expert*innen bereits in der groben Wirkungsweise bekannt sind. Häufig wird dabei die Dynamik und Zeitskala von politisch getriebenen gesellschaftlichen Veränderungsprozessen nicht berücksichtigt, also beispielsweise langwierige Planungsprozesse oder

(resilientes) Konsument*innenverhalten. Oft werden bereits einzelne Dimensionen ausgewählt und in Zielfunktionen übertragen, wie beispielsweise im Bereich Mobilität die Optimierung von Erreichbarkeit, Schadstoffreduktion oder Gesundheitsaspekten, so dass die wechselseitige Dynamik verschiedener Dimensionen (und damit mögliche Zielfunktionen) gar nicht mehr in den Blick genommen werden kann. Hinzu kommt, dass bestimmte Dimensionen, wie etwa Persönlichkeitsrechte, typischerweise gar nicht berücksichtigt werden (können).

Während es beispielsweise bei der Entwicklung KI-basierter Diagnose-Tools oder Behandlungsunterstützung in der Medizin undenkbar wäre, bei der Modellierung nicht mit Mediziner*innen zusammenzuarbeiten, ist selbst dort die Patient*innensicht noch unterforscht, obwohl die Patient*innen als Betroffene ein besonderes Interesse haben sollten, dass ihnen einerseits die Behandlungsmethoden und zugleich andere Interessen wie etwa Datenschutz gewahrt bleiben. Bei Nachhaltigkeitsthemen ist die Akteur*innenlage noch weit weniger eindeutig und es ist möglicherweise gerade daher gängige Praxis, häufig in Silos zu arbeiten und Entscheider*innen und Betroffene (letztlich die Menschheit) erst dann einzubinden, wenn bereits viele Entscheidungen in die Modellierung eingeflossen sind und dabei ggf. aus Sicht verschiedener Akteur*innen wichtige Faktoren außer Acht gelassen wurden.

Daher empfehlen wir, bereits bei der Erstellung von Modellen multidisziplinär und partizipativ vorzugehen und den Modellbau als iterativen Prozess anzulegen. Hierfür sind Doppelkompetenzen wichtig und es sollten auch Vermittler*innen eingeschaltet werden wie Data Scientists, Fachjournalist*innen, Verbandsvertreter*innen oder zivilgesellschaftliche Akteur*innen, die eben über diese Doppelkompetenz verfügen und den Diskurs mit der breiten Bevölkerung moderieren können. Beim Aufbau der Kompetenzen, bei der Beschaffung von Information, beim Monitoren und Führen des Diskurses in den (sozialen) Medien, bei der Aufbereitung von Erklärungen etc. können verschiedene KI-Technologien eingesetzt werden.

8. Kurzzusammenfassung und Handlungsempfehlungen

Ausgehend davon, dass KI-Systeme zwar nicht geeignet sind, Zukunftsszenarien zu entwerfen, auf der anderen Seite aber viele Szenarien in der herkömmlichen Vorausschau wenig anschaulich sind, haben wir die Idee entwickelt, die

neuste Generation von generativer und erklärbarer KI in einen erweiterten Vorausschau-Prozess zu integrieren, der dafür sorgen soll, die Simulationen von „Expert*innen für Expert*innen“ in (interaktive) Narrative zu übertragen, in denen die Menschen kontextualisiert zukünftige Entwicklungen „erleben“ können, um dadurch informierte demokratische Entscheidungen treffen zu können und auch das eigene Handeln besser reflektieren zu können. Eine zentrale Rolle spielen hierbei bis auf Weiteres Vermittler*innen, die zunächst Proto-Narrative erstellen und dann auch aktiv eingebunden werden bei der Rückkopplung der Interaktionen der Menschen mit den Narrativen in einen iterativen Modellierungs-Prozess neuer Simulationen.

In den folgenden Tabellen werden steckbriefartig einige Maßnahmen skizziert, die nächste Schritte in Richtung des von uns vorgeschlagenen Frameworks darstellen könnten. Dabei fokussieren wir zunächst auf die Einführung von Narrativen und Vermittler*innen.

Maßnahmen 1 bis 4 bauen locker aufeinander auf und setzen als Grundlage ein existierendes oder zukünftiges (pragmatisch wahrscheinlich öffentlich gefördertes) Kern-Projekt mit herkömmlicher Modell-Vorausschaukomponente voraus, das dann um die neuen Aspekte erweitert wird.

