

**Band
425**

Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts

Roman Dumitrescu
Katharina Hölzle (Hrsg.)

Vorausschau und Technologieplanung

**18. Symposium für
Vorausschau und Technologieplanung**

5. und 6. Dezember 2024
Berlin

Monitoring & Roadmapping von Zukunftsszenarien mit Szenario-Lackmus-Test

Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Grienitz¹

¹ Hochschule Wismar, volker@grienitz.de

Zusammenfassung

Im Foresight-Management und insbesondere bei der Entwicklung von Zukunftsszenarien stellt sich oft die Frage: „Auf welches Szenario sollte ich mich konzentrieren?“ Der Vorteil der Szenariotechnik, mit verschiedenen Zukünften arbeiten zu können, wird somit schnell zum Nachteil.

In einer komplexen Welt besteht der Wunsch nach klaren Botschaften und einfachen Antworten [Hab18-01]. Die Vielzahl der entwickelten Zukunftsszenarien ist diesbezüglich häufig kontraproduktiv. Der Abgleich mit aktuellen Entwicklungen, auch bekannt als „Blick durchs Fenster“, hilft bei der Auswahl des relevanten Szenarios. Allerdings ändern sich Rahmenbedingungen und andere Zukünfte können an Bedeutung gewinnen. Um eine Positionsbestimmung vorzunehmen, ist es notwendig, regelmäßig einen Szenario-Indikator-Test, vergleichbar dem Lackmus-Test für pH-Werte in der Chemie [Kur23], durchzuführen, ohne von möglichen Wahrscheinlichkeiten getrieben zu werden [GHS14].

Der Beitrag beschreibt die Adaption der Tipping-Point-Theorie von Gladwell [GF16] auf Zukunftsszenarien und zeigt anhand von Beispielen das Potenzial für den Szenario-Transfer auf [HK20], [ORi13]. Ein zentrales Kommunikationsmittel ist die Landkarte der Zukünfte, die Ähnlichkeiten durch räumliche Nähe abbildet. Mit dieser multidimensionalen Darstellung können beispielsweise aktuelle Entwicklungen, wünschenswerte Szenarien oder auch regionale Besonderheiten visuell dargestellt werden. Durch die Antizipation verschiedener Zeithorizonte können mögliche Entwicklungspfade (Szenario-Roadmaps) visualisiert werden [CWC+16].

Der vorliegende Beitrag zeigt am Beispiel von zukünftigen Branchenszenarien der Automobilindustrie, wie die Szenariokommunikation bereits bei der Projektionsermittlung vorbereitet werden kann. Der Szenario-Lackmus-Test wird in seiner Vorgehensweise, Wirkung und den Anwendungsmöglichkeiten detailliert beschrieben. Abschließend werden Restriktionen der Anwendung sowie zukünftige Forschungspotenziale erläutert, um Raum für weiterführende Diskussionen zu schaffen.

Schlüsselworte

Zukunftsszenarien, Monitoring, Kipppunkt, Wünschbarkeit, Erwartbarkeit, Roadmapping

Monitoring & roadmapping of future scenarios with scenario litmus test

Abstract

In the field of foresight management, particularly when developing future scenarios, a common question arises: which scenario should be the primary focus? The capacity of the scenario technique to facilitate the exploration of diverse futures can, in certain circumstances, give rise to a disadvantage.

In a complex world, there is a desire for clear and unambiguous messages and simple answers [Hab18-01]. The large number of future scenarios developed is often counterproductive in this respect. A comparison with current developments, also known as 'looking through the window', helps to select the relevant scenario. However, it should be noted that framework conditions change, and other futures can become more important. In order to determine a position, it is necessary to regularly carry out a scenario indicator test, comparable to the litmus test for pH values in chemistry [Kur23], without being driven by possible probabilities [GHS14].

This article presents an adaptation of Gladwell's tipping point theory [GF16] to future scenarios, with illustrative examples that demonstrate the potential for scenario transfer [HK20], [ORi13]. A principal method of communication is the map of futures, which illustrates similarities through spatial proximity. This multidimensional representation may be employed, for instance, to illustrate current developments, prospective scenarios, or regional characteristics. By anticipating different time horizons, potential development pathways (scenario roadmaps) can be visualized [CWC+16].

