



# ZEITSCHRIFT FÜR ZUKUNFTSFORSCHUNG

# 2022

## **Editorial**

*Karlheinz Steinmüller, Aljoscha Burchard, Kai Gondlach, Heiko von der Gracht, Stefanie Kising, Kai Ellerman, Melanie Martini, Marcus John*

## **Kann Künstliche Intelligenz Zukunftsforschung? – Ein spekulativer Impuls**

*Petia Krasteva, Anja Cudok, Christian Raulf, Tobias Huth, Thomas Vietor, Joachim Axmann*

## **Vision Board**

*Katharina Schäfer, Karlheinz Steinmüller, Axel Zweck*  
**Experten, Emotionen und soziale Innovationen**

# Inhaltsverzeichnis

---

Editorial.....	1
<b>Netzwerk Zukunftsforschung</b>	
Karlheinz Steinmüller, Aljoscha Burchard, Kai Gondlach, Heiko von der Gracht, Stefanie Kisgen, Kai Ellerman, Melanie Martini, Marcus John	
Kann Künstliche Intelligenz Zukunftsforschung? – Ein spekulativer Impuls .....	4
<b>Beiträge</b>	
Petia Krasteva, Anja Cudok, Christian Raulf, Tobias Huth, Thomas Vietor, Joachim Axmann	
Vision Board.....	38
<b>Buchbesprechung</b>	
Katharina Schäfer, Karlheinz Steinmüller, Axel Zweck	
Experten, Emotionen und soziale Innovationen .....	64
Stichwortverzeichnis.....	69

**Herausgeber:innen:** Eva Cebulla, Kerstin Cuhls, Birgit Weimer, Andreas Weßner, Axel Zweck

**Redaktion:** Antje Bierwisch, Eva Cebulla, Kerstin Cuhls, Tim Franke, Katharina Schäfer, Karlheinz Steinmüller, Birgit Weimert, Andreas Weßner, Axel Zweck

Zeitschrift für Zukunftsforschung | Jg. 10, 2022 | Ausgabe 1 | ISSN: 2195 – 3155  
<http://www.zeitschrift-zukunftsforschung.de>

In Kooperation mit:



# **Editorial**

*Zeitschrift für Zukunftsforschung*

Version 0.1 © Zeitschrift für Zukunftsforschung

## **1 Neues aus der Zeitschrift**

Das Jahr 2022 war ein ereignisreiches Jahr für die Mitglieder der Zeitschrift für Zukunftsforschung. Nach unserer Neuaufstellung im Jahr 2021 haben wir uns in den letzten Monaten verstärkt darauf konzentriert, unsere Außendarstellung und Reichweite zu verbessern. Parallel haben wir an unseren Strukturen gearbeitet, unsere Rubriken weiter erprobt und uns um unser Kerngeschäft, die Publikationen, gekümmert. Die Entwicklung des letzten Jahres möchten wir unserer Leserschaft im Folgenden gerne darlegen:

### **1.1. Neue Mitglieder**

Zuallerst möchten wir zwei neue Redaktionsmitglieder in unserem Kreis offiziell willkommen heißen:

- *Antje Bierwisch* als Professorin und Fachbereichsleiterin „Innovation & Entrepreneurship“ der MCI unterstützt uns schon länger bei den anfallenden Tätigkeiten und
- *Karlheinz Steinmüller* als Mitgründer einer privaten Consultingfirma für Zukunftsfragen und Science-Fiction-Autor.

Wir freuen uns über die inhaltlichen Diskussionen bei unseren Redaktionssitzungen und auf eine langfristige, bereichernde Zusammenarbeit!

### **1.2. Rubriken**

Weiterhin können wir berichten, dass unsere im Jahr 2021 eingeführte Rubrik des Diskursforums gut angenommen wurde. So erschien in diesem Jahr der Impuls „Kann Künstliche Intelligenz Zukunftsforschung?“. Weitere Beiträge für das kommende Jahr sind bereits in Planung. Insbesondere freut uns hier die Zusammenarbeit mit dem im Netzwerk für Zukunftsforschung.

Außerdem haben wir uns dazu entschieden, eine weitere Rubrik zu erproben. Neu erschienene Bücher, die für Netzwerkmitglieder sowie Zukunftsforscherinnen und Zukunftsforscher von Interesse sind, werden mit einem inhaltlichen Schwerpunkt vorgestellt und kommentiert. In dem in der Rubrik erschienen Beitrag mit dem Titel „Experten, Emotionen und Innovationen“ wurden so beispielhaft drei Bücher vorgestellt.

### **1.3. LinkedIn**

Um unsere Außendarstellung und Reichweite zu verbessern, haben wir uns zu Beginn des Jahres intensiv mit Social Media auseinandergesetzt. Neben diversen Workshops zur Strategieentwicklung unter Anleitung eines Experten haben wir einen individuellen und langfristigen Plan erarbeitet, wie wir für die Community und für Interessierte Inhalte zeitgemäß erarbeiten und veröffentlichen können. Dabei ist es nicht nur bei der theoretischen Ausarbeitung geblieben. Wir freuen uns Ihnen mitteilen zu können, dass wir mittlerweile einen LinkedIn-Account etablieren konnten<sup>1</sup>, in dem wir über die Neuigkeiten der Zeitschrift berichten. Mit nur einem Klick können Sie uns auf LinkedIn abonnieren, wenn Sie immer auf dem neuesten Stand sein möchten!

### **1.4. Beiträge**

Natürlich haben wir unser eigentliches Kerngeschäft nicht vernachlässigt und im Jahr 2022 insgesamt drei äußerst spannende Beiträge veröffentlicht.

In dem Beitrag „Vision Board. Ein Hilfsmittel zur systematischen Gestaltung von Zukunftsszenarien am Beispiel der Mobilität“ von Petia Krasteva, Anja Cudok, Christian Raulf, Tobias Huth, Thomas Vietor und Joachim Axmann wird der Bedarf an Methoden zur systematischen, szenariobasierten Anforderungsermittlung anhand der Mobilitätsbranche diskutiert. Die Autorinnen und Autoren stellen ein neues Hilfsmittel, sogenannte „Vision Boards“ vor, welche eine systematische Gestaltung von Zukunftsszenarien im Mobilitätsbereich ermöglicht und berichten von ersten Anwendungsergebnissen.

Wie bereits erwähnt, wurde mit dem Beitrag „Kann Künstliche Intelligenz Zukunftsforschung? – Ein spekulativer Impuls“ unsere neue Rubrik aufgenommen. In dem Essay diskutieren Karlheinz Steinmüller, Aljoscha Burchardt, Kai Gondlach,

---

<sup>1</sup> Siehe: <https://www.linkedin.com/company/zeitschrift-fuer-zukunftsforschung/>

Heiko von der Gracht, Stefanie Kisgen, Kai Ellermann, Melanie Martini und Marcus John die Ergebnisse des Arbeitsgruppentreffens des „DiskursForums“ des Netzwerks für Zukunftsforschung. In diesem Arbeitsgruppentreffen aus dem März 2021 wurde ein Impulsvortrag gehalten, der sich mit der Rolle von KI in Zukunftsforschung auseinandersetzt.

Abschließend beschäftigt sich die Buchbesprechung „Experten, Emotionen und soziale Innovationen“ von Katharina Schäfer, Karlheinz Steinmüller und Axel Zweck mit für die zukunftsinteressierte Community spannenden, neu erschienenen Werken, von welchen drei in einem Kurzbeitrag vorgestellt und die darin angeführten Impulse zu neuen Methodiken der Zukunftsforschung sowie die Rolle von Expertinnen und Experten und Laien diskutiert werden.

### **1.5. Ausblick auf 2023**

Zuletzt möchten wir einen kurzen Ausblick auf das kommende Jahr geben. Neben einer Vielzahl an potentiellen Beiträgen möchten wir selbstverständlich unsere Rubriken weiter ausbauen. Für die Zukunftsforschung als werdende Disziplin sind insbesondere Diskussionen der Mitglieder von besonderer Relevanz, was wir selbstverständlich unterstützen möchten. Weiterhin verfolgen wir unser Bestreben nach Attraktivität und Zeitmäßigkeit, um uns auf diesem Weg als wissenschaftliche Zeitschrift etablieren zu können.

#### **Lizenz**

Jedermann darf dieses Werk unter den Bedingungen der Digital Peer Publishing Lizenz elektronisch übermitteln und zum Download bereitstellen. Der Lizenztext ist im Internet unter der Adresse:

[http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/dppl/DPPL\\_v2\\_de\\_06-2004.html](http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/dppl/DPPL_v2_de_06-2004.html) abrufbar.

#### **Empfohlene Zitierweise**

Redaktion Zeitschrift für Zukunftsforschung, (2022). Editorial. Zeitschrift für Zukunftsforschung, 11, S. 1-3. urn:nbn:de:0009-32-56648

Bitte geben Sie beim Zitieren dieses Artikels die exakte URL und das Datum Ihres letzten Besuchs bei dieser Online-Adresse an.

# ***Kann Künstliche Intelligenz Zukunftsforschung? – Ein spekulativer Impuls***

DiskursForum aus dem NZF

*Karlheinz Steinmüller, Aljoscha Burchard, Kai Gondlach, Heiko von der Gracht, Stefanie Kisgen, Kai Ellerman, Melanie Martini, Marcus John*

Version 0.1 © Zeitschrift für Zukunftsforschung

## **1. Einführung**

Das Netzwerk Zukunftsforschung<sup>2</sup> führt regelmäßig Veranstaltungen und Arbeitsgruppentreffen durch, um den fachlichen Austausch zu theoretischen wie konzeptionellen Entwicklungen in der Zukunftsforschung vor dem Hintergrund der praktischen Erfahrungen der Netzwerkmitglieder und der interessierten Fachöffentlichkeit zu diskutieren. Denn die Zukunftsforschung als Kleines Fach lebt von einem regen Austausch der Zukunftsforschenden, den die Zeitschrift für Zukunftsforschung neben der Veröffentlichung wissenschaftlicher Publikationen und Projektberichten mit dem vorliegenden Format DiskursForum weiter befördern möchte. Der Essay von Dr. Karlheinz Steinmüller basiert auf einem Impulsvortrag, der im März 2021 bei dem gemeinsamen Arbeitsgruppentreffen des Netzwerks Zukunftsforschung, des Masterstudiengangs Zukunftsforschung an der FU Berlin sowie der Alumni des Studienganges, welche sich als „Kapitel 21“ der Ernst-Reuter-Gesellschaft e.V. organisiert haben, vorgestellt wurde.

Wir freuen uns sehr über die große Beteiligung unserer Leserschaft an dieser Diskussion, welche sich in den hier veröffentlichten Repliken widerspiegelt. Wir danken daher Dr. Karlheinz Steinmüller und allen Mitwirkenden und wünschen Ihnen beim Lesen neue und interessante Einblicke, die zu einem weiterführenden Diskurs anregen.

Andreas Weßner und Dr. Birgit Weimert für das NZF-Board

im Mai 2022

---

<sup>2</sup> <https://netzwerk-zukunftsforschung.de/>

### **Inhalt des Diskursforums:**

2. Essay von Dr. Karlheinz Steinmüller
3. Replik 1: Dr. Aljoscha Burchardt
4. Replik 2: Kai Gondlach
5. Replik 3: Prof. Dr. Heiko von der Gracht & Prof. Dr. Stefanie Kisgen
6. Replik 4: Kai Ellermann, Melanie Martini & Dr. Marcus John
7. Resümee: Dr. Karlheinz Steinmüller

## **2. Essay: Kann Künstliche Intelligenz Zukunftsforschung? – Ein spekulativer Impuls**

*Dr. Karlheinz Steinmüller, Berlin*

### **2.1. Der alte Traum von Computerprognosen**

„Den größten Nutzen wird die »Futurologie« aus der immer weiteren Verbreitung von erschwinglicheren und handlicheren Datengeräten ziehen, die es mit sich bringen wird, dass jede Behörde bis in die kleinste Gemeinde, jedes Unternehmen bis zum kleinsten Betrieb, ja vermutlich sogar viele Einzelpersonen eigene »Vorausberechnungen« als eine Übung betreiben werden, die so selbstverständlich werden kann wie heute der Blick auf die Uhr.“ (*Jungk, 1969, S. 15*)

So stellte sich Robert Jungk die Futurologie des Jahres 1985 vor – samt einer Vorwegnahme des Smartphones, wenn auch noch mit Ticker-Streifen. Heute hat sich der Traum einer computergestützten Prognosewissenschaft auf Softwarelösungen und speziell Künstliche Intelligenz (KI) verlagert. Es ist schon paradox: Immer wieder hat sich in den jüngsten Jahren die Zukunftsforschung damit befasst, welche – mutmaßlich disruptiven! – Auswirkungen die sich abzeichnenden Entwicklungen bei Big Data, Machine Learning etc. auf die unterschiedlichsten Branchen, auf das Alltagsleben oder Arbeitskonzepte haben werden. Selten jedoch blickt die Zukunftsforschung einmal auf sich selbst: Wird nicht auch unser Arbeitsfeld durch KI tiefgreifend verändert werden? Eine der wenigen Äußerungen dazu stammt von der Trendforscherin Birgit Gebhardt, die sich 2013 so äußerte:

„Die Zukunft der Zukunftsforschung – wie übrigens auch der Marktforschung – aber liegt in der geolokalisierten Datengenerierung in Echtzeit und ihrer teilautomatischen Auswertung. Durch die Vernetzung von Daten, Profilen und

Prozessen in der Dialogkultur des Semantic Web ist die Informationsgenerierung und Meinungsbildung mittlerweile selbst einem Wandel unterworfen. Das Semantic Web eröffnet neue Möglichkeiten, qualitative Erkenntnisse teilautomatisch und quantifizierbar verdichten zu können. Damit geht die Markt-, Trend- und Zukunftsforschung über in die Hände von Google und Co. Die Geschäftsmodelle der Prognostiker-Thinktanks sind selbst von einer disruptiven Welle erfasst.“ (Gebhardt, 2013)

Viel nüchterner ist dagegen die Einschätzung von VDI Research zu „Predictive Analytics“ (Zweck & Braun, 2021): Zumindest auf absehbare Zeit wird sich die Zukunftsforschung auch nicht näherungsweise durch Algorithmen ersetzen lassen. Diese können jedoch als wichtiges Hilfsmittel dienen.

Wo aber liegen die tatsächlichen Langfristperspektiven? Disruption oder graduelle Verbesserung? Kann Foresight durch KI eine neue Qualität erreichen? Höhere Verlässlichkeit und höhere Objektivität dank Digitalisierung? Welche Arbeitsprozesse lassen sich überhaupt automatisieren und welche nicht? Bei welchen Methoden kann KI eine Unterstützung bieten?

Bei einer näheren Analyse wirft die Frage nach der Rolle, die KI für die Zukunftsforschung spielen kann, weitere, grundsätzlichere Fragen auf. Regelmäßig wird herausgestellt, dass gute Zukunftsforschung Intuition, Phantasie, Kreativität benötigt, und bisweilen wird ergänzt, dass genau diese menschlichen kognitiven Fähigkeiten nicht in einer KI zu realisieren seien. Aber was genau ist in diesem Zusammenhang mit Intuition, Phantasie, Kreativität gemeint und wo werden diese in Foresight-Prozessen relevant? Häufig wird auch in Anlehnung an Herman Kahn formuliert, dass die Zukunftsforschung nicht aus der Vergangenheit, sondern aus der Zukunft lernen müsse, und wiederum ergänzt, dass KIs nur historische Daten berücksichtigen können. Wie aber lernen wir aus der Zukunft? Können wir diese Lernprozesse spezifischer beschreiben oder handelt es sich doch nur um eine hübsche Metapher? Und wenn wir diese Lernprozesse – etwa mit Elementen wie der Konstruktion von Zukunftsbildern und deren Auswertung – detailliert beschreiben können, vielleicht auch mit dem Wechselspiel von kognitiven und emotionalen Aspekten, könnten wir sie dann nicht auch in einer KI realisieren?

Letztlich beruhen diese Überlegungen auf einer gängigen, aber nicht unumstrittenen erkenntnistheoretischen Argumentationslinie: Wenn sich Begriffe wie Intuition, Phantasie, Kreativität erst einmal wissenschaftlich exakt erfassen, ihre „Mechanismen“ beschreiben und damit methodisch operationalisieren lassen, dann kann man die entsprechenden Fähigkeiten auch in Algorithmen niederlegen. Verstehen heißt

nachbauen können. KI könnte der Königsweg zum Selbstverständnis des menschlichen Geistes sein.

## 2.2. KI heute: Leistungsfähigkeit und Schwachstellen

Künstliche Intelligenz wird verschieden definiert.<sup>3</sup> Für unsere Zwecke genügt es festzuhalten, dass mit KI technische Systeme gemeint sind, die ein Verhalten an den Tag legen, das wir Menschen als „intelligent“ betrachten, die insbesondere ihre Aufgabe und/oder ihre Umgebung analysieren und im Rahmen ihrer Programmierung bzw. Konstruktion mit einem gewissen Grad an Autonomie handeln, um die Aufgabe zu lösen oder bestimmte Ziele zu erreichen. Stets geht es dabei um die Nachbildung von menschlichen Denk- und Entscheidungsstrukturen durch Algorithmen, die auf einer hinreichenden Datenbasis operieren.

Was wir dabei als „intelligent“ ansehen, kann sich im Verlaufe der Zeit dramatisch verschieben. Vor wenigen Jahrzehnten noch galt Zeichenerkennung als ein Hauptfeld der KI-Forschung; heute wird niemand mehr eine OCR-App als intelligent bezeichnen. Selbst Schachprogramme, einst Speerspitze der Forschung, sind heute etwas Alltägliches. Sobald etwas routiniert funktioniert, redet man nicht mehr von KI.

Mit der mehr oder weniger in Echtzeit ablaufenden Nutzung von Big Data, extrem großen, zumeist heterogenen Datenmengen, die in der digitalen Welt anfallen, mit neuronalen Netzen, die Aspekte der Verschaltung von Neuronen in Lebewesen imitieren, mit maschinellem Lernen und Deep Learning (maschinellern Lernen auf der Basis von mehrschichtigen neuronalen Netzen) hat die KI heute einen Stand erreicht, der zahlreiche spannende und teilweise neuartige Einsatzfelder einschließt: von individualisiertem Marketing, einigermaßen brauchbarer maschineller Übersetzung und automatischer Generierung von News bis zu Gesichtserkennung und (semi-) autonomen Fahrzeugen. Schlagwörter wie predictive purchasing (für die Bereitstellung von Waren auf der Basis von Annahmen über Käuferwünsche), predictive policing (für die Einteilung von polizeilichen Ressourcen auf der Basis von prognostizierten Gefährdungssituationen) und allgemeiner predictive analytics (für das gesamte Feld von algorithmischen Vorhersageverfahren, die aus historischen Daten Muster gewinnen und aus diesen Wahrscheinlichkeitsaussagen für die Zukunft ableiten) weisen darauf hin, dass die Ableitung von kurzfristigen Prognosen für alltäg-

---

<sup>3</sup> Als KI wird auch das Teilgebiet der Informatik bezeichnet, das sich mit „intelligenten“ Systemen befasst; wir beziehen uns hier und im Folgenden ausschließlich auf die Systeme (Algorithmen, z. T. kombiniert mit Hardware).

liche Situationen bereits zu einem kaum mehr spektakulärem Anwendungsfeld von KI geworden ist.

Allerdings handelt es sich hierbei in jedem Fall um sogenannte schwache KI (narrow artificial intelligence), hochspezialisierte KI-Lösungen, die für ihr spezielles Anwendungsfeld gute Resultate liefern, sich jedoch nicht auf andere Felder übertragen lassen – so wenig, wie ein Schachprogramm auch fähig wäre, Go zu spielen.

Dem steht das heute noch visionäre Konzept der starken KI (artificial general intelligence) gegenüber, die so universell einsetzbar sein soll wie die menschliche Intelligenz, also insbesondere fähig sein soll, kontextabhängig und selbsttätig Lösungen auf neuen Einsatzgebieten zu finden. Als rein spekulativ betrachte ich das von Nick Bostrom (2014) und anderen vorgebrachte Konzept einer Superintelligenz, die über eine kognitive Leistungsfähigkeit verfügt, die die des Menschen weit übersteigt und in Bostroms Interpretation sogar omniscient (allwissend) und omnipotent (allmächtig) wird – womit sie einen eher theologischen Charakter erhält!

Heutige KIs sind von einer allgemeinen KI noch weit entfernt. Ihre Grenzen und Schwächen werden an medial breit diskutierten Fehlleistungen deutlich. So brachte ein eingebauter Lernalgorithmus den Chatbot TAY von Microsoft 2016 dazu, sich (wie sein Trainingsmaterial) rassistisch zu äußern. Recruiting-Algorithmen bevorzugten Männer, selbst wenn die Geschlechtsangabe aus der Bewerbung gelöscht war, weil in den Trainingsdaten mehr oder weniger geschlechtsspezifische Merkmale mit dem Karriereerfolg korreliert waren.

Die Probleme beginnen bei der Datenbasis: Selbstverständlich können nur Daten aus der Vergangenheit genutzt werden. Diese haben (je nach Aufgabe) einen zumeist sehr engen Fokus, heterogene, nicht-standardisierte Daten sind sehr viel schwerer einzu-beziehen. Zudem existieren stets Schief lagen in den Daten, die dazu führen, dass KIs einen Bias, sehr ähnlich menschlichen Vorurteilen, erlernen. Hinzu kommt noch der Umstand, dass in die Algorithmen – z. B. in die Definition der Parameter – Vorannahmen ihrer (menschlichen) Konstrukteure einfließen.

Die Objektivität der Computer (und damit der KI) ist eine Mär, die nicht nur von vielen ihrer meist männlichen Konstrukteure kolportiert wird.