Tab. 1: Steckbrief Maßnahme 1 „Vermittler und Proto-Narrative“

| Berufung von Vermittler*innen; Schaffung und Auswertung von Proto-Narrativen | |
|--|---|
| Kurzbeschreibung | <p>Im Rahmen dieser Maßnahme soll die Erweiterung eines vorausgesetzten Kern-Projektes um Vermittler vorgenommen werden, die dann auf Basis des Kern-Projektergebnisse Proto-Narrative entwickeln. Zunächst muss ein Profil für die Vermittler entwickelt werden (z. B. Fachjournalist*innen, Verbandsverteter*innen o. ä. mit „Doppelkompetenz“) aufgrund dessen dann Kandidaten ausgewählt werden können.</p> <p>Die Proto-Narrative sollen dann zunächst als solche untersucht werden: Haben sie eher „ausschmückende“ oder stärker normativen Charakter? Welche Aspekte könnten sich zum Training eines KI-Systems eignen, wo muss ggf. noch in Vorbereitung des KI-Trainings nachgebessert werden? Diese Fragen können vor-technisch, bspw. mit Mock-Ups von KI-Systemen bearbeitet werden. Am Ende sollte eine konkrete Vorstellung stehen, was die Proto-Narrative ausmacht und dazu passende Autoren-Richtlinien etc.</p> |
| Maßnahmentyp | F&E-Förderung, Begleitforschung, Aufbau von Kompetenzen |
| Initiierung | Ministerien |
| Umsetzung | Forschung |
| Umsetzungs- und Wirkungsebene | National oder regional |
| Erwartete Wirkung | Hoch |
| Komplexität der Umsetzung | Gering |
| Zeithorizont | Kurzfristig, abhängig praktisch nur von der Existenz des Kern-Projektes |

Tab. 2: Steckbrief Maßnahme 2 „Implementierung der Proto-Narrative“

| Implementierung der Proto-Narrative in ein generatives KI-Modell mit Interaktionskomponente | |
|---|--|
| Kurzbeschreibung | <p>In dieser Maßnahme sollen die Proto-Narrative aus Maßnahme 1 in ein generatives KI-System mit Interaktionskomponente (aktuelles Beispiel: ChatGPT) eingebaut werden, so dass Nutzerinnen mit den Narrativen im Sinne von Gamification „herumspielen“ können, sich bspw. die Auswirkungen und Konsequenzen im eigenen Umfeld oder in Bezug auf eine selbstgewählte Bezugsgröße beobachten.</p> <p>Die wichtigste Forschungsfrage ist, wie die Narrative auf die KI-Systeme portiert werden, etwa durch Fine-Tuning oder durch Prompting. Vermutlich ist es ratsam, alle Narrative zusammen auf dasselbe Modell zu bringen, damit die Gemeinsamkeiten später herausgearbeitet werden können. Zentral ist auch die Frage, inwieweit die „Primärdaten“ und das Expert*innenwissen aus der Modellierung im Kern-Projekt einfließen können. Diese würden dem Narrativ praktisch ein faktenbasiertes Korrektiv an die Seite stellen.</p> |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Maßnahmentyp | F&E-Förderung, Begleitforschung |
| Initiierung | Ministerien |
| Umsetzung | Forschung |
| Umsetzungs- und Wirkungsebene | National |
| Erwartete Wirkung | Hoch |
| Komplexität der Umsetzung | Mittel bis hoch |
| Zeithorizont | Kurzfristig, setzt Proto-Narrative aus Maßnahme 1 voraus |

Tab. 3: Steckbrief Maßnahme 3 „Wirkung von Narrativen“

| Evaluation der Wirkung von Narrativen im Stil eines konsensorientierten „Wahl-O-Mats“ | |
|--|--|
| Kurzbeschreibung | In dieser Maßnahme soll die Wirkung der Narrative evaluiert werden. Dabei könnte man sich ein Szenario vorstellen wie beim „Wahl-O-Mat“, in dem Proband*innen zu politischen Entscheidungen Stellung nehmen, nachdem sie mit verschiedenen Narrativen (Proto-, interaktiv, Kontrollgruppe: Primärdaten aus Kernprojekt) in Berührung gekommen sind. Neben dem Vergleich der Wirkung von Narrativen sollte besonders die Frage im Mittelpunkt stehen, wie eine Konsensorientierung befördert werden kann. |
| Maßnahmentyp | F&E-Förderung, Begleitforschung |
| Initiierung | Ministerien |
| Umsetzung | Forschung |
| Umsetzungs- und Wirkungsebene | National oder regional |
| Erwartete Wirkung | Mittel |
| Komplexität der Umsetzung | Gering |
| Zeithorizont | Mittelfristig, abhängig von den Ergebnissen von Maßnahmen 1 und 2 |
| Quellen u. weitere Informationen | www.wahl-o-mat.de |