This article employs the automotive industry as a case study to illustrate the utility of scenario communication at the projection stage. The procedure, effect and potential applications of the scenario litmus test are described in detail. In conclusion, the limitations of the present study and avenues for future research are delineated to facilitate further discourse.

Keywords

Future Scenarios, Monitoring, Tipping Point, Desirability, Expectability, Roadmapping

1 Einleitung und Motivation

In einer sich rasch wandelnden Welt, die durch technologische Fortschritte und gesellschaftliche Veränderungen gekennzeichnet ist, werden dem Verständnis gegenwärtiger Trends sowie der Antizipation zukünftiger Entwicklungen eine immer größere Bedeutung beigemessen [MSM10]. Aus diesem Grund stellt die Überwachung von Zukunftsszenarien einen wesentlichen Aspekt in der Entwicklung und Implementierung strategischer Planungen dar. Die vorliegende Einleitung erläutert die Notwendigkeit und Bedeutung der Überwachung von Zukunftsszenarien sowie die Motivation, die dieser Aufgabe zugrunde liegt.

Durch den steten und raschen Wandel ist eine Zunahme an Unsicherheit und Komplexität zu beobachten [BG23], [Vog20]. Die Bewältigung globaler Herausforderungen, wie des Klimawandels, geopolitischer Spannungen, technologischer Umbrüche und wirtschaftlicher Schwankungen, erfordern ein tiefgreifendes Verständnis möglicher denkbarer zukünftiger Entwicklungen [SM21]. Aufgrund dessen sollten Unternehmen, Regierungen und Organisationen folglich Zukunftsszenarien entwickeln, die durch das Vorausdenken eine Grundlage für Flexibilität und Anpassungsfähigkeit im Handeln ermöglichen.

Ein wesentlicher Baustein nach der Entwicklung von Zukunftsszenarien liegt in der Überwachung, dem Monitoring der Szenarien. Nur so können denkbaren Entwicklungspfade und die Vorbereitung auf eine Vielzahl möglicher Entwicklungen wirksam vorgenommen werden. Das Monitoring unterstützt dabei, potenzielle Risiken nach der Erstellung zeitnah zu identifizieren und Chancen zu nutzen [BKO+21], [MSM10]. Durch das Verständnis möglicher Entwicklungen können Maßnahmen ergriffen werden, die eine Minimierung negativer Auswirkungen und eine Förderung positiver Entwicklungen zum Ziel haben. Andererseits besteht die Möglichkeit, wünschenswerte Entwicklungen, die zu wünschenswerten Zukunftsszenarien führen, aktiv zu begleiten und den komplexen Pfad dorthin in einfacher Weise darzustellen.

Die Motivation, Zukunftsszenarien zu überwachen, liegt in der Notwendigkeit, Unsicherheiten zu reduzieren und fundierte Entscheidungen treffen zu können. Die Beobachtung von Zukunftsszenarien fördert den Dialog und die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Stakeholdern [SGG14]. Durch den Austausch von Perspektiven und Informationen kann eine Grundlage für die Definition und Verfolgung gemeinsamer Ziele geschaffen werden. Die kontinuierliche Auseinandersetzung mit Zukunftsszenarien trägt zur Erweiterung des Wissens und zur Förderung der Bildung bei. Dies befähigt Entscheidungsträger, informierte und zukunftsorientierte Entscheidungen zu treffen.

Über Newsletter, Expertengespräche, Zeitschriften oder andere vertrauenswürdige Quellen werden zahlreiche Informationen bereitgestellt. Die Herausforderung besteht darin, diese mit den erstellten Zukunftsszenarien zu verknüpfen und die im Erstellungsprozess der Szenarien vorgenommen Annahmen im Lichte der aktuellen Entwicklungen zu reflektieren. Die kontinuierliche Beobachtung und Analyse von Zukunftsszenarien durch Indikatoren, welche auf bevorstehende Veränderungen hinweisen, müssen in einen kontinuierlichen Prozess münden. Nur so können Unternehmen, Organisationen und Gesellschaften auf die Herausforderungen und

Chancen von morgen vorbereitet werden. Mit der Monitoring-Erweiterung stellen Zukunftsszenarien einen wesentlichen Baustein für die strategische Planung zur erfolgreichen, resilienten und proaktiven Bewältigung von Unsicherheiten der Zukunft dar [NGB+23], [EEM21].