### **2.3. Algorithmen in der Zukunftsforschung**

Noch spielt KI in der Zukunftsforschung kaum eine Rolle. Unterschiedliche Phasen eines Foresightprozesses bieten in unterschiedlichem Maße Ansatzpunkte für

Software. Wenn wir ein einfaches fünfstufiges Modell zugrunde legen, ergibt sich – nach meinen gewiss nicht allgemeingültigen Erfahrungen – folgendes Bild:

- (1) Bei der Festlegung der Forschungsfrage, für Bounding und Framing kommt derzeit Software nicht zum Einsatz. Diese Fragen werden zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer ausgehandelt.
- (2) Anders bei der Recherche. Als Rechercheinstrument – im Internet, in Datenbanken – sind automatisierte Verfahren bereits gang und gebe (Bibliometrie, Text Mining u. ä.).
- (3) Auch in der Analysephase, etwa für die Auswertung von Quellen, werden Software-Tools eingesetzt (z. B. Textanalyse, Auswertung von Surveys). Offensichtlich aber existieren bislang weder für Recherchen noch für Analysen automatisierte Verfahren, mit denen neuartige Phänomene, sog. Schwache Signale, erkannt werden können.<sup>4</sup> Abweichungen von etablierten statistischen Mustern lassen sich ermitteln, nicht aber Items, die aus den vorgegebenen Such- und Analyserastern (dem Raum der festgelegten Parameter) herausfallen. Auch die Interpretation der Ergebnisse liegt in Menschenhand.
- (4) Der eigentliche „Schritt in die Zukunft“ (Projektionsphase) erfolgt durch die Konstruktion von Zukunftsbildern, oft in Form von Szenarien oder mithilfe von Trendextrapolationen oder Modellierung. Gerade aufwendige Modellierungen können einen Ansatzpunkt für KI-basierte Tools bieten, etwa für die Auswertung von Simulationsläufen oder für eine Störereignisanalyse. Bei partizipativen Verfahren ist die Nutzung von Softwarelösungen bislang vernachlässigbar. Viele Szenarioprozesse stützen sich auf einschlägige Software.
- (5) Die Ableitung von Schlussfolgerungen, gegebenenfalls Handlungsempfehlungen, setzt die Interpretation der Zukunftsbilder voraus. Prinzipiell können bei der Entscheidungsfindung Optimierungsverfahren eingesetzt werden; bei den mir bekannten Foresightprozessen geschieht dies kaum einmal.

Das Phasenmodell verdeutlicht, dass die Vorstellung von „Foresight per Knopfdruck“ – einer vollautomatischen Erstellung von Zukunftsbildern samt Handlungsempfehlungen per KI – eine Utopie ist. Die Defizite der heutigen Softwarelösungen liegen auf der Hand: Sie arbeiten mit den Daten, die sie bekommen, und mit den Parametern, die in sie hineinprogrammiert wurden. Den jeweils konkreten, nicht datenmäßig

---

<sup>4</sup> Zu den Grenzen von Big-Data-Anwendungen speziell bei Schwachen Signalen siehe Zweck & Braun (2021), vgl. auch Bosse et al. (2018).

erfassten Kontext können sie naturgemäß nicht mit einbeziehen. Die Interpretation (im Englischen treffend: sense making) und das visionäre Vorausdenken bleiben daher den Menschen überlassen.

In einem Aufsatz in der Zeitschrift Wired drückte Simonite (2018) die Limitationen auch noch der besten heutigen KI aus: „Even the very best algorithms lack the ability to use common sense, or abstract concepts, to refine their interpretation of the world as humans do.“ Bietet die Lernfähigkeit künftiger starker KI hier einen Ausweg?

#### **2.4. Ein Gedankenexperiment: Die Pythia Electronica**

Stellen wir uns als utopische Fernvision vor, dass eine künftige hochentwickelte, notwendigerweise allgemeine KI auf Anfrage hin wertvolle und hilfreiche Aussagen über mögliche und wahrscheinliche, vielleicht auch für ihre Adressaten wünschbare Zukünfte von sich gibt.<sup>5</sup> Ihre Erkenntnisse beruhen auf den unfassbar großen Datenmengen, die in den globalen Netzen zirkulieren, und auf Verarbeitungsprozeduren, die menschliche Fähigkeiten (insbesondere der Mustererkennung) weit überschreiten. Der modus operandi der KI entzieht sich dem Verständnis der Adressaten; dem einzelnen menschlichen Verstand ist es unmöglich, im Detail nachzuvollziehen, wie die zukunftsbezogenen Aussagen zustande gekommen sind. Damit befinden sich die Fragesteller in einer Situation vergleichbar der der Orakel-Nutzer in der Antike (Steinmüller 2018). Die Pythia äußert sich aufgrund höherer, göttlicher Eingebung, die sich den Zuhörern entzieht und meist noch durch speziell eingeweihte Priester interpretiert werden muss.<sup>6</sup> In dem Szenario der KI-Orakel geraten die Zukunftsforscher in die Rolle der Priester, die dem Nachfragenden die Sprüche der KI-Pythia verdolmetschen und erläutern.

Vertrauen in die Qualität der KI ersetzt hier Transparenz und Nachvollziehbarkeit: Die elektronische Pythia hat bislang brauchbare und sinnvolle Auskünfte gegeben, also wird man sich auch in Zukunft auf die höhere Einsicht verlassen können. Im Falle von absolut überraschenden, unerwarteten, vielleicht absurden Vorhersagen wird man allerdings zweifeln: Handelt es sich um eine für Menschen nicht mehr zugängliche,

---

<sup>5</sup> Vergleiche das Szenario „Posthumane Zukunftsforschung“ in Steinmüller (2020).

<sup>6</sup> Das tatsächliche Geschehen in und um die Orakel war hochgradig komplex und arbeitsteilig (siehe etwa Vandenberg, 1979). Maul (2018) hat auf die frappierenden sozialen und wissenssoziologischen Parallelen von babylonischer Mantik, speziell Hepatomantie, und Zukunftsforschung hingewiesen.

transhumane Erkenntnis oder um eklatante, wenn auch verborgene Prognosefehler vergleichbar den heutigen Fehlleistungen bei Deep Learning?

So sehr man sich heute und in Zukunft bemüht, menschliche kognitive Fähigkeiten nachzubauen, das Simulacrum ist in jedem Fall ein vereinfachtes, verzerrtes Abbild des Originals, seine Funktionsweise imitiert nur beschränkt die des Originals, es drückt den erreichten aktuellen Kenntnisstand der KI-Konstrukteure inklusive möglicher Theoriedefizite aus. Bei der Konstruktion der KI müssen dann Ad hoc-Lösungen die Leerstellen der Erkenntnis füllen. Sollte die Stufe der starken KI erreicht werden, wird gelten: Künstliche Intelligenz ist nichtmenschliche Intelligenz!

## 2.5. Black-Box-Effekte und Explainable KI

Situationen, in denen Vertrauen Transparenz ersetzt und bei denen wir uns auf Aussagen über Zukünftiges ohne spezifische Erklärung verlassen, sind nichts Ungewöhnliches. Derartige Black-Box-Effekte kennen wir von Expertenvorhersagen. In der Regel wissen wir nicht im Detail, mit welchen Gedankengängen der Experte zu seinen Aussagen gelangt ist, sonst könnten wir ja selbst in die Rolle des Experten schlüpfen. Wir haben aber die Erfahrung gemacht, dass der oder die Betreffende selten „daneben liegt“. Problematisch wird dies vor allem bei einer ex post-Selektion von Experten nach der Vorhersagegüte! Unter einer Vielzahl von tatsächlichen oder vorgeblichen Experten findet sich schon aus rein statistischen Gründen jemand, der in der Vergangenheit meist „richtig gelegen“ hat. Es sagt nichts über seine künftige Leistung aus.<sup>7</sup>

Black-Box-Effekte begegnen uns aber beispielsweise auch bei der Nutzung von Softwarelösungen für die Szenariokonstruktion.<sup>8</sup> Man versteht zwar das Grundprinzip der zugrunde gelegten Algorithmen (sei es per Branch-and-Cut oder durch einen genetischen Algorithmus), muss sich aber letztlich darauf verlassen, dass der Algorithmus schon richtig programmiert wurde und unter den Millionen möglichen Kombinationen die mit der besten Konsistenz findet. Ins Zweifeln komme ich

---

<sup>7</sup> Vor allem im Finanzsektor dient der *track record* der Experten gern als Verkaufsargument.

<sup>8</sup> Verschärft tritt uns das Black-Box-Problem in der Modellierung entgegen, beispielsweise bei Modellen, die für Wettervorhersagen genutzt werden. Selbst Experten haben allenfalls eine grobe Vorstellung davon, wie genau das System zu den Vorhersagen kommt; und dies selbst dann, wenn die Experten, die das Modell konstruiert haben oder nutzen, jede einzelne zugrundeliegende Hypothese auflisten könnten. Validiert wird das Modell durch den Vergleich der Simulationsläufe mit historischen Daten.

allerdings, wenn etwa das Resultat, das mir die Szenario-Software bietet, von der Nummerierung der Schlüsselfaktoren abhängt.

In ähnliche Situationen werden wir bei der künftigen Nutzung von KIs in der Zukunftsforschung geraten: Wir werden allenfalls ein Verständnis ihrer Grundprinzipien haben, aber keinen Einblick in ihre spezifischen Strukturen, ihre spezifische Funktionsweise (in den *modus operandi*). Deshalb werden wir die KIs danach bewerten, ob sie bisher einen guten Nutzen brachten, eine hohe Erfolgsquote hatten – woran auch immer wir Erfolg oder Qualität messen würden. In der Terminologie von Rescher (1998) arbeiten wir hier mit Metaprognosen, Prognosen über die Vorhersagequalität. Die dann ihrerseits wieder durch eine evaluierende KI geliefert werden könnten.

Einen Ausweg bietet möglicherweise das Konzept der explainable artificial intelligence (XAI) (Holzinger, 2018). Darunter versteht man das Prinzip, die Funktions- und Arbeitsweise einer KI sowie ihre erzielten Resultate für den Anwender so verständlich wie möglich zu gestalten.<sup>9</sup> XAI soll eindeutig nachvollziehbar machen, auf welche Weise eine KI zu Ergebnissen gelangt. Dazu muss der simulierte kognitive Arbeitsgang der KI – also der Gang ihrer Datenverarbeitung, ihr *modus operandi* – hinreichend transparent gemacht werden.

Der nächste Schritt wäre SXAI – self-explaining artificial intelligence: Die KI soll ihre eigenen Arbeitsschritte verbal erklären können, so wie ja auch Experten gute Argumente anzuführen und abzuwägen vermögen. Dieses Prinzip von erweiterter XAI wird allerdings bislang m. W. nur im Zusammenhang mit Service-Robotern diskutiert, die ihre Handlungen ankündigen und begleitend beschreiben sollen. Eine derartige SXKI – eine erklärungsfreudige elektronische Pythia – würde also Rede und Antwort stehen können, ihren Adressaten erläutern können, welche Gedankengänge, welche Argumente sie zu ihren Aussagen geführt haben. Sie würde buchstäblich Verantwortung für ihre Aussagen übernehmen. Damit würden aus reinen (möglicherweise aus der Luft gegriffenen) Prophezeiungen Konjekturen im Sinne von de Jouvenel (1967): Spekulationen über die Zukunft, die durch Argumente gestützt werden.

Es versteht sich von selbst, dass wir von dieser Vision einer elektronischen Pythia noch sehr weit entfernt sind. Es ist ungewiss, ob sie je erreicht werden wird.

---

<sup>9</sup> Diese Transparenz stellt einen wichtigen Aspekt „vertrauenswürdiger KI“ (trustworthy AI) dar (vgl. Beckert, 2021).

## 2.6. Grenzen von KI

Künstliche Intelligenzen operieren in der Welt der Daten, der Mensch agiert in der Wirklichkeit, der physischen Welt. Das ist ein fundamentaler, ein ontologischer Unterschied!<sup>10</sup> KIs lernen auf der Basis von Datenbeständen, Menschen lernen aus der Realität, die sie wahrnehmen und in der sie handeln. Soweit sich die Realität in der Datenwelt widerspiegelt, kann KI von Nutzen sein. Dies trifft jedoch gerade bei den eigentlichen Gegenständen der Zukunftsforschung, den großen Streitfragen der Gegenwart (verkürzt meist als „Zukunftsfragen“ bezeichnet) nicht zu. Für diese ist der Akteursbezug zentral:

- (1) Wir sind stets mit einer Vielfalt von Akteuren konfrontiert, die untereinander im Konflikt stehen und deren Interessen, Wünsche und Werte, potentielle Handlungslinien usw. einbezogen werden müssen – und die gegebenenfalls selbst auf der Basis von Vorausschau agieren.
- (2) Das Handeln des Auftraggebers der Zukunftsstudie beeinflusst die Zukunft. Interventionsparadoxien sind daher kein Fehler oder Problem, sondern Grundprinzip – sowohl von sich selbst zerstörenden Warnprognosen als auch von motivierenden Visionen.<sup>11</sup>
- (3) In der Realität (der Natur wie der Gesellschaft) lässt sich kein System sauber abgrenzen, externe Einflüsse sind stets gegeben, damit auch die Möglichkeit von Störungen. Der Horizont ist stets diffus und offen.

Erst eine starke, allgemeine KI, die sich auch selbst in der physischen Realität verorten kann, wäre fähig, sich diesen Problemlagen zu stellen.

## 2.7. Zukunftsforschung versus Mikroprognostik

Versuchen wir holzschnittartig zwei Arten von Vorausschau zu unterscheiden: einerseits Mikroprognostik und andererseits eigentliche Zukunftsforschung.<sup>12</sup> Die Mikroprognostik befasst sich mit eher kurzfristigen Fragestellungen, die quantitativ

---

<sup>10</sup> Auf die fundamentalen Unterschiede von menschlichem Denken und digitalen Prozessen hat schon Dreyfus (1989) hingewiesen.

<sup>11</sup> Rein theoretisch ergibt sich aus den Interventionsparadoxien für eine nur mit Prognosen operierende elektronische Pythia sogar ein Selbstanwendungsproblem: Die KI gibt Prognosen ab, deren künftige Wirkungen bei der Erstellung der Prognosen berücksichtigt werden müssen.

<sup>12</sup> Zweck & Braun (2021) differenzieren feiner nach drei Zeithorizonten: kurz-, mittel-, langfristige.

und stark fokussiert in einem festen Rahmen behandelt werden. Beispiele sind in den Bereichen von Konsumverhalten, Logistik, Maschinenwartung zu finden. Ein typischer Fall ist die Wettervorhersage, wo wir mit einer hohen Komplexität bei geringem Erklärungsanspruch konfrontiert werden. Hier befinden wir uns im Bereich des Forecasting.

Die Zukunftsforschung nimmt dagegen Stellung zu langfristigen gesellschaftlichen Zeit- und Streitfragen. Beispiele sind etwa die gesellschaftliche Alterung und ihre Folgen, neue Arbeitskonzepte, die Mobilität der Zukunft, Energiewende, Geopolitik. Hier kommen die Prinzipien der Prospective (Berger, 1959) zur Anwendung: weit voraus schauen, das breite Umfeld einbeziehen, in die Tiefe analysieren, Risiken eingehen, den Menschen in den Mittelpunkt stellen. Ein typischer Fall ist – im Gegensatz zum Wetter – der Klimawandel, wo wir mit hohen Ungewissheiten und dem Einfluss vieler Akteure konfrontiert sind und wo Erklärungen der Vorausschau-Ergebnisse sachlich wie politisch unabdingbar sind.

KI, so wie wir sie heute kennen, ist geeignet für eine datenbasierte Mikroprognostik (im Sinne von predictive analytics). KI-basierte technische Systeme (autonome Fahrzeuge, Roboter) nutzen Mikroprognostik, um überhaupt sinnvoll agieren zu können. Auch unser alltägliches menschliches Handeln ist von Mikroprognostik geprägt: Wir erwarten, dass die Ampel auf Rot springt. Selbst unsere Sinnesorgane, etwa das Auge arbeiten nach dem Prinzip, extrem kurzfristige Erwartungen zu bilden und diese dann mit der wahrgenommenen Realität abzugleichen.

## 2.8. Ein mittleres Szenario

Je nach Art und Ausmaß der Arbeitsteilung zwischen Mensch und KI in Foresightprozessen und den entsprechend vorausgesetzten Fähigkeiten von KI lassen sich drei Szenarien unterscheiden:

- (1) Inkrementeller Fortschritt: Einsatz von heutiger und partiell weiterentwickelter (schwacher) KI für spezifische Aufgaben. Diese KI-Tools werden etwa so genutzt, wie wir heutige Software-Tools (von Excel-Anwendungen und Google Trends über Real Time Delphis bis zu Foresight-Plattformen) nutzen.
- (2) Mensch-KI-Teams: Kooperation mit KI-Systemen, die die Rolle von Software-Assistenten einnehmen, mit denen man über sprachlichen Interfaces kommuniziert, die je nach gestellter Aufgabe mehr oder weniger selbsttätig recherchieren, Analysen und Hochrechnungen durchführen und die Ergebnisse beispielsweise in hochwertigen Visualisierungen zur Verfügung stellen.

- (3) Veritable KI-„Orakel“ gemäß dem obigen Gedankenexperiment: Die elektronische Pythia gibt auf der Basis von Verfahren, die auf Weiterentwicklungen etwa von Big Data und Deep Learning beruhen, selbstständig zukunftsbezogene Aussagen und Empfehlungen ab.

Realistische Perspektiven der Nutzung von KI ergeben sich vor allem im zweiten Szenario, dem der Kooperation von menschlicher und künstlicher Intelligenz. Entscheidend ist hier die Art und Weise der Interaktion, die Schnittstellengestaltung. Verbalisierung und Visualisierung, Reden und Zeigen, semantische Umsetzung und visuelle Analyse spielen dabei zentrale Rollen; KIs in Foresightprozessen müssen zu mehr und spezifischerer Interaktion befähigt sein als heute existierende Software-Assistenten wie Alexa oder Siri.

Der Einsatz von KI lohnt sich dann, wenn nicht nur Vorhandenes auf neue Weise aufbereitet wird, sondern wenn sich neue Möglichkeiten und neue Einsatzfelder ergeben, etwa

- Hypothesenbildung und -testung: KI-Tools unterstützen Empirie und Gedankenexperimente durch Simulationen.
- Argumentationshilfe: KI-Tools zwingen uns als „Sparringpartner“, Argumente stringenter zu fassen und stärker zu begründen.
- Qualitätssicherung: KI-Tools durchleuchten Resultate auf der Basis von bestimmten Kriterien.

Zwischen einem bloßen Umsetzen von vorhandenen Verfahren auf KI und der utopischen elektronischen Pythia liegt ein weites, noch weitgehend unerkanntes chancenreiches Feld von Anwendungen.

## 2.9. Fazit

Die Dynamik der KI-Forschung hält an: Jahr um Jahr kommen neue Systeme und neue Tools auf den Markt, die teils tatsächliche Fortschritte beinhalten, teils auch nur als KI beworben werden. Die Vielfalt der Anwendungen und Lösungen wächst. Man darf davon ausgehen, dass in den meisten Stufen eines Foresightprozesses, vor allem aber bei Recherche und Analyse, aber auch bei der Konstruktion und Überprüfung von Zukunftsbildern künftig Tools mit dem Label KI genutzt werden. Sie werden nach einer kurzen Hype-Phase so alltäglich und unspektakulär sein wie heute etwa die Nutzung von Software zur Szenariokonstruktion. Man gewöhnt sich an die Tools –

und ihre Macken! – und obwohl man letztlich nicht in sie hineinschaut, setzt man aufgrund früherer Erfahrungen Vertrauen in sie.

Das führt mich zu meiner abschließenden These:

„Es kommt nicht darauf an, was KI tatsächlich leisten kann. Es kommt darauf an, was die Nutzer glauben, was KI leisten kann.“

Die Reputation des Tools ist entscheidend. Im schlimmsten Fall bestimmt gemäß dem „law of the instrument“ das Tool die Aufgabe: Werden vielleicht künftig Fragestellungen der Zukunftsforschung so zurechtgeschnitten, dass sie für bestimmte KI-Tools passfähig sind?

Am Ende bleiben zentrale Fragen offen:

- Wie verändert sich durch KI die Rolle der Zukunftsforschung in unserer Gesellschaft?
- Wie wird künftig die Arbeitsteilung zwischen menschlicher und künstlicher Intelligenz organisiert?
- Kann der Einsatz von KI-Tools neue Impulse für die Zukunftsforschung auslösen? Und wenn ja, welche?

## 2.10. Literaturverzeichnis

- Beckert, Bernd (2021): Vertrauenswürdige künstliche Intelligenz. Ausgewählte Praxisprojekte und Gründe für das Umsetzungsdefizit. In: *TATuP. Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis* 30 (3), S. 17-22.
- Berger, Gaston (1959): *L'Attitude Prospective*. In: Berger, Gaston; Bourbon-Busset, Jaques; Massé, Pierre (2007): *De la prospective. Textes fondamentaux de la prospective française 1955-1966*. L'Harmattan Paris, S. 81-86.
- Bosse, Christian K.; Hoffmann, Judith; van Elst, Ludger (2018): Potenzialeinschätzung von Big Data Mining als methodischer Zugang für Foresight. In: *Zeitschrift für Zukunftsforschung* 2018 (1), urn:nbn:de:0009-32-46723.
- Bostrom, Nick (2014): *Superintelligenz. Szenarien einer kommenden Revolution*. Suhrkamp, Berlin.
- de Jouvenel, Bertrand (1967): *Die Kunst der Vorausschau*. Luchterhand Neuwied, Berlin.
- Dreyfus, Hubert L. (1989): *Was Computer nicht können. Die Grenzen künstlicher Intelligenz*. Athenäum, Frankfurt/M.
- Gebhardt, Birgit (2013): Zukunft in den Algorithmen. In: *ChangeX*, [www.changeX.de](http://www.changeX.de) vom 15.2.2013. Online verfügbar unter:

- [http://www.changex.de:1050/Article/serie\\_zukunft18\\_gebhardt](http://www.changex.de:1050/Article/serie_zukunft18_gebhardt), gesichtet 1.1.2022.
- Holzinger, Andreas (2018): Explainable AI (ex-AI). In: *Informatik Spektrum* 41, 138–143. <https://doi.org/10.1007/s00287-018-1102-5>, gesichtet 1.1.2022.
- Jungk, Robert (1969): Anfänge und Zukunft einer neuen Wissenschaft: Futurologie 1985. In: Jungk, Robert; Mundt, Hans-Josef (Hrsg.): *Unsere Welt 1985*, Kurt Desch, München Wien Basel.
- Maul, Stefan M. (2018): Wahrsagekunst im alten Orient oder: Vom Sinn und Unsinn der Prognostik. In: Blumentrath, Hendrik; Wolf, Burkhardt (Hrsg.): *Werkstätten der Zu-kunft*. Mosse-Lectures an der Humboldt-Universität zu Berlin, Vorwerk, Berlin, S. 43-62.
- Rescher, Nicholas (1998): *Predicting the Future. An Introduction to the Theory of Forecasting*. State University of New York, New York.
- Simonite, Tom (2018, 1. Januar): *When It Comes to Gorillas, Google Photos Remains Blind*. Online verfügbar unter: <https://www.wired.com/story/when-it-comes-to-gorillas-google-photos-remains-blind/>, gesichtet 1.1.2022.
- Steinmüller, Karlheinz (2018): Künstliche Intelligenz – Verheissungen und Mythen. In: *swissfuture. Magazin für Zukunftsmonitoring* 2018 (2), S. 11 – 14. Online verfügbar unter: [https://www.swissfuture.ch/de/wp-content/uploads/sites/2/2019/07/sf\\_218\\_ansicht.pdf](https://www.swissfuture.ch/de/wp-content/uploads/sites/2/2019/07/sf_218_ansicht.pdf), gesichtet 1.1.2022
- Steinmüller, Karlheinz (2020): Die Zukünfte der Zukunftsforschung. In: *swissfuture. Magazin für Zukunftsmonitoring* 2020 (2,3), S. 8 – 11.
- Vandenberg, Philipp (1979): *Das Geheimnis der Orakel. Archäologen entschlüsseln das bestgehütete Mysterium der Antike*. Goldmann, München.
- Zweck, Axel; Braun, Matthias (2021): *Predictive Analytics: Sind Zukunftsforscher\*innen bald ein Auslaufmodell?* VDI-TZ Düsseldorf. Online verfügbar unter: <https://www.vditz.de/service/publikationen/details/predictive-analytics-sind-zukunftsforscherinnen-ein-auslaufmodell>, gesichtet 1.1.2022.