Tab. 4: Steckbrief Maßnahme 4 „Partizipative Modellbildung durch XAI“

| Partizipative Modellbildung durch XAI | |
|---------------------------------------|---|
| Kurzbeschreibung | In dieser Maßnahme soll die Idee ausgearbeitet werden, aus den Interaktionen der Nutzer*innen mit den Narrativen (bspw. mittels Explainable AI, XAI) verwertbaren Input zu liefern für weitere Iterationen des Modellbildungsprozesses im Kernprojekt. Auch hier sollten Vermittler*innen eine Rolle spielen. |
| Maßnahmentyp | F&E-Förderung, Begleitforschung |
| Initiierung | Ministerien |
| Umsetzung | Forschung |
| Umsetzungs- und Wirkungsebene | National, regional |
| Erwartete Wirkung | Hoch |
| Komplexität der Umsetzung | Hoch |
| Zeithorizont | Mittelfristig, setzt voraus, dass das Kernprojekt noch läuft und schon genügend Interaktions-Daten mit Narrativen vorliegen. |

Tab. 4: Steckbrief Maßnahme 5 „Prototyp Planetary Health App“

| Prototyp Planetary Health App | |
|--------------------------------------|--|
| Kurzbeschreibung | In dieser Maßnahme soll der Prototyp einer mobilen Anwendung erstellt werden, in der Nutzer*innen ihre Verhaltens- und Entscheidungsmuster im Hinblick auf Nachhaltigkeitsziele verfolgen, bewerten und ändern können. Die Anwendung bietet die Möglichkeit, das eigene Verhalten auf lokaler, regionaler und globaler Ebene abzubilden und damit die Konsequenzen der eigenen Entscheidungen skaliert auf größere gesellschaftliche Kontexte sichtbar und erfahrbar zu machen. Die Anwendung stellt kontextbezogene Informations- und Bildungsinhalte bereit, zeigt individuell angepasste Handlungsalternativen auf und bietet, nach dem Vorbild existierender Fitness-Apps, Anreize, das eigene Verhalten im Sinne bestimmter Nachhaltigkeitsziele zu ändern. |
| Maßnahmentyp | F&E-Förderung |
| Initiierung | Ministerien |
| Umsetzung | Forschung |
| Umsetzungs- und Wirkungsebene | National |
| Erwartete Wirkung | Hoch |

| | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| Komplexität der Umsetzung | Hoch |
| Zeithorizont | Kurzfristig prototypisch realisierbar |

Tab. 6: Steckbrief Maßnahme 6 „Stärkung der Vermittler“

| Stärkung der Vermittler*innen, Förderung des politischen Selbstverständnisses, Aufbau von Doppelkompetenzen, partizipative Modellbildung | |
|---|---|
| Kurzbeschreibung | Ziel dieser Maßnahme ist, es die Rolle der Vermittler*innen zu etablieren und dafür zu sorgen, dass z. B. in Ministerien Stellen geschaffen werden, die sich in Forschungsprojekte anteilig einbringen können, beispielsweise bei der partizipativen Modellbildung. Ebenso sollten bei Parteien, Verbänden, Umweltorganisationen etc. ähnliche Kompetenzen aufgebaut werden, damit ein politischer Diskurs und Aushandlungsprozess über die Narrative stattfinden kann. |
| Maßnahmentyp | Aus- und Weiterbildung, ggf. Regulierung, |
| Initiierung | Ministerien |
| Umsetzung | Interdisziplinäre Gruppen, möglicherweise ähnlich den heutigen Angeboten zur Aus- und Weiterbildung im Bereich KI (KI-Trainer etc.) |
| Umsetzungs- und Wirkungsebene | EU, national, regional, lokal |
| Erwartete Wirkung | Hoch |
| Komplexität der Umsetzung | Gering |
| Zeithorizont | Dauerhaft |
| Quellen u. weitere Informationen | https://www.mittelstand-digital.de/MD/Navigation/DE/Praxis/KI-Trainer/ki-trainer.html |