2 Entwicklung von Zukunftsszenarien

Die Erstellung von Zukunftsszenarien ist eine Methode des Foresight-Managements. Der wirksame Einsatz dieser Methoden und Tools des Foresight-Managements wird als die Fähigkeit beschrieben, Wettbewerbsvorteile zu generieren [Ras00]. Denn wer die Veränderungen der Zukunft antizipiert, ist wesentlich besser vorbereitet, zukunftsgerichtete Produkte und Dienstleistungen für Märkte von heute und morgen anzubieten. Diese Aussage ist eine Schlussfolgerung des Mantras der Zukunftsforschung: *„Der Erfolg von heute ist noch lange nicht der Garant für den Erfolg von Morgen.“*

Der Erfolg ist maßgeblich von einer angemessenen Kombination und Anpassung analytischer und kommunikativer Methoden abhängig. Das Ziel besteht in der Antizipation möglicher Zukünfte. Dies wird durch die folgende Aussage unterstrichen:

„Es ist nicht notwendig, die Zukunft zu kennen, sondern auf die Zukunft vorbereitet zu sein“ [HP07]

Innerhalb des Foresight-Managements können Szenarien als hilfreich erachtet werden, sofern komplexe zukünftige Situationen und Problematiken betrachtet werden. Der Begriff „komplex“ impliziert die Präsenz einer Vielzahl von Einflussfaktoren, deren Interaktionen untereinander von hoher Komplexität sind, sowie die Möglichkeit einer Vielzahl von Antworten auf das Problem. Die Szenariotechnik stellt ein wesentliches Instrument der Vorausschau und Zukunftsgestaltung dar. Eine Vielzahl von Autoren hat sich mit der Klassifikation und Kategorisierung verschiedener Ansätze der Szenariotechnik und auch Szenarioplanung auseinandergesetzt. Fink und Siebe geben einen sehr guten Überblick [FS16].

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit erfolgt eine Konzentration auf den Bereich der induktiven Szenarioerstellung [KD22]. Dies impliziert, dass die Szenarien in systematischer Weise durch aufeinander aufbauende Methodenschritte entwickelt werden. Grundsätzlich ist die Methodik Szenariotechnik für unterschiedliche Fragestellungen des systemischen Denken und Handelns einsetzbar. Aus diesem Grund gilt folgende generische Definition im Sinne des Systems Engineering mit spezifischen Fokus auf das Komplexitätsmanagement:

A scenario is based upon the knowledge of the number of all necessary parameters that can adequately describe a question, thus considering the parameters' behavior, emphasis and role within the system. The key parameters are a reduction of all parameters with the help of an indirect influence analysis. Scenarios represent different but homogeneous groups of compatible combinations of the parameters' characteristics. Scenarios are consistent system states that consider all thinkable characteristics in an intelligent morphological analysis. [Gri15]

In diesem Artikel wird der Szenario-Lackmus-Test-Ansatz im Rahmen von Zukunftsszenarien nach der grundsätzlichen Vorgehensweise nach Grienitz dargestellt. Der Autor hat in den zahlreichen Anwendungsjahren jedoch eine Weiterentwicklung des grundsätzlichen Vorgehens nach Gausemeier vorgenommen. Für die dargestellte Definition gilt folgender Transfer:

Tabelle 1: Adaption der generischen Definition von Szenariobausteinen nach Grienitz (links) in Bezug auf Zukunftsszenarien im Verständnis nach Gausemeier

generische Definition von Szenarien	allgemeine Übersetzung auf Zukunftsszenarien
<i>parameter /</i> Merkmale	Einflussfaktoren
<i>behavior /</i> Verhalten	Verhalten der Einflussfaktoren auf Basis der Einflussanalyse nach Aktiv- und Passivsumme
<i>emphasis /</i> Gewichtung	Gewichtungsanalyse durch paarweisen Vergleich der Bedeutung
<i>role /</i> Rolle	Bestimmung der Rolle eines Einflussfaktors im System durch Netzwerkanalysen
<i>key parameter /</i> Schlüsselmerkmale	Schlüsselfaktoren
<i>parameter's characteristics /</i> Schlüsselmerkmalsausprägungen	Zukunftsprojektionen, denkbare Entwicklungen in der Zukunft
intelligente morphologische Analysis – Mehrzieloptimierung durch evolutionäre Strategien - Szenarioberechnung	Berechnung der Zukunftsszenarien auf Basis von Konsistenzmatrix und -algorithmus