### 3. Replik 1

*Dr. Aljoscha Burchardt, DFKI Speech and Language Technology Lab, Berlin*

Zunächst danke ich Karlheinz Steinmüller für seinen facettenreichen und aus meiner Sicht ausgewogenen Essay, den ich komplett unterschreiben kann. Danke auch an Jürgen Renn (MPIWG) für wertvolle Kommentare zu einer Vorversion meiner Replik.

#### 3.1. Lernen aus der Zukunft

Sehr anregend fand ich das Kahn-Zitat, dass Zukunftsforschung aus der Zukunft lernen müsse. Ist es ein Nachteil, dass KI-Systeme aus der Vergangenheit lernen? Vielleicht ist gemeint, dass die auf Daten trainierten Systeme rein deskriptiv die Vergangenheit fortschreiben, anstatt sie einer (normativen) Bewertung zu unterziehen. Die maschinelle Übersetzung übersetzt morgen noch so, wie gestern übersetzt wurde – keine schlechte Heuristik. Oft ahnen wir Menschen aber, dass die Daten aus der Vergangenheit bald nicht mehr der Realität entsprechen werden. Dann muss aktiv modelliert werden und das – ein Begriff, der bei Steinmüller interessanter Weise nicht auftaucht – interdisziplinär.

#### 3.2. Mensch-Maschine-Interaktion

Steinmüller schreibt, dass Menschen als Akteure in der Realität handeln. Sie ändern also willentlich den Kontext. Das tun sie trotz vieler Unbekannter, indem sie unter Anderem Prinzipien verstehen und Hypothesen testen. Ich stimme zu: Systeme, die rein passiv die (praktisch immer unvollständige) Datenlage auswerten, sind hier grundsätzlich im Nachteil. Auf der anderen Seite sind Prognosen zu den großen gesellschaftlichen Herausforderungen wie dem Klimawandel oder Anthropozän im Allgemeinen ohne die Auswertung große Literatur- und Datenbasen nicht denkbar. Hier braucht der Mensch Hilfe.

Wie Steinmüller an seinem Phasenmodell richtig zeigt, qualifiziert sich die schwache KI für Hilfstätigkeiten. Hier kann man sich im Übertragenen bei den vier „Ds“ der Roboterisierung bedienen: dull, dirty, dangerous und dear sind die Aufgaben, die wir zunächst an die Maschinen delegieren wollen, dann aber eben auch Literaturrecherche oder die Datenauswertung. Und was ist mit den „anspruchsvollsten“ geistigen Prozessen, etwa der Projektionsphase? Kann KI nicht hier auch als Muse dienen, die mehr

oder weniger per Zufall mögliche Zukünfte generiert und der Mensch wählt aus und bewertet? Das erinnert dann doch eher an das Theorem der endlos tippenden Affen und die damit verbundenen praktischen Probleme, die auch in dem Zitat von Simonite angesprochen werden. Sicher ist aber, dass die Mensch-Maschine-Interaktion sich mit der Entwicklung der Maschinen weiter verändern wird. Diesen Gestaltungsauftrag sollte die Zukunftsforschung annehmen!

### **3.3. Granularität von Erklärungen**

Steinmüllers Gedankenexperiment setzt voraus, dass es „dem einzelnen menschlichen Verstand [...] unmöglich [ist], im Detail nachzuvollziehen, wie die zukunftsbezogenen Aussagen zustande gekommen sind“. Diese Annahme ist vom derzeitigen Stand der Technik geprägt, wo Systeme oft zu sehr guten Ergebnissen kommen, etwa bei der Übersetzung, der Weg dahin aber nicht nachvollziehbar ist. Prinzipiell können Systeme vielfältige Erklärungen liefern. Dann sind sie aber mitunter so aufwändig in der Entwicklung und gleichzeitig nur in einem so engen Gebiet einsetzbar, dass es sich schlicht nicht lohnt.

Es gibt auch das Phänomen der „Übererklärung“, wo KI-generierte Beweise von mathematischen Standardproblemen zwar in jedem Schritt von Experten als wohlgeformt und logisch bewertet werden, der gesamte Beweis aber aufgrund seiner Kleinteiligkeit als nicht überzeugend betrachtet wird. In der symbolischen KI gibt es jede Menge Ansätze unter Stichworten wie Frames, Skripte, hierarchisches Planen, etc. Vielleicht gelingt es, zukünftig der hybriden/kognitiven KI, (symbolisches) Wissen und (subsymbolisches) Lernen so zusammenbringen, dass jeweils das richtige Argumentationsniveau gefunden wird.

Bleiben wir abschließend dabei, uns erst einmal die repetitiven und strukturierten Aufgaben vom Hals zu schaffen. Falls uns eine prophetische KI-Muse dann doch früher als erwartet küsst, dann haben die Zukunftsforscher und Technologen wie ich halt mal wieder falsch gelegen.

## 4. Replik 2

*Kai Gondlach, zukunftsforscher.de, Leipzig*

Als einer derjenigen, die das gemeinsame Methodentreffen des Netzwerks Zukunftsforschung, der Alumni des Masterstudiengangs Zukunftsforschung an der Freien Universität Berlin sowie dem besagten Masterstudiengang im März 2021 unter dem provokanten Titel „Kann KI Zukunftsforschung?“ (liebevoll „KI-Gipfel“ genannt) initiiert und organisiert haben, ist es mir eine große Freude, den Ball aufzunehmen, den Dr. Karlheinz Steinmüller mit seinem Beitrag in die Community dieser Zeitschrift gespielt hat. Denn wenn diese Zusammenkunft ein Ziel hatte, war es genau dieses: Den Diskurs zwischen den Institutionen über aktuelle Themen zu beleben und ihm möglicherweise auch eine neue Denkrichtung zu geben.

### 4.1. Zukunftsforschung als Disziplin oder Institution

Eine Kernfrage halte ich bei der Diskussion vorab für essenziell: Sprechen wir über Zukunftsforschung als (Inter-)Disziplin oder als Institution? Hieran schließt sich vor allem die Folgefrage an, ob eines der beiden im deutschsprachigen Raum überhaupt existiert?

### 4.2. Zukunftsforschung als (Inter-)Disziplin

Die Landkarte der akademischen Zukunftsforschung im deutschsprachigen ist bestenfalls dynamisch oder heterogen, objektiv jedoch eher verzerrt und fragmentiert. Eher Flickenteppich als Inselstaat. Zahlreiche Institute an Hochschulen und Universitäten widmen sich meist sekundär in Forschung und Lehre der Zukunftsforschung nach allgemeingültigen Standards und Gütekriterien. Die eher wissenschaftlich arbeitenden Organisationen verlieren kein gutes Wort über die Trendforscher oder Foresight-Beratungen, es fehlt an Austausch und methodischem Konsens. Der interne Diskurs über die Selbstfindung der Zukunftsforschung stockt und wurde mitunter durch die Situation am Institut Futur der Freien Universität Berlin ausgebremst. Die Möglichkeiten für Graduierte zu promovieren sind prekär und praktisch ausschließlich in Großkonzernen zu finden.

Zwar erfolgte 2020 die Anerkennung des Masterstudiengangs Zukunftsforschung an der FU Berlin als „kleines Fach“. Ein großer Schritt für ein Institut, ein kleiner Schritt für die Menschheit? Die Karriereperspektiven in der Zukunftsforschung haben sich

dadurch jedoch (bislang) nicht gebessert. Dem Nachwuchs bleibt meist nur die Option, in die ursprüngliche Profession zurückzukehren und den Exkurs in die Zukunftsforschung allenfalls als nette Zusatzqualifikation abzubuchen – Ausnahmen bestätigen die Regel.

Entsprechend ist der Weg zu einer etablierten Forschungsrichtung weiterhin ungewiss. Die Frage „Kann KI Zukunftsforschung?“ hat auf den ersten Blick nichts mit diesen Grundsatzdebatten zu tun, ist m. E. jedoch zentral, bevor wir uns gemeinschaftlich irgendeiner Fragestellung nähern können.

Ohne die Bestrebungen der Angehörigen des Netzwerk Zukunftsforschung despektierlich zu kritisieren, bleibt die Feststellung: Zukunftsforschung ist weit davon entfernt, eine anerkannte (Inter-) Disziplin zu sein und entsprechend von außen gewürdigt zu werden.

### **4.3. Zukunftsforschung als Institution**

Laut Duden ist eine Institution eine

- (1) „einem bestimmten Bereich zugeordnete gesellschaftliche, staatliche, kirchliche Einrichtung, die dem Wohl oder Nutzen des Einzelnen oder der Allgemeinheit dient“;
- (2) „bestimmten stabilen Mustern folgende Form menschlichen Zusammenlebens“.

Die inhärente Heterogenität jeder interdisziplinären Forschungsrichtung macht es auch für Zukunftsforschende nahezu unmöglich, sich in disziplinär homogenen Institutionen zu organisieren oder sich damit zu identifizieren. Man könnte den Eindruck erhalten, die Gemeinschaft der Zukunftsforschenden glaubt selbst nicht (mehr?) an den Stellenwert einer eigenständigen Disziplin Zukunftsforschung, sondern bräuchte grundlegend die Kopplung an eine Disziplin wie wirtschafts-, ingenieur- oder sozialwissenschaftliche Fachrichtungen.

Zukunftsforschende in der akademischen Welt unterliegen dem Rechtfertigungsdruck gegenüber „echten“ Wissenschaften und der paradoxen Situation, für Fördermittelanträge konkrete Prozessmodelle und bisweilen Ergebniserwartungen zu äußern, was einem guten Teil der Kerneigenschaften der Zukunftsforschung widerspricht. Von außen betrachtet ist die Interdisziplin gefangen in einem Netz von Institutionen, deren innere Systemlogiken sie nachahmen muss, ohne jedoch selbst dafür qua definitionem geeignet zu sein.

Nein, Zukunftsforschung ist keine Institution. Die einzelnen Zukunftsforschenden sind verstreute Einzelkämpfer:innen, die mit teils an größere Organisationen angegliedert, aber in der Regel organisiert in Initiativen, Agenturen, eigenen „Instituten“ oder als Freelancer nach wie vor als Exot:innen als Beigabe für andere Projekte dienen.

#### **4.4. Künstliche Intelligenz und Zukunftsforschung**

Warum haben wir 2021 nun das Thema „Kann KI Zukunftsforschung?“ aufgegriffen?

Ein zentraler Antrieb war die Beobachtung, dass die Zukunftsforschung zu sehr mit sich selbst und ihren Methoden beschäftigt ist, um am Zeitgeist teilzuhaben. Es ist natürlich richtig und wichtig, Werkzeuge und Methoden wie die Delphi-Methode oder Szenarioprozesse zu verfeinern. Aber ist es wirklich zielführend, in einer zunehmend digitalisierten Welt und auch Forschungsgemeinschaft über analoge Fragebögen den heiligen Gral zu suchen, während andere mit etwas Entwicklungsverstand und konkreten Mehrwerten für ableitbare Strategien und Investitionen für Auftraggeber aus Wirtschaft und öffentlicher Verwaltung moderne Trendradare, Prognoseinstrumente, Szenario-Software und Echtzeit-Delphis vermarkten?

Das zweite wesentliche Motiv war die Frage, ob Menschen, die sich Zukunftsforscher:innen nennen, einen Überblick über aktuelle Entwicklungen in den wichtigsten Dimensionen in Gesellschaft, Wirtschaft, Technologie, Politik, Ökologie usw. haben müssen – und wenn ja, wie tiefgründig ihr Wissen dann sein müsste. Das Ziel des Arbeitsgruppentreffens im März 2021 war daher auch, einen Status Quo des Vorwissens der Teilnehmenden in puncto künstlicher Intelligenz zu erhalten. Das Ergebnis war gemischt.

Mythen und Hypes entstehen immer dort, wo zu wenig Fachwissen oder belastbare, transparente Forschung existieren. Oder es herrscht Stille; es ist in Ordnung, wenn Historiker:innen einige Jahrzehnte abwarten, bevor sie Ereignisse kommentieren. Darf sich das die Zukunftsforschung erlauben? Oder wäre es nicht vielmehr erstrebenswert, wenn die Interdisziplin zu aktuellen Trend-Themen gemeinsame Positionen entwickelt und selbstverständlich bei Umbrüchen zu Rate gezogen würde? Kann es sich ein Mitglied der akademischen Zukunftsforschung erlauben, nicht auskunftsfähig zu sein, wenn das Thema in professionellen Runden in Richtung KI, Blockchain, Quantencomputer oder Klimawandel, drohende Kriege und Bundestagswahlen steuert? Heute geschieht diese mediale Ansprache allenfalls in Richtung der etablierten, prominenten oder marketingaffinen Ikonen. Die Institutionen der

Zukunftsforschung wiederum werden nie oder selten angesprochen, wenn eine Pandemie verkündet, Krieg erklärt oder das Metaversum die Justiz vor scheinbar ungeahnte Herausforderungen stellt.

Der Ansatz zum „KI-Gipfel“ war es daher, insbesondere zu provozieren, dass sich die Community der deutschsprachigen, akademischen Zukunftsforschung tiefer in das Thema einarbeitet – aber auch ihr Selbstverständnis neu diskutiert.

#### **4.5. Replik auf Dr. Karlheinz Steinmüllers Argumente**

Am Ende des Abschnitts 2.3 lesen wir ein Zitat von Simonite, dass KI kein Common Sense, kein Allgemeinwissen bzw. Deutungswissen habe. Dr. Steinmüller schreibt darauf die rhetorische Frage, ob künftige starke KI das können könnte; dies halte ich für die falsche Frage. Wenn eine KI menschlich denken kann, ist sie meines Erachtens nicht intelligent, sondern eine Kopie des Menschen. Das schreibt der Autor aber dann Ende 2.4 auch: „Sollte die Stufe der starken KI erreicht werden, wird gelten: Künstliche Intelligenz ist nichtmenschliche Intelligenz!“ – eben. Insgesamt beobachte ich den Trugschluss aus der ersten rhetorischen Frage in praktisch jeder Diskussion über KI. Diese drehen sich jedoch um die falsche Frage, nämlich ob eine KI die Zukunft vorhersagen kann. Diese suggerierte Annahme halte ich für eine der gefährlichsten Fehlleistungen der Zukunftsforschung in der Vergangenheit, nämlich, nicht mit dem Mythos aufzuräumen, dass Zukunft generell im Detail vorhersehbar ist. Jede Hoffnung darauf ist inkompatibel mit allem, was wir aus jahrzehntelanger Sozialforschung, insbesondere dem Strang des Konstruktivismus, sowie der Physik und anderen angrenzenden Naturwissenschaften wissen. Diesen Umstand greift der Autor in der Auflistung in 2.6 auch auf, dieser Botschaft müsste aber meines Erachtens mehr Raum gegeben werden.

Ebenfalls in Abschnitt 2.6 schreibt Steinmüller: „Künstliche Intelligenzen operieren in der Welt der Daten, der Mensch agiert in der Wirklichkeit, der physischen Welt“. Das stimmt nur auf den ersten Blick. Auf den zweiten Blick muss jedoch konstatiert werden, dass sich die physische Welt zunehmend in Digital- oder Binär- und bald wohl Quanten-Sprache übersetzen lässt. Dabei agieren die künstlichen Intelligenzen jedoch zwangsläufig in den menschengemachten Grenzen, die ihnen Deutungsmuster anhand von programmierten Rahmenbedingungen mit auf den Weg geben. Die IT-Expert:in ist die Dolmetscherin für die KI-Wirklichkeit. Während oft die Frage im Raum steht, ob in der Schule Informatik Pflichtfach werden sollte, frage ich mich eher, ob nicht das Fach Ethik Pflicht für alle Entwickler:innen sein sollte. Soll heißen: Auch der Mensch

bewegt sich zunehmend in der Welt der Daten, die KI-Entitäten nehmen zunehmend Einfluss auf die physische Welt – angefangen bei Routenempfehlungen auf Maps, Musikempfehlungen bei Spotify bis zu Wahlempfehlungen in „Social“ Media.

Ein weiterer Einspruch ergibt sich in Abschnitt 2.7, wo konstatiert wird, KI eigne sich für Mikroprognostik bei kurzen Zeiträumen, nicht für langfristige Themen. Das hängt massiv von der Datenlage sowie der Trägheit der jeweiligen Parameter ab. Gerade das Beispiel Klimawandel ist deshalb so gut prognostizierbar, weil geologische und klimatische Verhältnisse sich sehr träge verändern, wenn man von den rapide anvisierten Kippunkten absieht. Bei einigen gesellschaftlichen Faktoren ist das im Grunde ähnlich, natürlich mit erheblich mehr unbekanntem Variablen; aber nur weil etwas noch unbekannt oder schwer greifbar ist, heißt das noch lange nicht, dass es zu komplex zur Modellierung sei. Die Frage ist ja, wie, in welcher Form, durch wen die Parameter vorgegeben werden, anhand derer eine KI wenigstens einige Variablen der zukünftigen Gesellschaft, Politik, Wirtschaft oder Technologie mit einiger Wahrscheinlichkeit vorhersagen kann. An der Stelle wäre es möglicherweise hilfreich, die Rahmenbedingungen von Zukunftsszenarien wenigstens teilweise automatisiert durch eine KI erstellen zu lassen. Infolge solcher Rahmengerüste würde der Aufwand für einzelne Projekte deutlich sinken; doch natürlich steht die Frage im Zentrum, inwieweit das Forscher:innen-Naturell einer solchen Foresight-Maschine vertrauen könnte?

Welches Thema an der Stelle fehlt, ist der Einsatz von Quantum Machine Learning. Kombiniert man effiziente Algorithmen mit dem neuen Typ von Computern, die nicht mehr auf die Aneinanderreihung binärer Codes angewiesen sind, sondern in Superposition gleichzeitig mehrere Berechnungen anstellen können, die selbst hochentwickelte Kryptographie in die Knie zwingt, erhält man möglicherweise doch eine recht akkurate Forecast-Maschine. Der Anwendungsfall wurde von Volkswagen und D-Wave bereits 2017 auf einem Prototyp vorgeführt, um den Verkehrsfluss einige Minuten in die Zukunft zu projizieren – mit Erfolg. Folgt man dem Moore'schen Gesetz, dürfte diese Technologie in ein bis zwei Jahrzehnten nicht nur marktreif, sondern Standard sein. Damit sind wir wieder bei der von Steinmüller zitierten Prognose Jungks, die sich zumindest in Teilen bewahrheitet hat. Wir sind uns zwar alle einig, dass die Vorhersage komplexer Zukunftszustände oder Zukünfte nicht möglich ist, jedoch in datenvernetzten Umgebungen durchaus schlüssig erscheint.

Um noch weiter zu denken ist eine entscheidende Frage, was den menschlichen Geist vom maschinellen unterscheidet; es sind im Wesentlichen Motive und Ziele (siehe Max Tegmark und andere). Das erste Roboterunternehmen, dem es gelingt, einer

Maschine ein vergleichbares Ziele-Gebilde zu programmieren, aus dem sich rekursiv nach unten kaskadiert Unterziele zur Erreichung der jeweils höher priorisierten ergeben, dem gehört die Welt. Doch nach Auffassung seriöser KI-Forschung können wir dieses Szenario im 21. Jahrhundert noch getrost außer Acht lassen und stattdessen über sinnvolle und vor allem hilfreiche Anwendungsfälle künstlicher Intelligenz nachdenken.

Abschnitt 2.8 (mittleres Szenario) von Steinmüllers Text enthält folglich die m. E. wichtigste Erkenntnis: die hilfreiche Unterscheidung in einfache Tools schwacher KI; und auf der anderen Seite Mensch-KI-Symbiose. An dieser Stelle sehe ich den größten Nutzen für die Zukunftsforschung. Ich bin zuversichtlich, dass mithilfe schwacher KI besser verstanden werden kann, nach welchen Kategorien und semantischen Eselsbrücken das Gehirn bspw. Kreativität einsetzt, also im Wesentlichen neu kombiniert. Denn die Frage ist ja, ob unsere Gedankenwelt wirklich so einzigartig ist – oder ob es nur noch nicht gelungen ist, das menschliche Gehirn dergestalt zu analysieren, dass eine Nachbildung in Schaltkreisen, Transistoren und später Qubits greifbar wird und, genau wie wir, Vergangenes mit der autobiographischen Disposition und aktuellen Sinneseindrücken kombiniert, um „kreativ“ oder „innovativ“ zu sein. Das KI-Orakel bei Unterpunkt 3 wiederum ist vielleicht ein humorvolles Gadget für Kirmes, die Zukunftsaussage müsste sich jedoch immer auf die Fragenden beziehen. Doch es zeigt schön das Spannungsfeld auf, in dem wir uns bewegen.

Als eher jüngerer und daher angemessen demütiges Mitglied dieser Community möchte ich an dieser Stelle dazu ermuntern, das gängige Menschenbild zu hinterfragen. Als Posthumanist möchte ich etwas flapsig anmerken, dass wir Menschen keine so einzigartigen Schneeflocken sind, wie es oft in Diskussionen mitschwingt. Nur weil wir im besten Fall zwei Daumen haben und kollektiv Kohlekraftwerke oder Atombomben gebaut haben, macht uns das zwar zum Leviathan des Planeten, aber noch nicht zu übermächtigen, altruistischen Heilsbringern bis in alle Ewigkeit. Im Gegenteil. Unsere Existenz auf dem Planeten ist ein Augenzwinkern im Angesicht der gesamten Evolution und wenn wir so weitermachen wie bisher, enden wir möglicherweise bald so abrupt wie wir aufgetaucht sind. Nur weniger zufällig. Es gibt genügend Dystopien in der Science-Fiction, vielleicht wird am Ende doch Thomas Hobbes Recht behalten mit seiner Mutmaßung aus dem Jahre 1651, dass der Mensch des Menschen Wolf ist und entsprechend sein eigenes Schicksal endgültig besiegeln könnte.