Tab. 7: Steckbrief Maßnahme 7 „Transparente und werteorientierte KI-Infrastruktur“

| Transparente und werteorientierte KI-Infrastruktur | |
|---|---|
| Kurzbeschreibung | Das beschriebene Konzept sollte aus Gründen des Datenschutzes (DSGVO) und, um größtmögliches Vertrauen bei den Nutzer*innen zu erzeugen, nicht (dauerhaft) auf den generativen KI-Modellen internationaler Hyperscaler beruhen. Vielmehr sollten Rechnerarchitektur, Daten und die entsprechenden Teams in Deutschland aufgebaut werden, die bspw. für das hier beschriebene Zusammenspiel von Wissenschaft, Entscheidung*innen und Bevölkerung Modelle bereitstellen können, deren Trainingsdaten und -prozeduren bekannt sind, sichergestellt wird, welche Werte in den Systemen codiert sind, etc. |

| | |
|---|--|
| Maßnahmentyp | Infrastruktur, Bereitstellung von Daten |
| Initiierung | Bundesregierung |
| Umsetzung | Staat, ggf. PPP-Konsortien wie z. B. LEAM, Forschung |
| Umsetzungs- und Wirkungsebene | national |
| Erwartete Wirkung | Hoch |
| Komplexität der Umsetzung | Mittel |
| Zeithorizont | Mittelfristig, 1-2 Jahre |
| Quellen u. weitere Informationen | https://leam.ai |

Tab. 8: Steckbrief Maßnahme 8 „Vermittler als politisch legitimierte Akteure“

| Vermittler*innen als politisch legitimierte Akteure | |
|--|---|
| Kurzbeschreibung | Ein zentraler Hebel im vorliegenden Konzept sind die sogenannten Vermittler*innen, die u. A. die Ergebnisse der herkömmlichen Simulation kontextualisieren und „ausschmücken“. Es sollte geklärt werden, welchen Status diese Personengruppe hat und, welche Rechte und Pflichten diese Personen haben und welchen regulatorischen Ansprüchen sie ggf. genügen müssen (Ausbildung, Schulung, Vereidigung, etc.) |
| Maßnahmentyp | Regulierung |
| Initiierung | Bundesregierung |
| Umsetzungs- und Wirkungsebene | National |
| Erwartete Wirkung | Mittel |
| Komplexität der Umsetzung | Gering |
| Zeithorizont | Kurzfristig |

Tab. 9: Steckbrief Maßnahme 9 „Zulassung der Befragung von Narrativen durch das Parlament“

| Zulassung der Befragung von Narrativen durch das Parlament | |
|--|--|
| Kurzbeschreibung | Mit dieser Maßnahme soll geprüft werden, ob und wie die Befragung von Narrativen (seien sie vorgetragen durch Vermittler oder KI-Systeme) einen vergleichbaren Status bekommen können wie die Befragung einer Person in den üblichen Expert*in-Anhörungen, bspw. durch Ausschüsse. |
| Maßnahmentyp | Regulierung |
| Initiierung | Bundesregierung |
| Umsetzungs- und Wirkungsebene | National |
| Erwartete Wirkung | Gering |
| Komplexität der Umsetzung | Gering |
| Zeithorizont | Mittelfristig |

Tab. 10: Steckbrief Maßnahme 10 „Befähigung der Bevölkerung zur Gestaltung und Legitimation evidenz- und narrativbasierter Transformationsprozesse“

| Befähigung der Bevölkerung zur Gestaltung und Legitimation evidenz- und narrativbasierter Transformationsprozesse | |
|---|--|
| Kurzbeschreibung | Die Einbeziehung der Bevölkerung durch die Narrative setzt im Minimum eine groß angelegte Informationskampagne voraus, ggf. müssen Schulungsmaßnahmen konzipiert und angeboten werden und in geeigneter Weise ausgerollt werden, bspw. durch Online-Tutorials. |
| Maßnahmentyp | Information |
| Initiierung | Bundesregierung |
| Umsetzung | Agentur(en), ggf. Bildungseinrichtungen wie Volkshochschulen o. Ä. |
| Umsetzungs- und Wirkungsebene | national, regional, lokal |
| Erwartete Wirkung | Hoch |
| Komplexität der Umsetzung | Mittel |
| Zeithorizont | Kurzfristig, da Voraussetzung für die Implementation des Konzeptes |