Bei einer detaillierten Betrachtung der Kernelemente der Szenariotechnik lassen sich zwei Säulen einer generischen Vorgehensweise identifizieren, die eine Bearbeitung verschiedener Fragestellungen des Komplexitätsmanagements ermöglichen. Mit der *Systemanalyse* und dem *Systemdesign* können verschiedene Fragestellungen des Komplexitätsmanagements bearbeitet werden [Gri15].

Die **Systemanalyse** basiert auf einem vernetzten und ganzheitlichen Denkansatz. Die Berücksichtigung aller relevanten Merkmale einer Fragestellung sowie deren Beziehungen zueinander stellt einen wesentlichen Aspekt der Systemanalyse dar. In ihrer Definition des Komplexitätsmanagements führen Ulrich und Probst aus, dass es sich hierbei um die Kenntnis der Anzahl der Faktoren und deren Vernetzung handelt [UP95].

Das **Systemdesign** basiert auf dem Denken in morphologischen Strukturen. Eine Vielzahl von Fragestellungen lässt sich auf eine Struktur des morphologischen Kastens zurückführen, sodass sich die Frage nach möglichen Lösungszuständen anschließt. In der Definition von Ulrich und Probst zum Komplexitätsmanagement wird dieser Aspekt nach der Kenntnis der Systemzustände definiert [Gri15], [UP95].

In der Szenariotechnik werden Szenarien als Repräsentanten aller denkbaren Systemzustände definiert. Die Bildung der relevanten Szenarien erfolgt mittels Konsistenzanalyse, wodurch eine innere Widerspruchsfreiheit gewährleistet wird. Insofern stellen Zukunftsszenarien, in Ergänzung zur allgemeinen Definition oben, denkbare Entwicklungszustände im Zukunftsraum dar.

Die generische Vorgehensweise zur Erstellung von Szenarien erfolgt in vier Schritten (Bild 1):

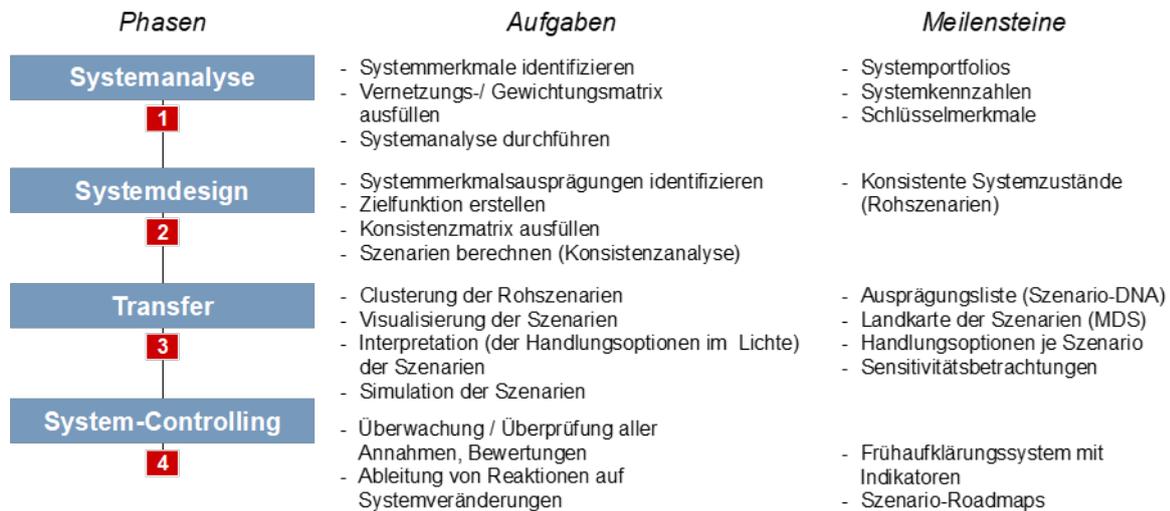


Bild 8: Generisches Vorgehensmodell der Szenariotechnik [Gri15]