#### 4.6. Abschließende Fragen von Steinmüller

Dankenswerterweise hat Dr. Karlheinz Steinmüller zum Ende seiner sehr hilfreichen Ausführungen einen kleinen Fragenkatalog angehängt. Hierauf möchte ich kurz eingehen aus meiner bescheidenen Perspektive.

*„Wie verändert sich durch KI die Rolle der Zukunftsforschung in unserer Gesellschaft?“*

Man könnte meinen, dass KI-Anwendungen zum selbstverständlichen Werkzeugkasten der Zukunftsforschung gehören müssen. Vielleicht wäre hierzu eine Blitzumfrage durch das Netzwerk Zukunftsforschung erhellend, bevor Spekulationen über den tatsächlichen Stand angestellt werden. Meiner Einschätzung nach wird es bald noch einerseits die in der Öffentlichkeit wahrgenommenen Zukunftsforschenden geben, welche selbstverständlich mit KI arbeiten, alle anderen werden andererseits nicht mehr ernstgenommen. Sie nutzen ja auch keinen Abakus für schnelle Rechenaufgaben und es arbeitet in unseren Reihen wohl niemand mehr mit einer Schreibmaschine.

*„Wie wird künftig die Arbeitsteilung zwischen menschlicher und künstlicher Intelligenz organisiert?“*

Das hängt natürlich von der Potenz der KI sowie dem genauen Kontext, der Branche und Tätigkeit sowie Qualifikation aller daran Beteiligten ab. Für die Zukunftsforschung wünsche ich mir mehr (kritische!) Beschäftigung und den Einsatz moderner Tools – doch vielleicht blieb mir der Einblick in die modernen Methoden bei anderen bislang verwehrt. Auch hier könnte eine (Online-)Befragung im Netzwerk spannende Erkenntnisse zutage fördern.

*„Kann der Einsatz von KI-Tools neue Impulse für die Zukunftsforschung auslösen? Und wenn ja, welche?“*

Unbedingt! Steinmüller hat in seinem wertvollen Essay so viele wunderbare Beispiele genannt, die wir nutzen sollten – darunter Simulation, vielleicht sogar eine zufällige Hypothesenbildung, einfach um den Denkprozess zu provozieren. Insbesondere bei der Verarbeitung massiver Datenströme aus den beobachteten Einsatzgebieten müssen wir stärker auf KI zurückgreifen, um mehr Zeit für die wirklich wichtigen Tätigkeiten zu haben: Interpretation, Deutung, Empfehlung.

#### **4.7. Plädoyer**

Ob Zukunftsforschung nun eine Disziplin oder Institution ist, ob meine subtile Unterstellung, dass Zukunftsforschung weit entfernt vom mündigen Einsatz moderner Technologie ist, zutreffend ist, sei dahingestellt. Die Hoffnung dieser Replik ist, den zeitweilig – sicher auch infolge der Pandemie – eher zurückhaltenden Austausch der Community zu befeuern, Erfahrungen aus Projekten auszutauschen, gemeinsame Projekte anzuschließen und die Zukunftsforschung als zweifelsfrei sichtbare Disziplin und Institution zu etablieren. Wie bereits in meiner letzten Replik auf Lars Brozus deutlich wurde, sollte es unser Ziel werden, Zukunftsforschung institutionell tiefer zu verankern und selbstverständlich die Entscheidungs- und Diskursprozesse auf allen Ebenen mitzuprägen.

Hohere Ziele entfalten in dem Moment ihre Zugkraft in die Zukünfte im Sinne einer Propensität (Niemann, 2008), wenn sie formuliert werden. Keine andere Funktion verfolgt diese Replik.

#### **4.8. Literaturverzeichnis**

Niemann, Hans-J. (2008): Propensity und Serendipity – zwei Leitideen steuern den glücklichen Zufall. In: *Aufklärung und Kritik* (1), S. 48-73.

## 5. Replik 3

*Prof. Dr. habil Heiko von der Gracht, Professor und Inhaber des Lehrstuhls für Zukunftsforschung, Steinbeis School of International Business and Entrepreneurship (SIBE), Herrenberg*

*Prof. Dr. Stefanie Kisgen, Junior-Professorin für Leadership, Steinbeis-Hochschule und Geschäftsführerin, Steinbeis School of International Business and Entrepreneurship (SIBE), Herrenberg*

### 5.1. Indolent gegenüber der eigenen Zukunft

Die „Zukunft der Zukunftsforschung“ als deutlich unterbelichtet auszuweisen und diesem Mangel mit einem klugen Beitrag in Perspektive auf Künstliche Intelligenz abzuwehren, gelingt Karlheinz Steinmüller so augenzwinkernd wie fundiert. Wir in der „Zukunftsbranche“ erforschen die Zukünfte anderer. Eher selten beleuchten wir die eigene Zukunft. Im Laufe der Jahre deklarierten viele von uns deshalb jede noch so kleine Veröffentlichung zum Thema und veröffentlichten mangels Masse gelegentlich auch eigene Studien wie zum Beispiel „The Future of ICT-Based Futures Research“ (2013, vgl. Abb. 1). Diese schmälerte damals den Mangel zwar etwas, ist aber nach über zehn Jahren der KI-Forschung seither deutlich überholt – und in Ergänzung zu Steinmüllers Beitrag gerade deshalb interessant. Denn zu sehen, wie vor rund 10 Jahren die befragten 177 Foresight-Expertinnen und Experten aus 38 Ländern jene Zukunft skizzierten, die wir heute erleben, ist ein typisches Ex-post-Vergnügen: Wie man sich doch täuschen kann!

### 5.2. Zukunft ist auch nicht mehr das, was sie mal war

Eine jener Thesen, welche die befragten Delphi-Experten der Zukunftsforschung kommentieren sollten, postulierte zum Beispiel, dass Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) die Praxis der Zukunftsforschung bis 2020 „revolutioniert“ haben werde. Heute können wir amüsiert und mit Steinmüller sagen: Wie man sich doch täuschen kann. Wobei das ein wenig zu viel des Spottes wäre: Die Eintrittswahrscheinlichkeit der These wurde damals mit 63 Prozent angegeben, was den „Irrtum“ in Grenzen hält. Warum die Experten sich täuschten, erklärt Steinmüller übrigens wunderbar in seinem Beitrag. Eine andere These der damaligen Studie lautete: „IKT-basierte Instrumente der Vorausschau haben die Probleme des Transfers von Szenarien in die Strategie beseitigt.“ Was für ein Anspruch! Denn wenn es ein

zentrales Problem der Zukunftsforschung gibt, dann dies. Damals zeigten sich die Delphi-Expertinnen und -Experten pessimistisch und bezifferten die Eintrittswahrscheinlichkeit mit lediglich 32 Prozent. Auch heute ist Zukunft immer noch das beliebteste Stiefkind auf dem C-Level von Unternehmen. Warum? Auch dazu versuchte die damalige Delphi-Studie eine Antwort zu geben.

### **5.3. Zu arthritisch für die Selbstausslöschung**

Transferblockaden auf dem Weg der Erkenntnis von der Forschung in die Strategie haben ihre Ursache häufig eben nicht in einem IKT-Mangel. Vielmehr nennt das damalige Delphi-Panel als Ursachen diverse Mängel in Strukturen und Prozessen im Management von Unternehmen. Schlussfolgerung: Selbst eine allwissende KI käme nicht unbedingt gegen überkomplexe interne Strukturen und verstopfte Prozesse an?! Eine KI für Zukunftsforschung kann noch so klug sein, sie wird vom Engpassfaktor Mensch ungerührt und absehbar auch künftig ausgebremst werden. Das ist erschütternd – oder im Hinblick auf gewisse Hollywood-Dystopien auch tröstlich: Selbst Skynet würde am Organisationsdschungel scheitern. Pikanterweise gilt das nicht für alle IKT-Anwendungen. So kalkulierte Gartner (2017) für das laufende Jahr 2022, dass in über 80 Prozent unternehmensweiter IoT-Projekte eine KI eingebunden sein wird. Das heißt: Überall wird mit KI gedacht und gemanagt. Ob und inwieweit davon auch die Vorausschau profitieren wird, bleibt zumindest nach dieser Prognose im Dunkeln. Das erscheint insbesondere dann bedauernd, wenn wir die unbestreitbaren Fortschritte und Ergebnisse betrachten, die zum Beispiel Predictive Policing auf sich verbucht (Berk, 2021). Auch bei anderen Anwendungen, zum Beispiel bei der Prognose von internationalen Konflikten liefert KI beeindruckende Resultate (De Mesquita, 2011). Man würde sich fast wünschen, dass Steinmüller in seinem abschließenden Urteil schwer daneben läge und vielmehr das Gegenteil rasch eintreten würde: Was die KI bei der Prognose von Delikten und Konflikten bereits nachweislich leistet, verbreitet sich wie ein Lauffeuer auf viele, wenn nicht sämtliche anderen Felder der Vorausschau. Wir alle würden davon profitieren.

### **5.4. Literaturverzeichnis**

Berk, Richard A. (2021): Artificial Intelligence, Predictive Policing, and Risk Assessment for Law Enforcement. In: *Annual Review of Criminology*, 4(1), 209-237. <https://doi.org/10.1146/annurev-criminol-051520-012342>

- De Mesquita, Bruce B. (2011): A New Model for Predicting Policy Choices: Preliminary Tests. In: *Conflict Management and Peace Science*, 28(1), 65-85. <https://doi.org/10.1177/0738894210388127>
- Pemperton, Chris (2017, 5. Oktober): 3 AI Trends for Enterprise Computing. Online verfügbar unter: [www.gartner.com/smarterwithgartner/3-ai-trends-for-enterprise-computing](http://www.gartner.com/smarterwithgartner/3-ai-trends-for-enterprise-computing), gesichtet am 22.06.22.
- von der Gracht, Heiko A., & Keller, Jonas (2013). The Future of ICT-based Futures Research: Scenarios for 2020. EBS Business School, Wiesbaden. Online verfügbar unter: [www.researchgate.net/publication/327221804\\_The\\_Future\\_of\\_ICT-based\\_Futures\\_Research\\_Scenarios\\_for\\_2020](http://www.researchgate.net/publication/327221804_The_Future_of_ICT-based_Futures_Research_Scenarios_for_2020), gesichtet am 22.06.2022]

## 6. Replik 4: Was sagen uns die Daten für die technologieorientierte Zukunftsforschung?

*Kai Ellermann, Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM, Paderborn*

*Melanie Martini, Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, Euskirchen*

*Dr. Marcus John, Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, Euskirchen*

Das Thema Künstliche Intelligenz (KI) weckt meist Erwartungen, die nicht oder kaum zu erfüllen sind. Dies gilt auch für die Anwendung der KI im Bereich der Zukunftsforschung. Im Rahmen dieser Replik plädieren die Autor\*innen daher dafür, das Thema stärker vom Prozess der Zukunftsforschung ausgehend zu denken und KI-Algorithmen ganz pragmatisch als eine Erweiterung des Methodenportfolios der Zukunftsforschung aufzufassen. In diesem Falle liegt der Schwerpunkt nicht auf der Konstruktion eines umfassenden KI-Systems, welches die Arbeit von Zukunftsforscher\*innen übernimmt. Stattdessen kommt es darauf an, Foresight-Prozesse mittels passender Tools an geeigneten Stellen zu unterstützen. Damit ist zum einen die Einsicht verbunden, dass es Prozessschritte gibt, die sich für eine solche Unterstützung nicht oder nur bedingt eignen. Dazu zählen, wie von Steinmüller erwähnt jene, die Kreativität benötigen. Auf der anderen Seite lassen sich viele Anwendungsszenarien (Themenfeldstrukturierung, Identifikation von Emerging Topics, Akteursanalysen etc.) identifizieren, die wiederum sehr gut mittels daten-gestützter Methoden adressiert werden können. Der Kern von Data Driven Foresight (John, 2018) liegt darin zu klären, welche *Prozessschritte* im Rahmen eines Foresight-Prozesses konkret unterstützt werden können und sollen. Dies bestimmt maßgeblich, welche *Datenquellen* genutzt und verfügbar gemacht werden müssen. Hier gibt es neben den klassischen Publikations- und Patentdaten eine Vielzahl weiterer Möglichkeiten (Mühlroth & Grottke, 2018). Anschließend müssen passende *Algorithmen* ausgewählt, implementiert, adaptiert und evaluiert werden. Ziel dieser Vorgehensweise ist es, Daten und Methoden zu identifizieren, die einen direkten Mehrwert in Form von Einsichten über technologische Entwicklungen für die Zukunftsforscher\*innen und am Ende auch den Kunden liefern. Um dies zu gewährleisten hat sich das Denken in einzelnen, in sich geschlossenen Use Cases bewährt.

Für die Realisierung des skizzierten Ziels, bedarf es eines Forschungsprogramms, welches den Prozess der Technologiefrühaufklärung in den Fokus stellt. Neben den

bereits skizzierten Fragen nach den konkreten Prozessschritten, nutzbaren Daten und Algorithmen, geht es dabei auch um das Problem der Evaluation der eingesetzten Methoden und Verfahren. Übergeordnetes Ziel ist es, eine ganzheitliche Sicht auf einen solchen datengestützten Foresight-Prozess zu entwickeln, welcher die Nutzung dieser Methoden an den Stellen, an denen es sinnvoll ist, unterstützt und auch die Usability der Verfahren adressiert. Die technologieorientierte Zukunftsforschung ist hierfür aus zwei Gründen prädestiniert: Einerseits lassen sich für Technologien häufig Leistungsparameter definieren, deren historische Entwicklung für die Vorhersage genutzt werden können. Das bekannteste Beispiel hierfür ist das Mooresche Gesetz. Andererseits sind technologische Entwicklungen das Ergebnis der weltweiten Arbeit von Wissenschaftler\*innen, die dieses Wissen wiederum in Publikationen kommunizieren. Diese bieten einen weiteren Ansatz für die Nutzung datengestützter Methoden, die unter den Stichworten Bibliometrie, Szientometrie oder Science of Science (Dobrov, 1969; Wang & Barabási, 2021) bekannt sind. Die implizite Annahme dabei ist, dass eine umfassende Kenntnis und Analyse des Status-Quo eine notwendige Voraussetzung für eine sinnvolle Projektion möglicher Zukünfte ist.

Vor diesem Hintergrund sind KI bzw. Algorithmen aus dem Bereich der KI-Forschung als eine weitere (quantitative) Methode der Zukunftsforschung aufzufassen. Daher liegt es nahe, an dieser Stelle von einer Art *Augmented Intelligence* zu sprechen. Dies meint die Erweiterung der Analysemöglichkeiten und damit schlussendlich auch der Wissensbasis der Person, die vor dem Rechner sitzt und nicht unbedingt der Intelligenz im Rechner selbst. Die Erfahrung zeigt, dass die Entwicklung hin zum Einsatz von KI in der Zukunftsforschung Auswirkungen auf die Zusammensetzung eines typischen Projektteams hat, welches von Anfang an um einen Data Scientist erweitert werden sollte. Dies stellt zusätzlich eine Herausforderung an die Kommunikation der beteiligten Disziplinen dar. Damit rückt schließlich noch die Kompetenz der Data Literacy in Verbindung zur Future Literacy zunehmend in den Fokus der Zukunftsforschung.

### 6.1. Literaturverzeichnis

Dobrov, Gennadii M. (1969): Wissenschaftswissenschaft: Einführung in die Allgemeine Wissenschaftswissenschaft. Akademie-Verlag, Berlin.

John, Marcus (2018): Data driven foresight - Technologiefrühaufklärung im Zeitalter von Big and Linked Data. Ein Werkstattbericht. In: Gausemeier, Jürgen; Bauer, Wilhelm; Dumitrescu, Roman (Eds.): HNI-Verlagsschriftenreihe, Vorausschau und Technologieplanung, 385, 409–421, Paderborn.

Mühlroth, Christian; Grottke, Michael (2018): A systematic literature review of mining weak signals and trends for corporate foresight. In: Journal of Business Economics, 88(5), 643–687.

Wang, Dashun; Barabási, Albert-László (2021): The Science of Science. Cambridge University Press, Cambridge.

## 7. Resümee

*Dr. Karlheinz Steinmüller, Berlin*

Anwendungen von Künstlicher Intelligenz (KI) werden in vielen Branchen genutzt und daher liegt es nahe, sich im Netzwerk Zukunftsforschung mit den Potentialen von KI für die Zukunftsforschung auseinanderzusetzen: Das geschah in der virtuellen Methodentagung zu KI und Foresight am 19.3.2021 und wird nun in der Diskussion in der Zeitschrift für Zukunftsforschung fortgesetzt. Die vier Repliken auf den Impuls belegen, wie stark wiederholt das Thema KI im Netzwerk findet. Es handelt sich eben bei KI nicht mehr lediglich um eine zukunftsferne „futuristische“ Vision, sondern um etwas, das dabei ist, in den Forschungsalltag einzudringen. Nun stoßen methodische Neuerungen naturgemäß im Netzwerk Zukunftsforschung auf viel Interesse. Stets werden in Debatten über Anwendungsmöglichkeiten und Leistungsfähigkeit von Methoden aber auch weitergehende Fragen angesprochen: Welche Veränderungen in der Arbeitsweise gehen mit der Ausweitung des Methodenrepertoires einher? Wo genau liegen die Grenzen für Vorhersagen; verschieben sie sich vielleicht? Ergeben sich Konsequenzen für das (immerhin in Umrissen existierende) Berufsbild?

Die Autoren der Repliken haben zu all diesen Fragen, speziell aber zu den drei Fragen am Ende meines Impulses Stellung bezogen und nebenbei grundsätzliche Probleme wie den Unterschied von menschlicher und künstlicher Intelligenz angesprochen. Vor allem aber haben sie wichtige zusätzliche Aspekte und Sichtweisen ins Spiel gebracht. Darauf soll im Folgenden eingegangen werden, wobei ich mich an der abschließenden Frage orientieren möchte, diese jedoch in umgekehrter Reihenfolge – vom Spezifischen zum Allgemeineren – behandeln werde.

### **7.1. Kann der Einsatz von KI-Tools neue Impulse für die Zukunftsforschung auslösen? Und wenn ja, welche?**

Dass von den KI-Tools neue Impulse ausgehen, steht für die Autoren der Kommentare wie für mich außer Frage. Ellermann et al. ordnen KI-Anwendungen unter Data Driven Foresight ein und verweisen darauf, dass zuerst einmal geklärt werden muss, welche Schritte eines Foresight-Prozesses durch KI unterstützt werden können – und dass Rolle und Ausmaß dieser Unterstützung maßgeblich durch die zur Verfügung stehenden Datenquellen bestimmt werden. Derzeit stehen die Recherche- und die Analysephase mit etablierten Verfahren wie Bibliometrie oder der statistischen

Auswertung von Texten in sozialen Medien im Fokus. Zu fragen wäre, inwieweit sich die in Betracht gezogenen Datenquellen ausweiten lassen, etwa auf wenig formalisierte Ergebnisse von Workshops oder mündlich geführte Diskussionen. Insbesondere fehlen heute noch Verfahren für die Analyse sehr heterogener Datenquellen. Aber vielleicht müssen wir nicht auf starke, allgemeine KI warten, bis auch hier Fortschritte erzielt werden.

Zudem ist zu bedenken, dass durch den Einsatz von KI-Algorithmen auch bereits existierende Tools – in der Datenanalyse, in der statistischen Auswertung von Umfragen, selbst in der Modellierung (etwa bei der Parameteranpassung ...) – verändert und verbessert werden, etwa dadurch, dass vorhandene Tools neue Funktionalitäten erhalten. Zu bedenken wäre z. B. Fälle, wie die Behandlung statistischer Ausreißer oder die Ergänzung von Szenariosoftware durch Deep Learning-Tools. Allein schon eine Bestandsaufnahme hierzu wäre sehr nützlich (s. u.).

Gern greife ich in dem Zusammenhang den Vorschlag Gondlachs auf, dass wir KI auch auf bislang ungewohnte Weise einsetzen sollten, vielleicht sogar für „eine zufällige Hypothesenbildung, einfach um den Denkprozess zu provozieren“. Oder dass wir künftig, wie Burchardt schreibt, KI als eine Muse in kreativen Prozessen nutzen können sollten. Davon sind wir m. W. noch weit entfernt; aber die Aussicht auf herausfordernde KI-Sparringpartner finde ich sehr spannend.

Insgesamt hoffe ich auf Experimente mit neuen KI-Anwendungen – und den Austausch darüber im Netzwerk.

## **7.2. Wie wird künftig die Arbeitsteilung zwischen menschlicher und künstlicher Intelligenz organisiert?**

Die heutigen Arten, KI zu nutzen, unterschieden sich wenig von der Nutzung beispielsweise statistischer Tools. Mit der KI als Sparringpartner, etwa um Argumente zu erproben, Interpretationen zu vertiefen oder neue Fragestellungen abzuleiten, kämen wir auf eine völlig neue, sozusagen partnerschaftliche Stufe der Zusammenarbeit. Vorläufig ist dies noch eine visionäre Spekulation. Und vorläufig wird – wie v. d. Gracht und Kisgen ironisch bemerken – die KI wie fast jede Art von Digitalisierung vom „Engpassfaktor Mensch“ zuverlässig ausgebremst.

Schon allein die Nutzung existierender Algorithmen (um nicht gleich das Adelsprädikat KI auf jede Software zu kleben) zieht Konsequenzen für die Zukunftsforschung nach sich: Data Literacy erlangt, wie Ellermann et al. Unterstreichen, eine zentrale Bedeutung. Data Literacy umfasst die Fähigkeiten, die Verläss-

lichkeit und den Bias von Datenquellen einzuschätzen, die Wirkungsweise der Algorithmen zumindest prinzipiell zu verstehen (und ggf. Dritten erklären zu können) und die Ergebnisse der KI sinnvoll interpretieren und kommunizieren zu können – so wie dies schon bislang bei Ergebnissen beliebiger Arten von Datenverarbeitung und Modellierung nötig ist. Ob nun gleich (wie Ellermann et al. schreiben) in jedes Projektteam ein Data Scientist aufgenommen werden sollte, mag dahingestellt bleiben; Kompetenz in Data Literacy aber sollte im Team vorhanden sein – und daher auch in einschlägigen Lehrplänen stehen. Wahrscheinlich ist es nicht überzogen zu behaupten, dass zu Futures Literacy auch ein gut Teil Data Literacy dazugehört. Mit der Verbreitung von Data Literacy würde auch der Mensch etwas weniger als Engpassfaktor auftreten.