Literatur

- Asghari, H.; Birner, N.; Burchardt, A.; Dicks, D.; Faßbender, J.; Feldhus, N.; Hewett, F.; Hofmann, V.; Kettemann, Matthias C.; Schulz, W.; Simon, Judith; Stolberg-Larsen, J.; and Züger, T. (2021). What to explain when explaining is difficult? An interdisciplinary primer on XAI and meaningful information in automated decision-making. Alexander von Humboldt Institute for Internet and Society.
- Bauer, S., Kollosche, I., Uhl, A., de Melo, G., and Fritzsche, K. (2022). Die Digitale Vermessung der Zukunft. Technical Report. Positionspapier 9, CO:DINA, Berlin, Germany.
- Davoudi, S., Shaw, K., Haider, L. J., Quinlan, A. E., Peterson, G. D., Wilkinson, C., Fünfgeld, H., McEvoy, D., Porter, L., & Davoudi, S. (2012). Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? "Reframing" Resilience: Challenges for Planning Theory and Practice Interacting Traps: Resilience Assessment of a Pasture Management System in Northern Afghanistan Urban Resilience: What Does it Mean in Planning Practice? Resilience as a Useful Concept for Climate Change Adaptation? The Politics of Resilience for Planning: A Cautionary Note. *Planning Theory & Practice*, 13(2), 299–333.
- Donges, J. F., Lucht, W., Müller-Hansen, F., & Steffen, W. (2017). The technosphere in Earth System analysis: A coevolutionary perspective. *The Anthropocene Review*, 4(1), 23–33.
- Ekardt, Felix (2013): Verankerung von Nachhaltigkeitsgrundsätzen in ökonomischen Instrumenten und im Wettbewerbsrecht – auch unter Berücksichtigung des Europarechts, Kurzstudie zur Enquête-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität“ des Deutschen Bundestages im Auftrag der Friedrich-Ebert-Stiftung, Leipzig.
- Kim, N.S., Johnson, S.G.B., Ahn, Wk. et al. The effect of abstract versus concrete framing on judgments of biological and psychological bases of behavior. *Cognitive Research* 2, 17 (2017).
- Galaz, V., Centeno, M. A., Callahan, P. W., Causevic, A., Patterson, T., Brass, I., Baum, S., Farber, D., Fischer, J., Garcia, D., McPhearson, T., Jimenez, D., King, B., Larcey, P., and Levy, K. (2021). Artificial intelligence, systemic risks, and sustainability. *Technology in Society*, 67:101741.
- Großklaus, M. (2022). Vom Modewort zum transformativen Hebel. Technical Report. Positionspapier 11, CO:DINA, Berlin, Germany

- Lampoltshammer TJ, Maurer H, Pulda N, Klimek P, Hurt J, Rosenbichler U. (2023) Challenges toward Evidence-Based Policymaking Using Agent-Based Modeling for Federal Sports Grants: A Self-Reflection from a Transdisciplinary Project. *Sustainability*. 15(4):2853.
- Miller, T. (2017). Explanation in Artificial Intelligence: Insights from the Social Sciences. *Artificial Intelligence*, 267, 1-38.
- Munson, S., Lee, S., & Resnick, P. (2021). Encouraging Reading of Diverse Political Viewpoints with a Browser Widget. *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*, 7(1), 419-428.
- Musch, Annika-Kathrin (2020): Transformation oder Stagnation?: Partizipation in der Nachhaltigkeitsforschung – eine vergleichende Fallstudie. Dissertation, LMU München: Faculty of Geosciences.
- Renn (2022). *Die Evolution des Wissens*. Suhrkamp.
- Rombach, R., Blattmann, A., Lorenz, D., Esser, P., & Ommer, B. (2021). High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models. *2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 10674-10685.
- Savin, I., Creutzig, F., Filatova, T., Foramitti, J., Konc, T., Niamir, L., Safarzynska, K., & van den Bergh, J. (2022). Agent-based modeling to integrate elements from different disciplines for ambitious climate policy. *WIREs Climate Change*, e811.
- Steinmüller, K., Burchardt, A., Gondlach, K., von der Gracht, H., Kisgen, S., Ellermann, K., ... & John, M. (2022). Kann Künstliche Intelligenz Zukunftsforschung? – Ein spekulativer Impuls. *Zeitschrift für Zukunftsforschung*, 2022(1).
- Tyng, C. M., Amin, H. U., Saad, M. N. M., & Malik, A. S. (2017). The Influences of Emotion on Learning and Memory. *Frontiers in psychology*, 8, 1454.
- Wagner, F., Milojevic-Dupont, N., Franken, L., Zekar, A., Thies, B., Koch, N., & Creutzig, F. (2022). Using explainable machine learning to understand how urban form shapes sustainable mobility. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 111, 103442.
- Walk, Heike (2013). Herausforderungen für eine integrative Perspektive in der sozialwissenschaftlichen Klimafolgenforschung. In: Andrea Knierim, Stefanie Baasch und Manuel Gottschick (Hg.): Partizipation und Klimawandel. Ansprüche, Konzepte und Umsetzung. München: Oekom (Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten, 1), S. 21-37.

Über die Autoren

Aljoscha Burchardt

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)

Aljoscha Burchardt ist Principal Researcher und stellvertretender Standortsprecher am DFKI in Berlin. Er ist Experte für Sprachtechnologie und Künstliche Intelligenz. Burchardt ist Senior Research Fellow des Weizenbaum-Institutes für die vernetzte Gesellschaft und stellvertretender Vorsitzender der Berliner Wissenschaftlichen Gesellschaft. Außerdem war er als Sachverständiger Mitglied der Enquete-Kommission „Künstliche Intelligenz“ des Deutschen Bundestages.

Jochen Büttner

Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte (MPIWG)

Jochen Büttner arbeitet als Wissenschaftshistoriker am MPIWG in Berlin. Als externer Partner im Berliner KI Kompetenzzentrum BIFOLD (Berlin Institute for the Foundation of Learning and Data) forscht er zu Anwendungen Maschinellen Lernens im Bereich der Digital Humanities.

Jürgen Renn

Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte (MPIWG)

Max-Planck-Institut für Geoanthropologie

Jürgen Renn ist Direktor am MPIWG und am Max-Planck-Institut für Geoanthropologie in Jena. Seine Forschung beschäftigt sich mit den langfristigen Entwicklungen der Wissenschaft, mit Bezug auf die Prozesse der Globalisierung und den historischen Dynamiken die zum Anthropozän führten. In über zwei Jahrzehnten am MPIWG haben seine zahlreichen Forschungsprojekte zur Wissensentwicklung in Bezug auf verschiedene Kulturen und historische Epochen neue Ansätze verfolgt, insbesondere in den Digital Humanities. Jürgen Renn ist unter anderem Mitglied der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina des Direktoriums von ESYS – Energiesysteme der Zukunft, überdies wurde er von der American Association for the Advancement of Science zum Fellow gewählt.

Über CO:DINA

Das Verbundvorhaben CO:DINA – Transformationsroadmap Digitalisierung und Nachhaltigkeit vernetzt Wissenschaft, Politik, Zivilgesellschaft und Wirtschaft, um neue strategische Stoßrichtungen für eine sozial-ökologische Digitalisierung zu identifizieren. Vielfalt in Denkweisen, Perspektiven und Erfahrungen ist die Voraussetzung, um die Komplexität der Digitalisierung besser zu verstehen und grundlegenden Fragen insbesondere zur Künstlichen Intelligenz mit tragfähigen Lösungsansätzen zu begegnen. Dabei entstehen Netzwerke zwischen Akteursgruppen, die bislang unzureichend verbunden waren. So wird die politische und gesellschaftliche Handlungsfähigkeit für einen sozial-ökologisch-digitalen Wandel gestärkt.

Das Vorhaben wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) im Rahmen der KI-Leuchtturm-initiative gefördert und gemeinsam vom IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung und dem Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie umgesetzt.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Impressum



Institut für
Zukunftsstudien und
Technologiebewertung

IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH
Schopenhauerstr. 26, 14129 Berlin
Tel.: +49 (0) 30 803088-0
Fax: +49 (0) 30 803088-88
E-Mail: info@izt.de
Internet: www.izt.de



**Wuppertal
Institut**

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
Döppersberg 19, 42103 Wuppertal
Tel.: +49 (0) 202-2492-101
Fax: +49 (0) 202-2492-108
E-Mail: info@wupperinst.org
Internet: www.wupperinst.org



Deutsches
Forschungszentrum
für Künstliche
Intelligenz GmbH

Deutsches Forschungszentrum für
Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI)
Tel.: +49 (0) 631 20575 0
E-Mail: info@dfki.de
Internet : www.dfki.de



Weitere Veröffentlichungen unter:
www.codina-transformation.de