### **7.3. Wie verändert sich durch KI die Rolle der Zukunftsforschung in unserer Gesellschaft?**

In meinem Input habe ich die Befürchtung ausgedrückt, dass die neuen KI-Tools zum Selbstzweck werden könnten, ihre Leistungsfähigkeit und vor allem ihre angebliche Objektivität überschätzt und Interpretation auf Knopfdruck gewünscht werden könnten. Die Kommentatoren teilen meine Befürchtung allenfalls in Ansätzen. So schätzt Gondlach ein, dass in absehbarer Zeit die Öffentlichkeit nur noch Zukunftsforschende ernst nehmen wird, die ganz selbstverständlich mit KI arbeiten. Wer ohne KI antritt, hat schon verloren. – Das mag für bestimmte Bereiche der Zukunftsforschung zutreffen, solche, die ohnehin stärker quantitativ orientiert sind; für die Vielfalt der normativ-partizipativen Verfahren, die ich zentral zur Zukunftsforschung zähle, wird dies wohl eher nicht der Fall sein. Wir sollten hier – wie Ellermann et al. schreiben – von konkreten Use Cases (nicht notwendigerweise nur in der Technologiefrühaufklärung) ausgehen und testen, wie leistungsfähig bestimmte Arten von KI-Tools sein können.

### **7.4. Plädoyer für einen vertiefenden Austausch**

In der Summe ergeben sich, wie zu erwarten, zahlreiche neue offene Fragen. Einige davon können wir unschwer angehen, insbesondere die Fragen, die den Status von KI-Anwendungen in der Zukunftsforschung (inklusive geplanter Anwendungen) betreffen. Vor einem Jahrzehnt hat Heiko von der Gracht eine erkenntnisreiche Delphistudie „The Future of ICT-Based Futures Research“ durchgeführt. Nun kann man diese Studie, schon allein wegen ihrer breiteren Ausrichtung und ihrem etwas

anderen Fokus, nicht einfach replizieren. Aber wenn wir heute eine ähnliche Studie durchführten, wie es ja auch Gondlach vorschlägt, ließen sich zumindest partiell Vergleiche ziehen: Welche Fortschritte bei ICT-Anwendungen hat es in den letzten Jahren tatsächlich gegeben? In welchen Feldern beobachten wir die größte Dynamik? Was sind hemmende Faktoren? Welche Tools werden bereits heute durch KI aufgewertet? Auf welche Veränderungen sollten wir uns in absehbarer Zukunft einstellen? Wo liegen Defizite, Kompetenzdefizite seitens der Anwender, wo liegen Unzulänglichkeiten in den Tools? Welche spezifischen Anforderungen müssen KI-Anwendungen in der Zukunftsforschung erfüllen?

Am Ende sollten wir fähig sein, uns mit denjenigen, die KI-Systeme gestalten, über die speziellen Anforderungen in unserem Forschungsfeld auszutauschen und gemeinsam die Zukunftsforschung in das KI-Zeitalter zu bringen.

### **Lizenz**

Jedermann darf dieses Werk unter den Bedingungen der Digital Peer Publishing Lizenz elektronisch übermitteln und zum Download bereitstellen. Der Lizenztext ist im Internet unter der Adresse:

[http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/dppl/DPPL\\_v2\\_de\\_06-2004.html](http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/dppl/DPPL_v2_de_06-2004.html) abrufbar.

### **Empfohlene Zitierweise**

Steinmüller, Karlheinz; Burchard, Aljoscha; Gondlach, Kai; Gracht, Heiko v. d.; Kisgen, Stefanie; Ellerman, Kai; Martini, Melanie; John, Marcus (2022): Kann KI Zukunftsforschung? – Ein spekulativer Impuls. *Zeitschrift für Zukunftsforschung*, Jg. 11, S. 4-37. urn:nbn:de:0009-32-55276

Bitte geben Sie beim Zitieren dieses Artikels die exakte URL und das Datum Ihres letzten Besuchs bei dieser Online-Adresse an.

## ***Vision Board***

### Ein Hilfsmittel zur systematischen Gestaltung von Zukunftsszenarien am Beispiel der Mobilität

*Petia Krasteva, Anja Cudok, Christian Raulf, Tobias Huth, Thomas Vietor,  
Joachim Axmann*

Version 0.1 © Zeitschrift für Zukunftsforschung

#### **Zusammenfassung**

Die Mobilitätsbedarfe verändern sich kontinuierlich und mit ihnen auch die Anforderungen an Mobilitätsträger und umgebende Infrastrukturen. Technologische Fortschritte, bspw. im Bereich der Digitalisierung, ermöglichen zurzeit ein Überdenken des gesamten Mobilitätssystems. Die Vielfalt alternativer Zukunftsszenarien wächst ebenfalls schnell und eine Hilfestellung zur systematischen Erfassung der Einflussfaktoren und deren Entwicklung im Verlauf der Zeit unter Berücksichtigung ihrer Zusammenhänge und Wechselwirkungen im System ist unabdingbar. Im Rahmen der Produktentwicklung fehlt es hier an Methoden zur systematischen, szenariobasierten Anforderungsermittlung. Das interdisziplinäre Denken in Systemen ist ein wichtiger Aspekt der Lösungsfindung in der Produktentstehungsphase, den das Institut für Konstruktionstechnik (IK) der TU Braunschweig aktuell in drei Forschungsprojekten „Zukunftslabor Mobilität“, „LifeCycling2“ und „autoMoVe“ adressiert. Der vorliegende Beitrag beschreibt die Entwicklung des Vision Boards – eines Hilfsmittels zur systematischen Gestaltung von Zukunftsszenarien im Bereich der Mobilität – und stellt erste Anwendungsergebnisse dar.

#### **Abstract**

The mobility demands are changing continuously, and with them the requirements for mobility carriers and related infrastructures. Technological advances, for example in the field of digitization, are currently enabling a rethinking of the entire mobility system. The diversity of alternative future scenarios is also growing rapidly, and support for the systematic capture of influencing factors and their interrelationships or interactions is essential. In the context of product development, there is a lack of methods for consistent scenario-based requirements identification. Interdisciplinary thinking in systems is an important aspect for finding solutions in the product development phase, which the Institute for Engineering Design (IK) at the TU Braunschweig is currently addressing in the three research projects “Future Lab Mobility“, “LifeCycling2“ and “autoMoVe“. This article describes the development of the Vision

Board - a tool for the systematic design of future scenarios in the field of mobility - and presents the first application results.

## 1. Einleitung

Mobilität ist ein wesentliches Element der wirtschaftlichen Existenz und Entwicklung einer Zivilisation sowie essentiell für die persönliche Lebensgestaltung des Einzelnen aber auch unterschiedlicher Gruppen der Gesellschaft. Mobilität manifestiert sich als ein komplexes System und setzt sich zusammen aus Stakeholdern, unterschiedlichsten Verkehrsträgern, Infrastrukturen sowie Geschäftsmodellen, die miteinander interagieren und sich gegenseitig beeinflussen (Krasteva et al. 2021). Das Mobilitätssystem selbst reagiert sensitiv auf Änderungen seiner Umgebung, die anhand verschiedener Deskriptoren definiert und analysiert werden kann. Diese beschreibenden Faktoren, die das Mobilitätssystem beeinflussen, können bspw. anhand der STEEP-Domänen (Sociological, Technological, Economical, Ecological und Political Change) kategorisiert werden. Eine Untersuchung verschiedener Schlüsselfaktoren der Zukunft sowie Beschreibungen der möglichen Entwicklungen im Bereich Mobilität sind bereits in vielen Studien durchgeführt worden (vgl. Lemmer 2019).

Drei aktuell durch das Institut für Konstruktionstechnik (IK) geleiteten Forschungsprojekte – „Zukunftslabor Mobilität“, „LifeCycling<sup>2</sup>“ und „autoMoVe“ – untersuchen auch in ihren jeweiligen ersten Projektphasen die Mobilität der Zukunft. Die Erstellung von Zukunftsszenarien dient hier als Grundlage für die darauf aufbauende Ermittlung von Anforderungen an verschiedene Verkehrsträger, wie z.B. einem autonomen modularen elektrisch betriebenen Fahrzeug für Güter- und Personenverkehr oder einem elektrisch unterstützten Lastenrad. Wesentlich ist hierbei ein umfassendes Verständnis der komplexen Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen Subsystemen, um das Gesamtsystem nachhaltig zu gestalten.

Mit dem Ziel, eine projektübergreifende generische Unterstützung bei der Erstellung und ersten Abschätzung von Szenarien in der frühen Phase der Produktentwicklung bereitzustellen, hat das Institut für Konstruktionstechnik (IK) das Vision Board entwickelt. Neben einer beschleunigten Szenarien-Definition ermöglicht dieses Hilfsmittel einen breitgefächerten Überblick über die Faktoren, die das Mobilitätssystem beeinflussen sowie eine Priorisierung ebendieser. Fokussiert wurden zunächst die drei folgenden Forschungsfragen:

1. Welche Faktoren beeinflussen ein Mobilitätssystem?

2. Wie können die möglichen Entwicklungen der Einflussfaktoren systematisch erfasst werden?
3. Wie können die Zusammenhänge und Wechselwirkungen berücksichtigt werden?

Im Rahmen dieses Beitrags werden zunächst bestehende Vorarbeiten aus der Zukunftsforschung und Produktentwicklung eingeführt, um daraus den Forschungsbedarf abzuleiten (Abschnitt 2). Anschließend werden Entstehung und Aufbau des Vision Boards erläutert (Abschnitt 3), welches danach unter Betrachtung Corona-bedingter Auswirkungen auf das Mobilitätssystem bzw. daraus resultierender Zustandsänderungen der betroffenen Einflussfaktoren erstmalig zur Anwendung kommt (Abschnitt 4). Abschließend erfolgen eine Diskussion der Ergebnisse und ein Ausblick auf das weitere Vorgehen (Abschnitt 5).

## 2. Stand der Forschung

In diesem Abschnitt werden die Grundlagen zur Erstellung von Zukunftsszenarien vorgestellt und ein Überblick zum Stand der Forschung bei der Ermittlung von Produkthanforderungen gegeben. Abschließen wird daraus der Forschungsbedarf für die Domäne der Produktentwicklung abgeleitet.

### 2.1. Erstellung von Zukunftsszenarien

Ein Szenario stellt eine mögliche zukünftige Situation bzw. ein Zukunftsbild, inklusive der Entwicklungspfade, die zu der zukünftigen Situation führen, dar. Im Unterschied zu einem Zukunftsbild, das lediglich einen hypothetischen zukünftigen Zustand darstellt, beschreibt ein Szenario auch die zugehörigen Entwicklungen, Dynamiken und treibenden Kräfte, aus denen ein bestimmtes Zukunftsbild resultiert (Greeuw et al. 2000; Gausemeier et al. 1996; Götze 1993).

Szenarien werden mit unterschiedlichen Zielen erstellt und erfüllen unterschiedliche Funktionen. Im Allgemeinen kann die Bandbreite der Funktionen in vier Dimensionen aufgespannt werden: explorative Funktion bzw. Wissensfunktion, Kommunikationsfunktion, Zielbildungsfunktion und Entscheidungsfindungs- bzw. Strategiebildungsfunktion (Steinmüller 2002; Greeuw et al. 2000).

Zur Beschreibung zukünftiger Lebenswelten werden verschiedene Ansätze, Techniken, Forschungs- und Workshop-Designs mit unterschiedlichem Komplexitätsgrad

verwendet. Grundsätzlich kann zwischen zwei methodischen Ansätzen unterschieden werden: den eher intuitiven Verfahren bzw. den modellgestützten Methoden.

Intuitive Verfahren wurden vor allem in den USA im Umfeld der Marktforschung entwickelt. Zu nennen sind hier, beispielhaft und ohne Anspruch auf Wertung ihrer Bedeutung, das Brainstorming oder die Methoden der intuitiven Konfrontation. Mit einem Thema befasste, erfahrene oder kreative Personen werden um subjektive Einschätzungen gebeten und diese einer geeigneten systematischen Nachbehandlung zugeführt. Es wird davon ausgegangen, dass die Vielzahl von Meinungen und die Häufigkeit der Nennung von Positionen eine umfassende Zukunftsanalyse ergibt. Der Einfluss von Wechselwirkungen, Kopplungen und Rückkopplungen sowie quantitative Erwägungen zur Entwicklung von zukünftigen Einflussfaktoren werden dem Wissen und der Einschätzung der Bewertenden überlassen (Hüttner 1986).

Modellgestützte Methoden fußen auf empirisch gesammelten Daten sowie auf dem Systembegriff und untersuchen Entwicklungen von explizit formulierten Systemen aus der Vergangenheit, über die Gegenwart, in die Zukunft – unter Berücksichtigung von Interaktionen mit anderen Systemen und/oder deren prägenden Einflussfaktoren (Steinmüller 1997).

Systeme mit Rückkopplungen wurden schon 1928 durch John von Neumann mittels spieltheoretischer Untersuchungen erforscht (Neumann 1928). Norbert Wiener, Stafford Beer, Jay Wright Forrester, Dennis L. Meadows und Eduard Pestel, um nur einige zu nennen, haben seit den 60'er Jahren des 20. Jahrhunderts die Erkenntnis um sozioökonomische und technische systemdynamische Zusammenhänge vorangetrieben (Wiener 1948; Beer 1966; Forrester 1971; Meadows et al. 1972). In diesem Umfeld entstanden erste Arbeiten zur Szenariotechnik oder Szenario-Methode als qualitatives modellgestütztes Zukunftsanalyse-Werkzeug (Segner 1976). Ein formalisierter Ansatz wurde 1991 von Ute Hélène von Reibnitz eingeführt (Reibnitz 1992). Jürgen Gausemeier, Alexander Fink, Andreas Siebe, wie auch viele andere, haben die Methode weiterentwickelt und unter dem Begriff des Szenario-Managements in den Folgejahren in der deutschsprachigen Literatur etabliert (Gausemeier et al. 1996; Fink et al. 2006).

Üblicherweise läuft der Szenarioprozess idealtypisch über fünf Phasen: Szenariofeld-Bestimmung, Schlüsselfaktoren-Identifikation, Schlüsselfaktoren-Analyse, Szenario-Generierung und ggf. Szenario-Transfer, vgl. Abb. 1.

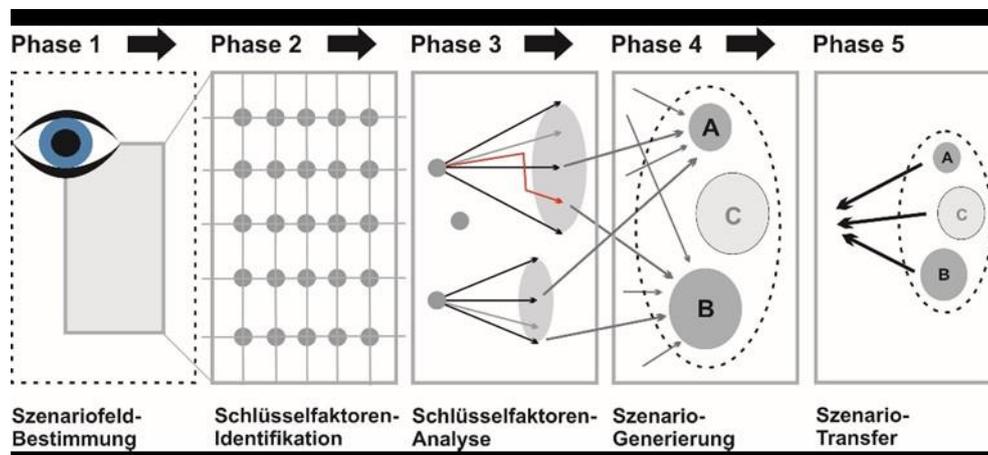


Abb. 1: Genereller Szenarioprozess, vgl. (Kosow und Gassner 2008)

In Phase 1 wird der Gegenstand definiert, für den die Szenarien entwickelt werden sollen. Es werden die Systemgrenzen gezogen und der Untersuchungsraum festgelegt. Anschließend wird in Phase 2 das Szenariofeld über Schlüsselfaktoren, teils auch als „Deskriptoren“ bezeichnet, beschrieben. Unter Schlüsselfaktoren werden hier diejenigen Variablen, Parameter, Trends, Entwicklungen und Ereignisse verstanden, die das Feld beeinflussen und welche im weiteren Verlauf des Szenarioprozesses zentral betrachtet werden. Danach werden in Phase 3 die möglichen Entwicklungspfade für die in Phase 2 identifizierten Schlüsselfaktoren bzw. Deskriptoren entwickelt. Aufgespannt wird der sogenannte „Szenariotrichter“, der besonders typisch für die Szenariotechnik ist. Die einzelnen Schlüsselfaktoren werden daraufhin analysiert, mit Hinblick darauf, welche möglichen zukünftigen Ausprägungen und Zustände zum gewählten Projektionszeitpunkt vorstellbar sind. Wichtige Grundlage sind hierbei Erfahrungen, Beispiele und das Wissen um Zusammenhänge, Abhängigkeiten und Wechselwirkungen sowie Zahlen, Daten und Fakten, wie auch vorhandene Studien mit Trends, Prognosen, Visionen und anderen bereits existierenden Projektionen. Auf dieser Grundlage werden dann in Phase 4 alternative Szenarien generiert und verdichtet. Hier werden Faktorenbündel zusammengestellt, auf Konsistenz überprüft und zu mögliche Szenarien ausgearbeitet. Oft wird bspw. mit drei Grundtypen von Szenarien gearbeitet: a) ein positives Erwartungsszenario (best case scenario), das eine sehr positive zukünftige Entwicklung modelliert, b) ein negatives Extrem-Szenario (worst case scenario), mit dem eine eher ungewollte, aber schlüssige Zukunftssituation modelliert wird und c) ein zwischen den beiden Extremen verortetes, eher bekanntes Szenario (most likely case scenario), das einen erwarteten zukünftigen Entwicklungsstand für eine untersuchte Thematik darstellt. Nach dieser Phase ist der Szenarioprozess grundsätzlich beendet. Die Phase 5 bietet eine zusätzliche Option. Sie

beschreibt die weitere Verwendung und/oder Verarbeitung der erstellten Szenarien, um bspw. konkrete Handlungsoptionen der Gegenwart zu entwickeln (Kosow und Gassner 2008).

Der Szenarioprozess und die verschiedenen Methoden, die die einzelnen Vorgehensschritte unterstützen, werden heute für schulische und nachschulische Lernprozesse im Rahmen der ökonomischen, ökologischen und politischen Bildung, Forschung und Entwicklung genutzt (Senge 1990; Albers et al. 1999; Sterman 2000). Wissenschaft, Technik und Politik nutzen die Szenariotechnik bspw. zur Bereitstellung von Trends, Prognosen, Roadmaps oder für Planungsaktivitäten in unterschiedlichster Zielstellung und Granularität (Paul et al. 2020).

Zukunftsszenarien werden auch bei der Planung und Entwicklung technischer Produkte verwendet. Dieses Vorgehen wird im folgenden Abschnitt behandelt.

## **2.2. Ermittlung von Produktanforderungen**

Die Konstruktionstechnik beschäftigt sich mit der Entwicklung technischer Systeme, wobei die Definition der Systemgrenzen zunehmend weiter gefasst wird. Neben der Anzahl der durch das Produkt zu realisierenden Funktionen steigt auch der Komplexitätsgrad dieser, zumeist cybertronischen, Systeme (Huth und Vietor 2020).

Das Model-based Systems Engineering (MBSE) ermöglicht es, durch den Einsatz eines deskriptiven Metamodells die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Elementen des zu entwickelnden "System of Interest" (SOI) domänenübergreifend abzubilden und somit komplexe Systeme besser beherrschbar zu machen (Şahin et al. 2021). In der frühen Phase einer Systementwicklung erfolgen zunächst die Klärung der Systemumgebung, potentieller Stakeholder sowie die Festlegung von Entwicklungszielen. Das Anforderungsmanagement (oder auch Requirements Engineering) dient dabei als Ausgangspunkt für die verschiedenen Projektrealisierungspfade des Systems Engineerings. Aufgabe ist die Ermittlung, Dokumentation, Prüfung, Abstimmung und Verwaltung von Anforderungen (Pohl et al. 2015).

In der Phase der Anforderungsermittlung gilt es, Informationen, Ideen, Möglichkeiten, Limitationen und Notwendigkeiten zu sammeln und einzuordnen, die an das zu entwickelnde Produkt gestellt werden. Das Abschätzen der Auswirkungen von Entscheidungen zu diesem frühen Zeitpunkt im Projekt ist häufig von konkurrierenden Herausforderungen geprägt. Einerseits stehen bereits viele formale Informationen vor allem aus der Technik zur Verfügung, andererseits haben Annahmen und Extrapolationen aus den Markt-, Politik- und Gesellschaftsumfeldern viel weit-

reichendere Auswirkungen für die Zukunft. Markt- und Zukunftsforschung tragen hier durch ihre Methodenbaukästen mit qualitativen und quantitativen Informationen zu einem Gesamtbild zukünftiger Produkthanforderungen bei. Die Szenariotechnik wird in dieser Phase oftmals in Form einer Kreativitätstechnik eingesetzt, um aus den entwickelten Szenarien und unter Einsatz weiterer nutzerzentrierter Methoden (z.B. der Persona-Methode) potentielle Anforderungen zu generieren (Pohl et al. 2015).

Die Einflussbereiche auf das System sind jedoch vielfältig und zur Bestimmung ihres Ursprungs muss der gesamte Produktlebenszyklus (Rohstoffentnahme und -herstellung, Produktion, Vertrieb, Nutzung, Rückführung) in Betracht gezogen werden. Es bedarf also eines holistischen Ansatzes zum Anforderungsmanagement, der auch Aspekte wie die Kreislaufführung adressiert (Cudok et al. 2017).

Die Quellen der Anforderungen finden sich in Teilen der Szenarien wieder und ihr Einfluss auf die technischen Anforderungen an das zu entwickelnde System ist unbestritten: Ein Wechsel des Zielszenarios, sei er als bewusste Annahme gewählt oder durch ein unerwartetes Störereignis verursacht, äußert sich durch ein verändertes Set von Anforderungen. Dieses muss unbedingt bei der Produktentwicklung berücksichtigt und damit zu einem erklärten Teil der angewandten Methoden werden (Raulf 2021).

### **2.3. Forschungsbedarf**

Das Institut für Konstruktionstechnik der TU Braunschweig arbeitet in mehreren Forschungsvorhaben zum Thema „Neue Anforderungen an die zukünftigen Mobilitätsträger“. Die Erstellung von Zukunftsszenarien im Mobilitätsbereich ist dabei ein wesentlicher Bestandteil der Forschungsprojekte. Neben den gemeinsamen Betrachtungsobjekten zukünftiger Mobilitätssysteme stehen aber auch stets die Prozesse der Produkt- und Dienstleistungsentstehung im Fokus der Untersuchungen (Axmann et al. 2005). Dafür ist eine Verbindung von Methodiken der Szenario-Entwicklung und des Systems Engineering von Bedeutung für die zunehmend komplexeren Aufgaben im Bereich der Produktentwicklung (Axmann 2004; Raulf 2021).

Die Szenariotechnik weist jedoch im Kontext der Anforderungsermittlung noch Schwachstellen auf. Somit kann die Szenariotechnik ohne konkretes Wissen über das Projektumfeld und das Projekt wenig belastbaren Ergebnissen liefern. In komplexen Projekten stößt sie zudem an ihre Grenzen, da Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Einflüssen kaum oder nur bedingt eingeschätzt werden können. Zur

Erstellung von Zukunftsbildern mittels der Szenariotechnik werden große Datenmengen sowie fundiertes Expertenwissen zu möglichen Ausprägungen der bestimmenden Einflussfaktoren benötigt. Die erforderlichen Daten existieren aber häufig bereits in einer Vielzahl von Studien und Expertenberichten. Im ersten Schritt ist es daher notwendig, die bestehenden Daten zusammenzutragen und für die weitere Anwendung nutzbar zu machen - in einer standardisierten Form, die es erlaubt, auch zukünftige Studien hinzuzufügen. Dafür sind eine Handhabungsverbesserung der bestehenden Methoden hinsichtlich einer schnelleren und einfacheren Zugänglichkeit, sowie eine Anpassungsfähigkeit an weiteren grundlegenden Entwicklungen der STEEP-Domänen erforderlich.

Wünschenswert wäre eine einfachere Erfassung neuer Entwicklungen und Wechselwirkungen, wie beispielsweise der Digitalisierung der Informationsverbreitung via neuer Medien wie Twitter etc., dem Einwirken sich schnell entwickelnder Algorithmen auf Basis von Künstlicher Intelligenz oder Entscheidungen in der Politik und Wirtschaft auf Basis manipulierter Daten bis hin zu neuartigen Formen der digitalen Kriegsführung. Wesentliche neue ökonomische Rahmenbedingungen resultieren zudem aus Auswirkungen des Klimawandels, einer hohen Bevölkerungszunahme auf der Erde mit Wanderungsbewegungen durch Dürren und Kriege, der Ressourcenverknappung sowie Trendbrüche ausgelöst durch unerwartete Störereignisse wie globalen Pandemien.

Eine verbesserte Methode sollte neben einer Funktion als Wissensspeicher, die Ergebnisse intelligent miteinander verknüpfen z.B. in Verbindung mit Ansätzen aus dem System Dynamics oder modellbasierten Ansätzen des Systems Engineering. Für die nutzerfokussierte und bedarfsgerechte Entwicklung komplexer Produkte und Systeme bildet die Anforderungserhebung eine wesentliche Grundlage. Die Erfassung der Systemumgebung und Einbeziehung sämtlicher Stakeholder spielt hierbei eine zentrale Rolle. Dabei ermöglicht die Einbindung von Zukunftsszenarien die Abbildung einer oder mehrerer potenzieller, zukünftiger Systemumgebungen. Dazu ist ein umfassendes Verständnis darüber erforderlich, aus welchen Elementen sich ein System, z.B. ein Mobilitätssystem aufbaut und welche Umgebungsfaktoren einen Einfluss auf das untersuchte System haben. Eine Teilmenge dieser Faktoren sollte dann zur Menge der für die Erzeugung eines Szenarios genutzten Deskriptoren gehören. Weiterhin besteht ein essenzieller Teil der Überlegungen in der Erfassung von Zusammenhängen und Wechselwirkungen innerhalb sowie der äußeren Einflüsse auf das Mobilitätssystem und seiner Elemente. Diese erkannten Zusammenhänge können in die Bewertung der Anforderungserhebung für komplexer Produkte,

Dienstleistungen und Systeme einbezogen werden. Während bestehende Softwarelösungen, wie beispielsweise die Software EIDOS, in erster Linie zur strategischen Ausrichtung von Unternehmen und Prozessen eingesetzt werden, fehlt es an Lösungen zur szenariobasierten Herleitung technischer Produktanforderungen im Rahmen der modellbasierten Produktentwicklung (Parmenides AG 2021).

Als ein erstes unterstützendes Werkzeug für den Entwickler zur Szenario-Erzeugung in der frühen Phase der Produktentwicklung hat das IK das Vision Board entwickelt, dessen Entstehung, Aufbau und Anwendung im weiteren Verlauf dieses Beitrags beschrieben wird und das einige der oben genannten Anforderungen unterstützt.

### **3. Entstehung und Aufbau des Vision Boards**

Das Vision Board stellt das Ergebnis der Zusammenarbeit des IK-Teams dar. Das gemeinsame Ziel, möglichst effizient Zukunftsszenarien als Grundlage für die weitere Ermittlung von Anforderungen an Mobilitätsträger zu identifizieren, eint das Team und treibt die Bereitstellung des vorliegenden Hilfsmittels zur systematischen Gestaltung von Zukunftsszenarien am Beispiel Mobilität an. Im folgenden Kapitel wird zunächst das methodische Vorgehen zur Erstellung des Vision Boards erläutert. Anschließend werden die einzelnen Vorgehensschritte im Detail beschrieben, wobei der Fokus auf die Ergebnisse und den zugrundeliegenden Aufbau gerichtet ist.

#### **3.1. Methodisches Vorgehen**

Das methodische Vorgehen beinhaltet vier grundlegende Schritte, die aufeinander aufbauen und in einem konsekutiven Zusammenhang zueinanderstehen, vgl. Abb. 2. Auf Grundlage bestehender Literatur und Team-Expertise wurden zielgerichtet Teilergebnisse als Zwischenmeilensteine erarbeitet und diese dann zum Gesamtergebnis unter dem Arbeitstitel Vision Board zusammengeführt.

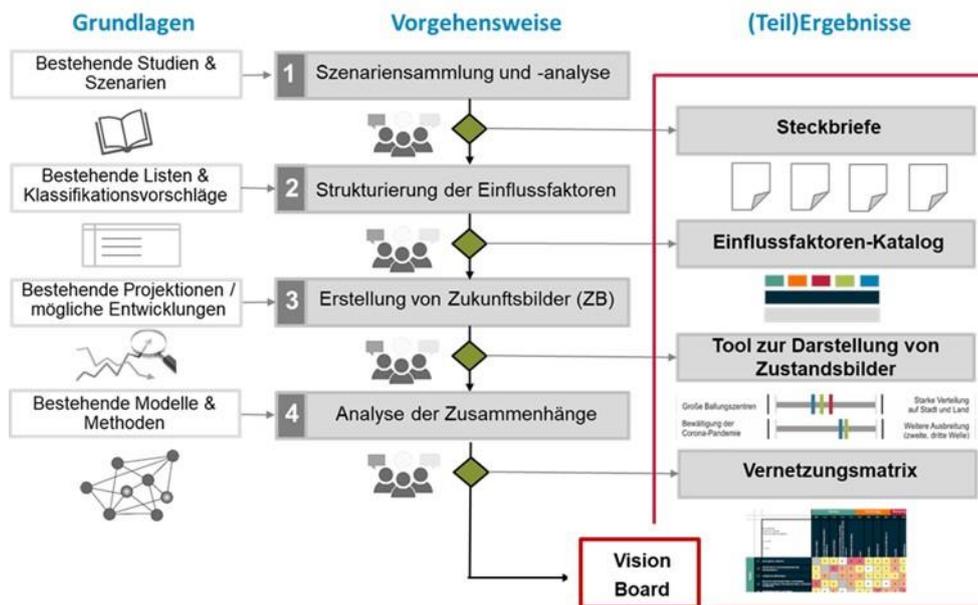


Abb. 2: Methodisches Vorgehen zur Erstellung des Vision Boards

Im ersten Schritt wurden bestehende Studien und Szenarien im Bereich der Mobilität gesammelt, die vorgeschlagenen Zukunftsbildern gesichtet und hinsichtlich ihres Umfangs sowie Darstellungsart analysiert. Abgeleitet wurden wesentliche Informationen zu den betrachteten Faktoren und möglichen Entwicklungen, die danach in Form von Steckbriefen dokumentiert wurden. Im zweiten Schritt wurden dann die Faktoren aus den verschiedenen Literaturquellen zusammengeführt und unter Berücksichtigung bestehender Auflistungen sowie Klassifikationsvorschläge (z.B. Geschka et al. 2016) erweitert. Als Ergebnis wurde ein umfangreicher Katalog von Faktoren, die einen signifikanten Einfluss auf das Mobilitätssystem haben, ausgearbeitet. Auf dieser Grundlage wurde im dritten Schritt über die möglichen Entwicklungen bzw. Ausprägungen verschiedener Einflussfaktoren diskutiert und nach übersichtlichen Möglichkeiten zur Erfassung alternativer Zustände (bspw. nach geeigneten Darstellungen mehrerer Einflussfaktoren und ihre Zustände „gestern“, „heute“ und „morgen“) gesucht. Als bekannt und gut geeignet wurde das Schieberegler-Prinzip identifiziert und angewendet. So wurde der Einflussfaktoren-Katalog um ein Tool zur Erfassung von Zukunftsbildern anhand Schieberegler erweitert und dadurch eine Lösung zur relativ schnellen Darstellung der Vergangenheit, der Gegenwart und der möglichen Entwicklungen in bestimmten Projektionszeiträumen bereitgestellt. Im vierten Schritt wurden die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Faktoren nachgegangen und die Vernetzungsgrade im

Rahmen von Experten-Workshops diskutiert und dokumentiert. Die einzelnen Schritte werden in den nächsten Abschnitten näher beschrieben.

### **3.2. Szenariensammlung und -analyse**

Bei den Recherchearbeiten in Schritt 1 wurden bestehende Studien und Szenarien, die explizite Aussagen für die Mobilität in Deutschland im Zeitraum 2020-2050 treffen, gesichtet. Innerhalb einer opportunistischen Literaturanalyse wurden durch vorhandene Literaturangaben einer Hauptquelle weitere relevante Literaturhinweise identifiziert und nach demselben Prinzip weiter gesichtet. So wurde zunächst ein möglichst breiter Überblick über die relevanten Vorarbeiten geschaffen. Es wurden Muster bzgl. ähnlicher Faktoren und Entwicklungspfade erkannt und die Quellen in Gruppen unterteilt. Die Kerninformationen aus den repräsentativen Arbeiten jeder Gruppe wurden dann in Form von Steckbriefen systematisch aufbereitet. In drei übergeordneten Rubriken wurden schrittweise zuerst die allgemeinen Daten (wie Titel, Auftraggeber, Bearbeiter, Erscheinungsjahr und Prognosejahr), dann die Kerninhalte (wie verfolgte Ziele, Betrachtungsrahmen der Studie, betrachtete Faktoren und mögliche Ausprägungen) und anschließend Anmerkungen (wie bspw. weitere Forschungsliteratur, die diese Quelle bestätigen) dokumentiert.

### **3.3. Strukturierung der Einflussfaktoren**

Die in den Steckbriefen dokumentierten Kerninhalte wurden in Schritt 2 mit einer Excel-Liste verknüpft und zusammengeführt. Wertvolle Vorarbeiten von Experten wurden auf diese Weise als Grundlage für die weiteren Schritte bereitgestellt. Bei der folgenden Betrachtung der Einflussfaktoren-Übersicht wurde eindeutig die Komplexität der Faktoren erkannt, die gleichzeitig aber eine Hierarchie aufweisen, die von „sehr allgemein und global“ bis „sehr konkret und spezifisch“ reicht. In Anbetracht des Detaillierungsgrades wurden anschließend die Faktoren in drei hierarchische Gruppen – Einflussbereiche, Einflussfaktoren und Deskriptoren – systematisch unterteilt, vgl. Abb. 3.



Abb. 3: Einflussfaktoren-Katalog

Die in den Quellen betrachteten Einflussfaktoren lassen sich in fünf übergeordnete Einflussbereiche – Gesellschaft, Technologie, Ökonomie, Umgebung sowie Politik in Anlehnung an die allgemein üblichen Faktoren für die externe Umweltanalyse (Fahey & Narayanan 1986) – gliedern und werden oft durch konkrete quantitative oder beschreibende Kenngrößen bzw. Deskriptoren im Detail spezifiziert. Der Begriff „Ökologie“ wurde in „Umgebung“ umbenannt, da neben der ökologischen Betrachtung zusätzlich die umgebende Infrastruktur im Betracht gezogen wird.

Als Ergebnis wurde ein Einflussfaktoren-Katalog initial erstellt und anschließend in verschiedenen projektspezifischen Experten-Workshops erweitert. Um eine bessere Übersichtlichkeit zu gewährleisten, wurden die verschiedenen Rubriken gruppiert und farblich kodiert, vgl. Abb.3. Der aktuelle Stand des Katalogs beinhaltet fünf Einflussbereiche, 19 Einflussfaktoren und 108 Deskriptoren.

### 3.4. Erstellung von Zukunftsbildern

Nach der systematischen Aufbereitung der vielfältigen Faktoren, die Einfluss auf das Mobilitätssystem haben, wurden in Schritt 3 die möglichen (extremen) Entwicklungen bzw. Ausprägungen der Deskriptoren und die Möglichkeiten zur Erfassung von Zuständen diskutiert. Zu jedem Deskriptor im Einflussfaktoren-Katalog wurden zunächst Ausprägungen formuliert. Hierzu wurden in Experten-Workshops die vorher analysierten Studien herangezogen und mögliche Extreme je Deskriptor festgehalten. Ein Beispiel hierfür sind die Ausprägungen „starkes Wachstum“ und „starker Rückgang“ für den Deskriptor „Bevölkerungswachstum“. Anschließend wurde anhand von „Schiebereglern“ die Darstellung von Zuständen und Zustandsbildern getestet. Es wurde ein „Tool zur Darstellung von Zustandsbildern“ ausgearbeitet, welches die simultane Betrachtung mehrerer möglicher Zustände verschiedener Deskriptoren ermöglicht, Abb.4.

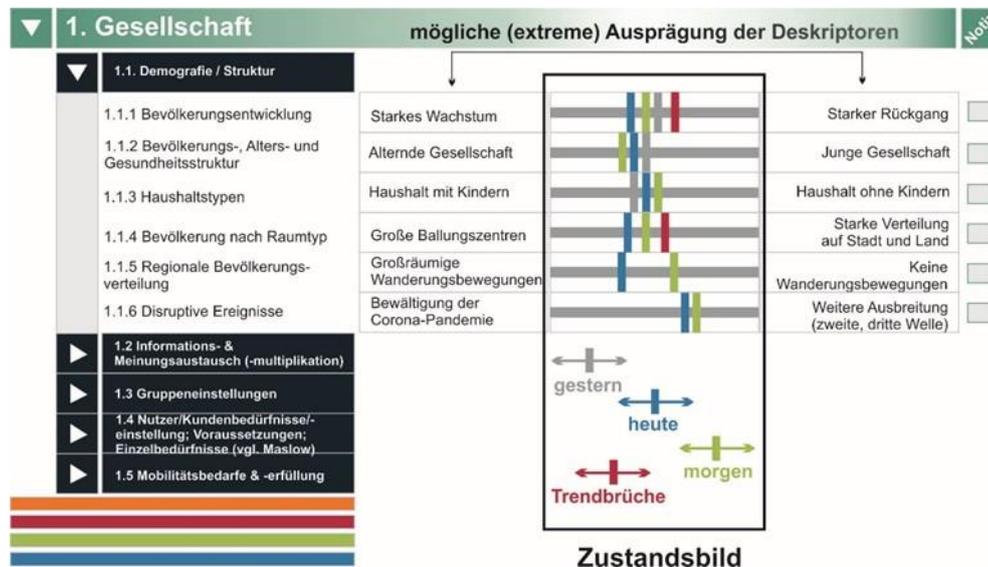


Abb. 4: Tool zur Darstellung von Zustandsbildern

In der Testphase wurden zwei bis vier Zustände pro Deskriptor parallel ermittelt. Unterschieden wurde zwischen den Zuständen „gestern“, „heute“, „morgen“ und

sogenannten „Trendbrüchen“ (unerwartete Ereignisse, die die Entwicklungsprognosen verändern wie bspw. die Corona-Pandemie). Um eine Übersichtlichkeit für den Anwender zu gewährleisten, wurden die definierten Zustände farbig codiert, s. Abb. 4.

Die formulierten möglichen Ausprägungen der Deskriptoren dienen als Beispiele und können als Vorlage genutzt, müssen aber nicht bei einer Anwendung des Tools übernommen werden. Es besteht auch die Möglichkeit zu jedem Deskriptor eine Anmerkung bzw. ausführliche Erläuterung im „Notiz-Bereich“ zu hinterlassen und die Entscheidung sowie bei der Formulierung der Ausprägungen als auch bei der Ermittlung der Zustände, nachvollziehbar zu begründen und zu dokumentieren.

Die beiden Extreme definieren den möglichen Zustandsraum und anhand der Schieberegler besteht die Option, Werte für bestimmte Zeitpunkte bspw. in Anlehnung an bestehende Statistiken festzulegen. Es können sowohl qualitative Größen, also Werte, die keinen mathematischen Betrag annehmen, die keiner Rangfolge folgen, jedoch in Kategorien unterschieden werden können als auch quantitative Werte, also messbare Größen auf einer Intervallskala, erfasst werden. Die Werte können individuell festgelegt werden und dienen als Grundlage für die Erstellung von Zukunftsbildern. Es besteht die Option relativ schnell einzelne Entwicklungen bspw. in Balken-, Linien-, Flächen- oder Kreisdiagrammen zu überführen oder mehrere davon als komplexe Bilder bzw. Skizzen visuell darzustellen. Die Entscheidung darüber, wie viele Zustände gleichzeitig in Betracht gezogen und visualisiert werden, ist von der konkreten Aufgabenstellung abhängig.

### **3.5. Aufbau der Vernetzungsmatrix**

Im Folgenden wird darauf eingegangen, wie Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Einflussfaktoren aufgedeckt wurden. Dass im Allgemeinen Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen den Faktoren bestehen, wurde bereits in der Einleitung eingeführt. In Anlehnung an das „Sensitivitätsmodell“ von Frederic Vester (Vester 2001) wurden diese Abhängigkeiten mithilfe einer Vernetzungsmatrix (ähnlicher Ansatz wie bei einer Cross-Impact-Analyse) systematisch aufgezeigt und dokumentiert. Die Abhängigkeiten wurden hierzu durch ein Brainstorming ermittelt und in Form der in Abbildungen 5 (Ausschnitt) und 6 gezeigten Matrix festgehalten. Ebenfalls ist es durch die Matrix möglich, die Vernetzungsgrade der einzelnen Faktoren zu analysieren und beispielsweise besonders stark verflochtene Faktoren zu identifizieren bzw. später nachzuvollziehen.

Als Betrachtungsebenen für die Gegenüberstellung von Faktoren standen zu Beginn der Arbeiten die drei Ebenen der Einflussbereiche (5), Einflussfaktoren (19) und Deskriptoren (108) zur Auswahl. Die Wahl zur Umsetzung in der quadratischen Vernetzungsmatrix fiel auf die 19 Einflussfaktoren, da diese in ihrer Anzahl handhabbar und gleichzeitig inhaltlich aussagekräftig sind. Ebenfalls gibt es auf dieser Ebene die Möglichkeit, das (Begriffs-)Verständnis durch einen Blick auf den Kontext, in dem Fall auf die Einflussbereiche oder auf die feingranularere Ebene, dem der Deskriptor zugeordnet ist, zu überprüfen.

Bei der Identifikation der Abhängigkeiten wurden die verschiedenen Kombinationen von Einflussfaktoren systematisch nacheinander bewertet. Die Kombinationen wurden analysiert und die kausalen Zusammenhänge bewertet. Es wurde nach dem Prinzip "Zeile beeinflusst Spalte" vorgegangen, vgl. Abb. 4 und es wurde eine Werteskala von 0 (keine Beeinflussung) bis 3 (Zeilenfaktor beeinflusst Spaltenfaktor massiv) verwendet. Häufig wurde an dieser Stelle auf die Beschreibung der Deskriptoren zurückgegriffen, die einem Einflussfaktor untergeordnet sind.

		Gesellschaft					
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	
<b>Leserichtung: von Zeile zu Spalte ("Zeile beeinflusst Spalte")</b>  3 = massiv 2 = stark 1 = schwach 0 = nicht		Demografie/ Struktur		1	1	0	3
		Informations- & Meinungsaustausch	1		3	2	2
		Gruppeneinstellungen	1	2		2	2
		Nutzer/Kundenbedürfnisse/-einstellung	3	1	1		2
		Mobilitätsbedarfe & Erfüllung	1	0	2	0	
		Gesellschaft	1.1 Demografie/ Struktur		1	1	0
	1.2 Informations- & Meinungsaustausch	1		3	2	2	
	1.3 Gruppeneinstellungen	1	2		2	2	
	1.4 Nutzer/Kundenbedürfnisse/-einstellung	3	1	1		2	
	1.5 Mobilitätsbedarfe & Erfüllung	1	0	2	0		

Abbildung 5: Ausschnitt der Vernetzungsmatrix: Gegenüberstellung der Einflussfaktoren zur Bewertung ihrer Abhängigkeiten.

Anhand eines Beispiels wird das Vorgehen nachfolgend verdeutlicht.

Dem Einflussfaktor 1.2 Informations- & Meinungsaustausch (-multiplikation) sind die folgenden Deskriptoren untergeordnet:

- Informations(multiplikations)kanäle (Print- und Onlinemedien, TV/Radio),
- Zweck des Informationstransfers (Ausbildung/Schule, Beeinflussung/ Werbung & Meinungsbildung), der Informationserhebung und -verdichtung (Studien, Statistiken) sowie
- Akteure/Stakeholder des Informationstransfers (Sender).

Der Einflussfaktor 1.3 Gruppeneinstellungen setzt sich aus den folgenden Deskriptoren zusammen:

- Wertorientierung (Sinus Milieus: traditionell, modern, ultramodern),
- Sozialer Status (Sinus Milieus: Unterschicht, Mittelschicht, Oberschicht),
- Politische Einstellung sowie
- Gesellschaftliche Hotspots: Spannungen im Rahmen verschiedener aktueller Themen (Fridays for Future, Kerntechnik u.v.m.).

Bei dem Abgleich der Deskriptoren wurde festgestellt, dass eine Änderung des Informations- & Meinungsaustauschs ebenfalls eine starke Änderung der Einstellung einer Gruppe zur Folge haben kann, sodass der Zusammenhang mit dem Wert 3 bewertet wurde, vgl. Abbildung 5. Beispielsweise können ein Verbot oder die Zensur bestimmter Kanäle die politische Meinung einer Gruppe stark beeinflussen.

Die vollständig ausgefüllte Vernetzungsmatrix kann Abb. 6 entnommen werden.

Leserichtung:  
von Zeile zu Spalte  
("Zeile beeinflusst Spalte")

3 = massiv  
2 = stark  
1 = schwach  
0 = nicht

	Gesellschaft				Technologie				Ökonomie		Umgebung				Politik					
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4	
	Demografie/ Struktur	Informations- & Meinungsaustausch	Gruppeneinstellungen	Nutzer/Kundenbedürfnisse/-einstellung	Mobilitätsbedarfe & Erfüllung	Energie	Antriebsform	Mobilitätssystem	Multimodale Mobilitätssysteme	Wirtschaft	Mobilitätskosten	Mobilitätsinfrastruktur	Anwendungsspezifische Infrastruktur	Lebensraum/Umgebung	Ökologische Betrachtung	Gesellschaftsform	Legislative (deskriptiv, Gesetzgebung)	Jurisdiktion/Judikative	Richtlinien, Normen	
Gesellschaft	1.1	1	1	0	3	3	1	1	1	2	1	2	2	2	1	0	0	0	0	
1.2	1		3	2	2	1	0	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	0	
1.3	1	2		2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	2	2	3	3	1	0	
1.4	3	1	1		2	1	0	1	0	2	2	0	1	1	0	2	1	0	1	
1.5	1	0	2	0		1	1	3	2	2	3	3	3	2	2	0	1	0	0	
Technologie	2.1	0	0	1	1	0		3	2	1	3	3	3	3	2	3	0	1	0	1
2.2	0	0	1	2	1	2		2	0	2	3	3	3	2	3	0	1	0	2	
2.3	1	0	2	3	3	1	1		3	2	3	3	3	2	2	0	1	0	2	
2.4	1	0	2	3	3	1	1	2		2	3	3	3	2	3	0	2	0	2	
Ökonomie	3.1	3	1	2	2	3	2	1	2	1		3	3	3	2	2	1	1	0	1
3.2	0	0	2	3	3	1	2	3	2	2		2	3	1	1	0	1	0	0	
Umgebung	4.1	1	0	1	2	3	2	2	2	3	3	3		3	3	2	0	1	0	1
4.2	1	0	1	2	3	0	1	1	2	3	3	2		2	2	0	0	0	1	
4.3	1	0	2	1	2	0	1	1	1	1	1	2	3		3	0	0	0	1	
4.4	0	2	2	1	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3		0	2	0	2	
Politik	5.1	2	3	1	1	2	1	0	0	0	3	1	0	0	0	0		1	2	0
5.2	1	1	1	0	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2	1		1	1	
5.3	0	1	1	0	2	1	1	2	1	3	1	0	1	1	0	2	3		0	
5.4	0	0	1	0	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	0	1	0		

Abbildung 6: Vernetzungsmatrix

Anhand der Vernetzungsmatrix lassen sich gewisse Häufungen der beiden Extremfälle „starker“ und „nicht vorhandener“ Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Einflussfaktoren (zeilen- oder spaltenweise) erkennen.

## 4. Exemplarische Anwendung des Vision Boards

Im folgenden Abschnitt wird vorgestellt, wie das Vision Board – das Hilfsmittel zur systematischen Gestaltung von Zukunftsszenarien am Beispiel Mobilität – im Rahmen der oben genannten Forschungsprojekte initial angewendet wurde, um einen ersten Überblick über Zustandsbildern zur Mobilität in Deutschland sowie über Corona-bedingte Auswirkungen auf die Einflussfaktoren zu schaffen.

#### **4.1. Erstellung von Zukunftsbildern am Beispiel der Mobilität in Deutschland unter Berücksichtigung der Corona-Pandemie**

Bei der Anwendung des Vision Boards wurden jeweils die Bearbeiter jedes Projektes sowie ein erfahrener „projektfremder“ Experte eingebunden. Hinsichtlich der Zielsetzung wurden schrittweise zuerst die Zustände „heute“ und „morgen“ erfasst und dann die Corona-bedingten Änderungen systematisch ermittelt.

Zur Erfassung der möglichen Entwicklungen wurde mit dem Einflussfaktoren-Katalog und dem Tool zur Darstellung von Zustandsbildern gearbeitet. Die Projektvertreter haben im ersten Schritt anhand des Katalogs die Einflussfaktoren und die dazugehörigen Deskriptoren – hinsichtlich ihrer Projekte durch eine Punktevergabe von null bis drei – priorisiert. Alle Deskriptoren, die mit drei eingestuft wurden, wurden anschließend im Projekt vorgestellt und diskutiert. Auf diese Weise konnten zwanzig Deskriptoren bzw. Schlüsselfaktoren identifiziert und für die weitere Betrachtung festgelegt werden.

Im Anschluss an die Auswahl der Deskriptoren wurden im zweiten Schritt des Experten-Workshops mögliche extreme Ausprägungen der Deskriptoren ermittelt. Dazu wurden initial die vordefinierten Vorschläge aus dem Vision Board als Vorlage genommen.

Im Anschluss wurden im dritten Schritt anhand des Tools zur Darstellung von Zustandsbildern die Zustände „heute 2019“ und „morgen 2030“ für die ausgewählten Deskriptoren ermittelt. Bei der Zustandsermittlung wurden sowohl die Kerninformationen aus den Steckbriefen über die Entwicklungsprognosen für Deutschland (vgl. Abschnitt 3.2) als auch die Meinung des Experten-Teams berücksichtigt. Wichtige Informationen wie bspw. relevante Studien oder Experten-Anmerkungen wurden im vorgesehenen „Notiz“-Bereich dokumentiert. Das erzielte Ergebnis kann Abbildung 7 entnommen werden. Rechts sind die ausgewählten Einflussfaktoren mit den jeweiligen Deskriptoren aufgelistet und auf der linken Seite sind die entsprechenden möglichen extremen Ausprägungen sowie der ermittelten Zustände zugeordnet (blauer Schieberegler für den Zustand „heute 2019“ und grüner Schieberegler für den Zustand „morgen 2030“). Bei einer näheren Betrachtung der Abbildung bzw. der Zeilen von oben nach unten können die ermittelten Trends in den Bereichen „Gesellschaft“, „Technologie“, „Ökonomie“, „Umgebung“ und „Politik“ systematisch überblickt werden.

Unter Betrachtung des Einflussbereichs 1 „Gesellschaft“ ist bspw. ersichtlich, dass in Deutschland mit einer weiteren Verteilung der Bevölkerung auf Stadt und Land zu

rechnen ist. Die Informationskanäle werden zukünftig vorwiegend in digitaler Form genutzt werden und es wird mehr Intelligenz, aber auch ein erhöhtes Maß an Sicherheit von den neuen Mobilitätslösungen erwartet. Der Mobilitätsbedarf wird sich insgesamt erhöhen und das Prinzip „Nutzen statt Besitzen“ wird mehr an Akzeptanz gewinnen. Es werden noch mehr Einkäufe online getätigt werden und die Einzelkäufe vor Ort werden seltener vorkommen.

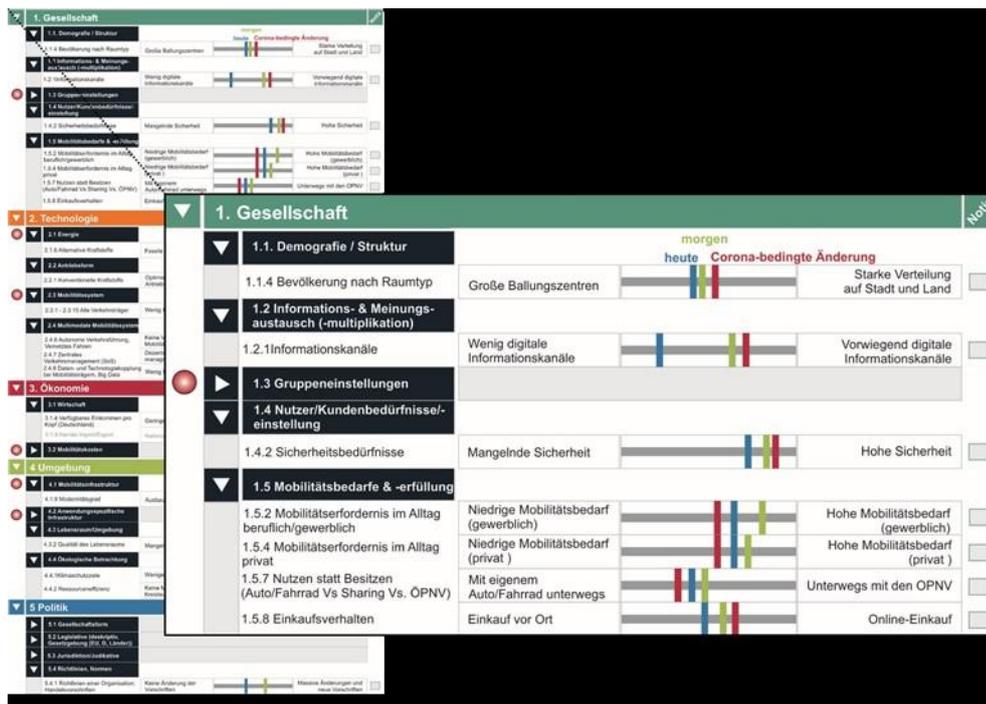


Abb. 7: Zustandsbild „Gesellschaft“ am Beispiel „Mobilität in Deutschland“

Weitere Informationen wie Ursprungsquellen, detaillierte Erläuterung der Zustände bestimmter Deskriptoren und ggf. Anmerkungen dazu, wurden im „Notiz-Bereich“ dokumentiert und können nach einem Klick auf das Piktogramm „Viereck“ entnommen werden. Somit wird bspw. bei Interesse an dem Deskriptor „1.1.4 Bevölkerung nach Raumtyp“ auf die Bertelsmann Studie verwiesen und entsprechend erläutert: „Es ziehen viele Menschen noch in die Millionen-Metropolen wie Berlin, Hamburg, München oder Köln, aber die Mehrheit der Bevölkerung bevorzugt immer mehr die kleineren Städte an den Rändern der Metropolen und auch die Kommunen in ländlichen Räumen.“ (Bertelsmann 2018)

Nach Erfassung der Zustände „heute 2019“ und „morgen 2030“ für die ausgewählten Deskriptoren wurden einige Monate später, im Jahr 2020, die Corona-bedingten Zustandsänderungen nach dem ersten Lock-Down diskutiert und in die erzeugte

Darstellung ergänzt. Hierzu wurde mit dem erarbeiteten Zustandsbild und mit der im Vision Board bereitgestellten Vernetzungsmatrix gearbeitet.

Im ersten Schritt wurde das Zustandsbild im Projekt besprochen und um den aktuellen „Corona-bedingten-Zustand 2020“ erweitert. Mithilfe eines zusätzlichen Schiebers (Abb. 7, Schieber in rot) wurden im Bereich „Gesellschaft“ wichtige Verhaltensänderungen und im Bereich „Ökonomie“ einige Folgen der Wirtschaftskrise systematisch ermittelt. Vom Ergebnis kann bspw. entnommen werden, dass die Bevölkerungsverteilung auf Stadt und Land in Corona-Zeiten eine Veränderung aufweist. Eine Erläuterung dazu ist im „Notiz“-Bereich zu finden: „Viele Menschen suchen ein Leben weg von den Ballungszentren, die heute zu Corona-Hotspots geworden sind und ziehen, wenn möglich, aufs Land, um sich und ihre Familie zu schützen“. Die Abbildung 7 vermittelt weiter, dass wegen der Pandemie vorwiegend digitale Medien und Informationskanäle bevorzugt werden und dass der Deskriptor „Sicherheit“ eindeutig an Bedeutung zunimmt. Gleichzeitig sinkt der Mobilitätsbedarf von Personen in der Corona-Zeit, gewerblich als auch privat. Diese Entwicklung wurde im „Notiz“-Bereich wie folgt erläutert: „Es wird vermehrt im Home-Office gearbeitet, die Geschäftskontakte werden virtualisiert und die Geschäftsreisen auf ein Minimum gesetzt bzw. beim Lock-Down sogar komplett ausgesetzt. Dadurch werden Pendelverkehr und Geschäftsreisen stark reduziert. Um eine Infektion zu vermeiden, werden viel mehr Einkäufe Online getätigt und die Einkaufsfahrten nehmen entsprechend ab. Privatreisen werden abgesagt oder verschoben. Es wird insgesamt wenig gefahren und wenn überhaupt, dann möglichst mit dem eigenen Auto oder Fahrrad und nicht mit den öffentlichen Verkehrsmitteln in denen viele Leute zusammenkommen.“

Nach Festlegung der Zustandsänderungen durch Experten-Workshops wurden im zweiten Schritt die Auswirkungen der Corona-Lage auf den Zustand „morgen 2030“ der einzelnen Deskriptoren im jeweiligen Bereich analysiert. Anhand des erweiterten Zustandsbilds wurde erkannt, dass durch die Corona-Pandemie einige Entwicklungen offensichtlich beschleunigt werden und andere mehr oder weniger stark gebremst werden, vgl. Abb. 7. Bspw. durch die Maßnahmen zur Eindämmung der Pandemie wird in vielen Bereichen ein erhöhtes Maß an digitaler Kommunikation erforderlich, was einen generellen „Digitalisierungsschub“ mit sich bringt, der schon jetzt die getroffenen Entwicklungsprognosen für 2030 übertrifft. Viele digitale Dienste und Geschäftsmodelle wurden und werden deutlich schneller als erwartet entwickelt und eingesetzt. Um weitere Änderungen – die als Folge der Verhaltensänderungen und der wirtschaftlichen Auswirkungen zu erwarten sind – zu identifizieren, wurde im dritten Schritt als Hilfestellung die Vernetzungsmatrix angewendet, vgl. Abb.8.

Leserichtung:  
von Zeile zu Spalte  
("Zeile beeinflusst Spalte")

3 = massiv  
2 = stark  
1 = schwach  
0 = nicht

		Gesellschaft					Technologie				Ökonomie		Umgebung				Politik			
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4
		Demografie/ Struktur	Informations- & Meinungsaustausch	Gruppeneinstellungen	Nutzer/Kundenbedürfnisse/-einstellung	Mobilitätsbedarfe & Erfüllung	Energie	Antriebsform	Mobilitätssystem	Multimodale Mobilitätssysteme	Wirtschaft	Mobilitätskosten	Mobilitätsinfrastruktur	Anwendungsspezifische Infrastruktur	Lebensraum/Umgebung	Ökologische Betrachtung	Gesellschaftsform	Legislative (deskriptiv, Gesetzgebung)	Jurisdiction/Judikative	Richtlinien, Normen
Gesellschaft	1.1 Demografie/ Struktur		1	1	0	3	3	1	1	1	2	1	2	2	2	1	0	0	0	0
	1.2 Informations- & Meinungsaustausch	1		3	2	2	1	0	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	0
	1.3 Gruppeneinstellungen	1	2		2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	2	2	3	3	1	0
	1.4 Nutzer/Kundenbedürfnisse/-einstellung	3	1	1		2	1	0	1	0	2	2	0	1	1	0	2	1	0	1
	1.5 Mobilitätsbedarfe & Erfüllung	1	0	2	0		1	1	3	2	2	3	3	3	2	2	0	1	0	0
Ökonomie	3.1 Wirtschaft	3	1	2	2	3	2	1	2	1		3	3	3	2	2	1	1	0	1
	3.2 Mobilitätskosten	0	0	2	3	3	1	2	3	2	2		2	3	1	1	0	1	0	0

Abb. 8: Auswirkung der Änderungen im System

Die Einflussfaktoren aus den Bereichen „Gesellschaft“ und „Ökonomie“, bei denen Änderungen der Zustände festgestellt wurden, sind in Abb. 8 rot markiert. Jede der hervorgehobenen Zeilen (1.1 Demografie/Struktur, 1.2 Informations- & Meinungsaustausch, 1.4 Nutzer/Kundenbedürfnisse/-einstellung, 1.5 Mobilitätsbedarfe & Erfüllung und 3.1 Wirtschaft) wurde diskutiert und die Wirkung von Änderungen bei den Einflussfaktoren auf die jeweils anderen Einflussfaktoren im System – Zeile zu Spalte – beurteilt. Überall wo ein „starker Zusammenhang“ bzw. eine Bewertung mit „drei“ bestätigt wurde, wurden Anmerkungen notiert und diese in die Gesamtdarstellung (Abb. 7) übertragen. Die betroffenen Einflussfaktoren wurden anhand eines roten Kreises in Abbildung 7 hervorgehoben und die Anmerkungen im „Notiz“-Bereich hinterlegt. Bspw. wurden bei der Diskussion der Zeile vier (Abb.8) die Auswirkung der Änderung von Einflussfaktor 1.5 Mobilitätsbedarfe & Erfüllung auf die 18 anderen Einflussfaktoren systematisch beurteilt. Ein starker Zusammenhang wurde zu 2.3 Mobilitätssystem, 3.2 Mobilitätskosten, 4.1 Mobilitätsinfrastruktur und 4.2 Anwendungsspezifische Infrastruktur identifiziert und anhand konkreter Beispiele beschrieben. Im Zustandsbild wurde dazu vermerkt, dass Corona-bedingte Trendänderungen bei diesen Einflussfaktoren in der Zukunft zu erwarten sind, vgl. Abb. 7.

## 5. Schlussbetrachtung und Ausblick

Nachdem das Zustandsbild für die Mobilität in Deutschland unter Berücksichtigung der Corona-Pandemie anhand des Vision Boards, im Rahmen der benannten Forschungsprojekte, initial erstellt wurde, konnte eine Zwischen-Evaluation des Hilfsmittels stattfinden. Die erzielten Ergebnisse wurden hinsichtlich der Zielsetzung in

den Projektteams diskutiert und beurteilt. Auf dieser Grundlage konnte abgeleitet werden, was mit Hilfe des Vision Boards im konkreten Anwendungsfall vereinfacht durchgeführt werden kann, was nur bedingt funktioniert hat und welche Features mit Blick auf die weiteren Projektschritte noch wünschenswert wären.

Das Vorgehen zur Erarbeitung der Ergebnisse – Priorisierung der Deskriptoren, Formulierung der Ausprägungen, Ermittlung der Zustände „heute“ und „morgen“, Ermittlung der „Corona-bedingte-Zustand“ und Analyse der Änderungen – wurde als „sehr gut geeignet“ eingeschätzt. Die Teamarbeit hat anhand der bereitgestellten Hilfsmittel (Einflussfaktoren-Katalog, Tool zur Darstellung von Zustandsbildern und Vernetzungsmatrix) sehr gute Unterstützung erfahren und schnell zu brauchbaren Ergebnissen geführt. Das Ziel, eine erste Orientierung über die Entwicklungen im Mobilitätssystem unter Berücksichtigung der Corona-Pandemie zu schaffen, wurde erreicht. Die Darstellung der Informationen ist - wie überall gewünscht - übersichtlich, schnell erkennbar und auch ohne Erklärung dank der Anmerkungen im „Notiz-Bereich“ nachvollziehbar. Darüber hinaus ist die Übersicht interaktiv gestaltet und die abgeleiteten Zustände bzw. Entwicklungsprognosen können bei Bedarf angepasst und weiter spezifiziert werden. Das Vision Board bietet eine gut strukturierte Diskussionsgrundlage die erstens zur Synchronisation, also der Klärung des gemeinsamen Verständnisses bzw. der Vision und zweitens der Sensibilisierung für die komplexen Zusammenhänge und Wechselwirkungen im Mobilitätssystem dient.

Bei der Anwendung der Vernetzungsmatrix ist allerdings aufgefallen, dass der Zusammenhang zwischen den Einflussfaktoren an einzelnen Stellen anders eingeschätzt wurde als vorgeschlagen (bspw. nicht als „gering - 1“, sondern als „stark - 2“). Je nach Anwendungsbeispiel wurden einige Anpassungen bei der Bewertung des Vernetzungsgrades vorgenommen und im „Notiz-Bereich“ begründet. Die Möglichkeit, die Matrix individuell im Experten-Team zu befüllen, wurde eindeutig als Vorteil empfunden. Allerdings wurde bei der Diskussion der Ergebnisse darauf hingewiesen, dass weitere Anwendungen unbedingt notwendig sind, um ein möglichst breites Meinungsbild zu erfassen. Die Detailierungsebene der Matrix wurde auch als problematisch identifiziert, da die Bewertung auf der Einflussfaktoren-Ebene oft schwierig war, weil viele Deskriptoren im Hintergrund stehen und unterschiedliche Auswirkung auf die Gewichtung haben. Als bessere Option für die Befüllung der Matrix wurde eine Bewertung auf der Deskriptoren-Ebene identifiziert, die in weiteren Anwendungen erprobt werden soll.

Als wünschenswert wurde zudem eine Automatisierung des Vision Boards aufgezeigt. Im Zeitalter der Digitalisierung wird bei der Anwendung verschiedener Hilfsmittel

grundsätzlich mehr Vernetzung erwartet. In diesem Zusammenhang wäre zunächst eine Verknüpfung der einzelnen Einflussfaktoren untereinander, auf Basis der Zusammenhänge aus der Vernetzungsmatrix, besonders wichtig. Interessant wäre bspw. eine Schnittstelle zu den Ansätzen von „System Dynamics“ zu finden und die Ermittlung der Zustände bzw. der Zustandsbilder durch Automatisierung zu beschleunigen. Danach könnte an weitere Verknüpfungen gedacht werden. Durch eine Schnittstelle zu einem 3D-Programm könnte bspw. eine erlebbare Darstellung der Zustandsbilder realisiert werden. Hinsichtlich des Aufwands wäre initial aber auch eine 2D-Lösung denkbar. Bspw. die Erstellung und Zusammenführung von Skizzen auf Grundlage der Zustandsbilder wäre kurzfristig auch ein wichtiger Fortschritt bei einer Weiterentwicklung des Vision Boards. Eine Verknüpfung des Vision Boards mit Ansätzen aus dem „Systems Engineering“ (Huth & Vietor 2020; Raulf 2021) wäre ebenfalls ein wichtiger Fortschritt. Aktuell können anhand der Ergebnisse übergeordnete und vorwiegend qualitative Anforderungen an die zukünftigen Mobilitätslösungen abgeleitet werden. Ein höherer Konkretisierungsgrad und quantitative Aussagen werden aber zukünftig benötigt, die (teil-)automatisiert in Anforderungslisten überführt werden und den Entwicklern für die weitere Produktentwicklung als Unterstützung bereitgestellt werden. Eine einheitliche Methodik hierzu soll im Weiteren erarbeitet werden.

### **Danksagungen**

Die Ergebnisse dieses Beitrags wurden im Rahmen der Forschungsprojekte „Zukunftslabor Mobilität“, „LifeCycling2“ und „autoMoVe“ ausgearbeitet.

**Zukunftslabor Mobilität:** gefördert vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur unter Fördernummer ZN3493 im Niedersächsischen Vorab der Volkswagen Stiftung und betreut vom Zentrum für digitale Innovationen (ZDIN).

**LifeCycling<sup>2</sup>:** das Verbundvorhaben LifeCycling<sup>2</sup> - Rekonfigurierbare Designkonzepte und Services für die ressourceneffiziente (Weiter-)Nutzung von E Cargobikes - wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen der Fördermaßnahme ReziProK unter der Projektnummer 033R232 A-F gefördert.

**autoMoVe:** Dynamisch konfigurierbare Fahrzeugkonzepte für den nutzungsspezifischen autonomen Fahrbetrieb: EFRE-Forschungsprojekt, das vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert und vom Projektträger NBank verwaltet wird (ZW 6-85031164).

## Literaturverzeichnis

- Albers, O., Broux, A. (1999). *Zukunftswerkstatt und Szenariotechnik. Ein Methodenbuch für Schule und Hochschule*. Weinheim Beltz, ISBN 3-407-62385-2.
- Axmann, J. K. (2004): Globale kollaborative Produktentstehung bei der Volkswagen AG. Fachgespräch BMBF "Reorganisation der industriellen Forschung und Entwicklung und weltwirtschaftliche Veränderungen", *Tagungsband i.TEC*, BMBF, Berlin.
- Axmann, J. K. et al. (2005): Messbarer und nachhaltiger Erfolg durch Prozessorientierung. *AWK, Aachener Werkzeugmaschinen Kolloquium '05, "Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik – Aachener Perspektiven"*, Shaker Verlag, Aachen, S. 139-166.
- Beer, S. (1966): *Decision and control; the meaning of operational research and management cybernetics*. London, New York, Wiley.
- Bertelsmann (2018): Leben in Klein- und Mittelstädten liegt bei den Deutschen im Trend. *Studie der Bertelsmann Stiftung*, <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/themen/aktuelle-meldungen/2018/juli/leben-in-klein-und-mittelstaedten-liegt-bei-den-deutschen-im-trend/>, zuletzt abgerufen am 28.01.2021.
- Cudok, A. et al. (2017) Life cycle development - A closer look at strategies and challenges for integrated life cycle planning and upgrading of complex systems. *Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED 17)*, 209-218, Glasgow, The Design Society.
- Fahey, L., Narayanan, V. K. (1986): *Macroenvironmental Analysis for Strategic Management*. West Publishing, ISBN 978-0-314852335.
- Fink, A., Siebe, A. (2006): *Handbuch Zukunftsmanagement – Werkzeuge der strategischen Planung und Früherkennung*. 1. Auflage, Campus Verlag, Frankfurt am Main, ISBN 978-3593378046
- Forrester, J. W. (1971): Counterintuitive behavior of social systems. *Technology Review*, Vol. 73, No.3, S. 52–68.
- Gausemeier, J. et al. (1996): Szenario-Management. Planen und Führen mit Szenarien. 2. Auflage, Hanser Verlag, München, ISBN 978-3446187214.
- Geschka, M. S. et al. (2016): Die Szenariotechnik am Beispiel des Projektes "Zukunft der Mobilität". In: *Logistik der Zukunft*. Springer Gabler, Wiesbaden, S. 363-386.
- Götze, U. (1993): *Szenario-Technik in der strategischen Unternehmensplanung*. 2., aktualisierte Auflage, Wiesbaden, ISBN 978-3-8244-0166-6.
- Greeuw, S. C. H. et al. (2000): Cloudy Crystal Balls. An assessment of recent European and global Scenario studies and Models. In: *Environmental issues series no 17*, November 2000, European Environment Agency.
- Huth, T., Vietor, T. (2020): Systems Engineering in der Produktentwicklung: Verständnis, Theorie und Praxis aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht. *Gr Interakt Org* 51, S. 125–130. <https://doi.org/10.1007/s11612-020-00505-1>
- Hüttner, M. (1986): *Prognoseverfahren und ihre Anwendung*. de Gruyter, Berlin.

- Kosow, H., Gassner, R. (2008). Methoden der Zukunfts- und Szenarioanalyse Überblick, Bewertung und Auswahlkriterien. *IZT-Werkstatt-Bericht Nr. 103*, Berlin, ISBN: 978-3-941374-03-4.
- Krasteva, P. et al. (2021): Impact of digitization on the mobility system. *21st Internationale Stuttgarter Symposium Automobil- und Motorentechnik*. Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Lemmer, K. (2019): *Neue autoMobilität II – Kooperativer Straßenverkehr und intelligente Verkehrssteuerung für die Mobilität der Zukunft*. acatech Studie, utzverlag, München.
- Meadows, D. H. et al. (1972): *The Limits to Growth*. Universe Books, New York, ISBN 978-0876639184.
- Neumann, J. v (1928): *Zur Theorie der Gesellschaftsspiele, Mathematische Annalen*, OA, Band 100, S. 295–320.
- Parmenides AG (2021): *EIDOS im Überblick*. <https://www.parmenides-eidos.com/eidos9/de/eidos-de/eidos-suite>, zuletzt abgerufen am 30.07.2021.
- Paul, H., Wollny, V. (2020): *Instrumente des strategischen Managements, Grundlagen und Anwendung*. De Gruyter Oldenbourg, ISBN 978-3110579550
- Pohl, K., Rupp, C. (2015) *Basiswissen Requirements Engineering*. 4. überarbeitete Auflage. dpunkt.verlag, Heidelberg.
- Raulf, C. et al. (2021) An Approach to Complement Model-Based Vehicle Development by Implementing Future Scenarios. *World Electric Vehicle Journal 2021*, 12, 97. <https://doi.org/10.3390/wevj12030097>
- Reibnitz, U. v (1992): *Szenario-Technik. Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung*, Springer Gabler, Wiesbaden, ISBN 978-3409234313.
- Şahin et al. (2021): A Cross-domain System Architecture Model of Dynamically Configurable Autonomous Vehicles. *21. Internationales Stuttgarter Symposium Automobil- und Motorentechnik*. Springer, Wiesbaden
- Segner, M. (1976): Szenario-Technik: Methodische Darstellung und kritische Analyse. *Forschungsreihe Systemtechnik*, Bericht 8, TU Berlin.
- Senge, P. M. (1990): *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. New York Doubleday/Currency, ISBN 978-0385260954.
- Steinmüller, K. (1997): Grundlagen und Methoden der Zukunftsforschung: Szenarien, Delphi, Technikvorausschau. *SFZ-Werkstatt-Bericht Nr. 21*, Gelsenkirchen.
- Steinmüller, K. (2002): *Workshop Zukunftsforschung. Teil 1 Grundlagen, Methoden Anwendungen*, Z\_punkt GmbH, Essen.
- Sterman, J. D. (2000): *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. McGraw-Hill Education, New York, ISBN 978-0071179898.
- Vester, F. (2001): Die Kunst, vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität. 7. Auflage, Deutsche Verlags-Anstalt DVA, Stuttgart, ISBN 978-3421053084.
- Wiener, N. (1948): *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. MIT Press.

**M. Eng. A. Petia Krasteva:** Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Institut für Konstruktionstechnik (IK) der TU Braunschweig, Arbeitsgruppe Integrierte Produktentwicklung, Hermann-Blenk-Str. 42, 38108 Braunschweig, Tel: 0531 391 66670, Email: p.krasteva@tu-braunschweig.de.

**M. Sc. Anja Cudok:** Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Institut für Konstruktionstechnik (IK) der TU Braunschweig, Arbeitsgruppe Integrierte Produktentwicklung.

**Dipl.-Ing. Christian Raulf:** Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Konstruktionstechnik (IK) der TU Braunschweig, Arbeitsgruppe Fahrzeugkonzepte.

**Dipl.-Ing. Tobias Huth:** Leiter der Arbeitsgruppe Integrierte Produktentwicklung im Institut für Konstruktionstechnik (IK) der TU Braunschweig.

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Vietor:** Leiter des Instituts für Konstruktionstechnik (IK) der TU Braunschweig, Sprecher des Vorstands Niedersächsisches Forschungszentrum Fahrzeugtechnik (NFF) und Mitglied Vorstand Open Hybrid Lab Factory (OHLF).

**apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim K. Axmann:** Privatdozent an der TU Braunschweig und Manager in einem internationalen OEM der Automobil-Industrie.

## Lizenz

Jedermann darf dieses Werk unter den Bedingungen der Digital Peer Publishing Lizenz elektronisch übermitteln und zum Download bereitstellen. Der Lizenztext ist im Internet unter der Adresse:

[http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/dppl/DPPL\\_v2\\_de\\_06-2004.html](http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/dppl/DPPL_v2_de_06-2004.html) abrufbar.

## Empfohlene Zitierweise

Krasteva, Petia; Cudok, Anja; Raulf, Christian; Huth, Tobias; Vietor, Thomas; Axmann, Joachim (2022): Vision Board. *Zeitschrift für Zukunftsforschung*, Jg. 11, S. 38-63. urn:nbn:de:0009-32-54552

Bitte geben Sie beim Zitieren dieses Artikels die exakte URL und das Datum Ihres letzten Besuchs bei dieser Online-Adresse an.

## ***Experten, Emotionen und soziale Innovationen***

Eine Betrachtung von kürzlich erschienen Büchern mit Relevanz für die Zukunftsforschung

Version 0.1 © Zeitschrift für Zukunftsforschung

Katharina Schäfer, Karlheinz Steinmüller, Axel Zweck

### **Zusammenfassung**

In jüngster Zeit wurden mehrere einschlägige Werke publiziert, die spannende Beiträge zur Methodik der Zukunftsforschung liefern und insbesondere auf die eine oder andere Weise Einblicke in die Rolle von Experten und Laien vermitteln. Drei davon werden in diesem Bericht kurz vorgestellt.

### **Summary**

Several relevant works have been published recently which offer exciting contributions to the methodology of futures research and provide in one way or another insights into the roles of experts and laypersons. In this report three of them will be presented briefly.

### **Buchbesprechungen**

Einige der grundlegenden Methoden der Zukunftsforschung gehen zurück auf die späten 1940er und 1950er Jahre, als in den USA erstmals ein Think Tank heutigen Zuschnitts, die RAND Corp., Zukunftsfragen behandelte. In seiner Dissertationsschrift *„Experts, Social Scientists, and Techniques of Prognosis in Cold War America“* untersucht Christian Dayé (Universität Graz), wie sich wesentliche Aspekte unseres aktuellen Verständnisses von Experten, die an der Schnittstelle von Sozialwissenschaften und Politikberatung operieren, in den USA im beginnenden Kalten Krieg herauskristallisierten, auf welche Weise mit Expertenwissen umgegangen wurde und welche epistemische Rolle ihnen in programmatischen Schriften aus der Feder von RAND-Forschern, nur ausnahmsweise auch von Wissenschaftlern an Universitäten zugesprochen wurden. Zwei grundsätzliche methodische Innovationen, die Delphi-

Technik und War Gaming, stehen dabei im Zentrum der zugleich wissenschaftsgeschichtlichen und philosophisch-methodologischen Untersuchungen Dayés.

Spannend liest sich beispielsweise, wie sich im Verlauf der ersten Delphistudien (etwa von 1950 bis 1962) die Art und Weise der Nutzung des impliziten Wissens (engl. *tacit knowledge*) von Experten verschob, die Orientierung auf einen inhaltlichen Konsens durch den Austausch von materialgestützten Kommentaren zugunsten eines rein auf Statistik beruhenden Konformismusdrucks aufgegeben wurde, in Dayés Terminologie *forecasting*, faktengestützte, im Diskurs erhärtete Vorhersagen, durch *predictions*, Vorhersagen, die ihre Relevanz allein durch die Glaubwürdigkeit der Experten erhalten, ersetzt wurden.

Die damals aufgeworfenen methodischen und erkenntnistheoretischen Fragestellungen erweisen sich auch heute noch als relevant – wie etwa aus Diskussionen innerhalb des Netzwerks „*Delphi-Verfahren in den Gesundheits- und Sozialwissenschaften. Konzept, methodologische Fundierung und Güte*“<sup>13</sup> oder an Arbeitsgruppentreffen des Netzwerks Zukunftsforschung zu „*Neuere Entwicklungen bei der Delphi-Methode*“<sup>14</sup> (2021) und „*Serious Gaming – wir erspielen die Zukunft*“<sup>15</sup> (2022) ersichtlich ist. Zudem beobachten wir in den jüngsten Jahren, wie im Zuge von Krisen (Klima, Corona, Krieg) Experten verstärkt in der Öffentlichkeit gefragt sind, zugleich wird ihre Rolle mehr und mehr hinterfragt.

Als wissenschaftliche Disziplin bemüht sich die Zukunftsforschung um die Konstruktion möglichst objektiver Zukunftsbilder, die – sofern möglich – faktenbasiert und nicht von Emotionen gesteuert sein sollen. Letztere werden oft genug als Einfallstor für Vorurteile und Verzerrungen interpretiert. Gerade durch die (notwendige) Fixierung auf Objektivität klammern Forschende gern ihre eigenen Emotionen aus; sie erscheinen als ein blinder Fleck der Zukunftsforschung. Der Band „*Gefühlte Zukunft. Emotionen als methodische Herausforderung für die Zukunftsforschung*“, herausgegeben von Katharina Schäfer, Karlheinz Steinmüller und Axel Zweck, widmet sich genau dieser Leerstelle und erfasst in 15 Beiträgen die Thematik „*Foresight und Emotionalität*“ in großer Breite – von grundlegenden Einordnungen und Bestandsaufnahmen bis zu Berichten über Projekte und Beiträgen über die Rolle von Metaphern oder die Funktion von Narrativen.

---

<sup>13</sup> <https://delphi.ph-gmuend.de/>

<sup>14</sup> <https://netzwerk-zukunftsforschung.de/veranstaltung/virtuelles-arbeitsgruppentreffen-neuere-entwicklungen-bei-der-delphi-methode/>

<sup>15</sup> <https://netzwerk-zukunftsforschung.de/veranstaltung/arbeitsgruppentreffen-serious-gaming-wir-erspielen-uns-die-zukunft/>

Bekanntlich ist die Zukunft ein Feld von Hoffnungen und Befürchtungen, Visionen und Utopien; gesellschaftliche Kontroversen werden regelmäßig über emotional hochgradig aufgeladene Zukunftsbilder ausgetragen, die wiederum von der Zukunftsforschung untersucht, gegebenenfalls auch generiert werden. Aus dem Material empirisch vorliegender Zukunftsbilder emotionale Aspekte zu identifizieren und ihre Wirkung zu analysieren, gehört zur Standardpraxis der Zukunftsforschung. Bei genauerer Betrachtung spielen jedoch Emotionen eine ebenso wichtige Rolle bei denen, die die Forschung betreiben, bei Expertinnen und Experten. Dies beginnt bei der Wahl von Themen und dem Design von Forschungsprozessen, setzt sich über die Methodenwahl fort bis zur Interpretation und Kommunikation von Ergebnissen. Die Reflektion über diese Fragestellungen – damit die Selbstreflektion der Forschenden über ihre eigenen Emotionen – scheint nach Ansicht der Beitragsautoren und der Herausgeber durchaus noch revisionsbedürftig. Spannende Einblicke ergeben sich beispielsweise bei den Beiträgen über die Tabuisierung von unbequemen Themen im Forschungsprozess oder die Verwandlung von Foresight in „*Fearsight*“ (Florence Gaub), gemeint ist die Verzerrung und Verwässerung von Resultaten durch sozialen Druck insbesondere im Kontext von politischen Prozessen oder administrativen Hierarchien.

Die Frage nach dem Verhältnis von Experten und Laien stellt sich auf besondere Weise bei sozialen Innovationen. Zukunftsforschung und soziale Innovationen sind aufs Engste miteinander verbunden, weil letztlich jeder Art von Zukunftswissen ein Handlungsimpuls innewohnt. Selbst empirisch-positivistische Zugänge zur Zukunftsforschung sind durch den Wunsch motiviert, das gewonnene Zukunftswissen in die Tat umzusetzen, sprich: bestehende Verhältnisse zu verändern und zu verbessern, sprich: zu innovieren. Dennoch gibt es strukturelle Unterschiede zwischen den Feldern der Zukunftsforschung und der sozialen Innovation: Zukunftsforschung interessiert sich generell für Veränderungen und Wandel, während soziale Innovationen eine spezielle Art von Veränderungen sind. Die Forschung zu sozialen Innovationen fokussiert soziale Praxen im Kontext gesellschaftlicher Transformationsprozesse, Zukunftsforschung führt – im besten Fall – zu Wissen über die langfristigen Entwicklungslinien ebenjener Transformationsprozesse, das wiederum im Prozess orientierungstiftend eingebracht werden kann. Entsprechend differenziert fallen in diesem Zusammenhang auch die Rollen von Experten (aus der Forschung) und Laien (also Experten für gesellschaftliche Praxis) aus.

Der Sammelband „Soziale Innovation im Kontext“ greift das große Interesse auf, das sozialen Innovationen schon seit einigen Jahren entgegengebracht wird. Die zwölf

Beiträge thematisieren sowohl konzeptionelle und theoretische Überlegungen als auch den Zusammenhang von sozialer Innovation und gesellschaftlicher Teilhabe. Dabei wird die Bedeutung von Partizipation aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet und anhand konkreter Beispiele – etwa der Bewegung „*Fridays for Future*“ oder der Genossenschaften im 19. Jahrhundert – illustriert. Weitere Autoren untersuchen den Einfluss institutioneller, organisatorischer und räumlicher Rahmenbedingung auf die konkrete Ausgestaltung von Prozessen sozialer Innovation. In der Zusammenschau reflektieren die Beiträge die Vielseitigkeit und Vielschichtigkeit sozialer Innovationen und zeigen deren Facettenreichtum und Relevanz für verschiedene Handlungsfelder und Themengebiete auf. Insgesamt beugt der Band einer Verwässerung und Vereinnahmung des Begriffs vor.

## Literaturverzeichnis

Dayé, Christian (2020): *Experts, Social Scientists, and Techniques of Prognosis in Cold War America*. Palgrave Macmillan, Cham.

Schäfer, Katharina / Steinmüller, Karlheinz / Zweck, Axel (Hrsg.) (2022): *Gefühlte Zukunft. Emotionen als methodische Herausforderung für die Zukunftsforschung*. Springer VS, Wiesbaden.

Schüll, Elmar / Berner, Heiko / Kolbinger, Martin Lu / Pausch, Markus (Hrsg.) (2022): *Soziale Innovation im Kontext. Beiträge zur Konturierung eines unscharfen Konzepts*. Springer VS, Wiesbaden.

PS: Aus Gründen der besseren Lesbarkeit haben wir darauf verzichtet, generische Maskulina zu ersetzen. Unabhängig von ihrer grammatikalischen Form verstehen wir sie als Sammelbezeichnung für Personen jeglichen Geschlechts.

### Lizenz

Jedermann darf dieses Werk unter den Bedingungen der Digital Peer Publishing Lizenz elektronisch übermitteln und zum Download bereitstellen. Der Lizenztext ist im Internet unter der Adresse:

[http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/dppl/DPPL\\_v2\\_de\\_06-2004.html](http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/dppl/DPPL_v2_de_06-2004.html) abrufbar.

### Empfohlene Zitierweise

Schäfer, Katharina; Steinmüller, Karlheinz; Zweck, Axel (2022): Experten, Emotionen und soziale Innovationen. *Zeitschrift für Zukunftsforschung*, Jg. 11, S. 64-67. urn:nbn:de:0009-32-56401

Bitte geben Sie beim Zitieren dieses Artikels die exakte URL und das Datum Ihres letzten Besuchs bei dieser Online-Adresse an.

## Stichwortverzeichnis

- Algorithmen 6, 7, 8, 9, 12, 17, 25, 32, 33, 36, 37, 46
- Anforderungsmanagement 45
- Anthropozän 19
- Augmented Intelligence 33
- Autonomie 7
- Big Data 5, 7, 15, 17
- Black-Box 11, 12
- Blockchain 24
- Cross-Impact-Analyse 53
- Data Driven Foresight 32
- Data Literacy 33, 37
- Daten 6, 8, 9, 10, 12, 13, 19, 25, 32, 33, 42, 43, 46, 49
- Deep Learning 7, 11, 15, 36
- Delphi 66, 67
- Deskriptoren 40, 43, 47, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 60, 61
- Digitalisierung 6, 36, 39, 46, 59, 61
- Diskurs 4, 21, 67
- Dystopien 27, 30
- Energiewende 14
- Foresight 6, 10, 15, 17, 21, 25, 29, 32, 33, 35, 67, 68
- Framing 9
- Future Literacy 33, 37
- Geopolitik 14
- Gesellschaft 4, 14, 17, 23, 25, 27, 37, 40, 50, 56, 57, 58, 59
- Informations- und Kommunikationstechnologie 29
- Innovation 1, 68, 69, 70
- KI 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 37, 38
- Klimawandel 15, 19, 24, 25
- Kreativität 6, 7, 26, 32
- Machine Learning 5, 25
- Maschinen 14, 19, 20, 25, 26
- Methoden 2, 6, 23, 28, 32, 33, 35, 39, 42, 44, 45, 46, 64, 66
- Mikroprognostik 14, 15, 25
- Mobilität 2, 14, 39, 40, 48, 49, 55, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 64
- Netzwerk Zukunftsforschung 27, 35, 67
- Pandemie 24, 28, 52, 56, 58, 60
- predictive analytics 8, 15
- predictive policyming 8
- predictive purchasing 8
- Prognosen 8, 12, 14, 19, 43, 44
- Prototyp 26
- Pythia 10, 11, 13, 14, 15, 16
- Real Time Delphis 15
- Schlüsselfaktoren 12, 40, 43, 56
- schwache KI 8, 15, 19, 26
- Science-Fiction 1, 27
- Social Media 2
- starke KI 24
- STEEP 40, 46
- Szenario 10, 11, 12, 15, 16, 23, 26, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 63, 64
- Erwartungsszenario 44
- Extrem-Szenario 44

Szenariofeld	43	Zukunft	6, 8, 9, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 24, 26, 29, 30, 38, 40, 42, 45, 60, 63, 64, 67, 68, 70
Szenariofeld	43	Zukünfte	10, 18, 20, 26, 28, 29, 33
Technologie	23, 25, 26, 28, 50, 57	Zukunftsforschung	1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 41, 45, 64, 65, 66, 67, 68, 70
Transformation	68		
Transparenz	11, 13		
Vision Board	2, 39, 40, 47, 48, 55, 56, 58, 60, 65		