2.1 Systemanalyse

Im Rahmen der Systemanalyse erfolgt zunächst die Festlegung des Betrachtungsgegenstandes für die Zukunftsszenarien. Zusätzlich ist eine geografische Abgrenzung vorgesehen. Die Eingrenzung auf ein geografisches Gebiet ist insofern sinnvoll, da es in der Regel sehr differenzierte Entwicklungen an verschiedenen Orten der Welt gibt. Im zweiten Schritt erfolgt die Festlegung des zeitlichen Horizonts der Vorausschau. Märkte haben unterschiedliche Entwicklungstempi. So ist die Luft- und Raumfahrt von eher langfristigen Produktlebenszyklen geprägt, wohingegen die Kommunikationsmärkte wesentliche kürzere Veränderungszeiträume haben. Mit diesen Angaben werden abstrakt die Systemgrenzen der Zukunftsvorausschau definiert, bspw. wie im Beispiel: „Zukunft der Mobilität im ländlichen Raum in Westeuropa im Jahr 2030“.

Im Folgenden werden sämtliche relevante Einflussfaktoren identifiziert und in einer wertneutralen Beschreibung dokumentiert, soll heißen, dass die Einflussfaktoren keine Zukunftsperspektiven enthalten [FS16]. Daran schließt sich die Analyse der Beeinflussung aller Einflussfaktoren, mithilfe einer Einflussmatrix, an. Weiterhin werden die Einflussfaktoren auf Ihre paarweise Bedeutung für die Fragestellung, mit Hilfe einer Relevanzmatrix, bewertet. Im Anschluss werden auf Basis der beiden Bewertungen Netzwerkanalysen durchgeführt. Die Analyse des Verhaltens der Faktoren und ihrer Rolle im System erlaubt die Identifikation von wenigen Schlüsselfaktoren, welche als signifikante Elemente des Systems definiert werden können.

2.2 Systemdesign

Im Rahmen des Systemdesigns erfolgt eine Identifikation alternativer Ausprägungen für die Schlüsselfaktoren. Die Beschreibung alternativer, denkbarer, zukünftiger Entwicklungen wird als „Zukunftsprojektion“ bezeichnet. Die einzelnen Zukunftsprojektionen werden durch einen kurzen, prägnanten Titel repräsentiert. Des Weiteren wird für jede Zukunftsprojektion ein Text verfasst, welcher die denkbare, zukünftige Situation für den jeweiligen Schlüsselfaktor beschreibt. Alle Projektionen sollten alternativ auftreten können, sie dürfen sich untereinander nicht ausschließen. Es ist weiterhin darauf zu achten, dass in der Beschreibung keine Querbeziehungen zu anderen Zukunftsprojektionen anderer Faktoren bestehen.

An dieser Stelle erfolgt auch die weitere Dokumentation wesentlicher Informationen für das Monitoring bzw. Roadmapping. Sie umfasst die Angabe von zeitlichen Einordnungen oder Bewertungen, wie beispielsweise die Wünschbarkeit, Erwartbarkeit oder Nähe zu heutigen Entwicklungen.

Aus diesen Ergebnissen kann eine morphologische Struktur nach Zwicky, mit Merkmalen und deren Ausprägungen, aufgestellt werden [Zwi57]. Im Folgenden werden mit Hilfe der Konsistenzmatrix, in der das gemeinsame Auftreten aller Zukunftsprojektionen untereinander, vorausgedacht wird. Diese Matrix liefert die Basis für die Konsistenzberechnung, welche im Detail mit Hilfe eines naturanalogen Optimierungsverfahrens - den evolutionären Strategien berechnet [Gri04] erfolgt. Der mögliche Lösungsraum ist sehr groß, so würden bspw. 15 Schlüsselfaktoren mit jeweils 4 Zukunftsprojektionen bereits $4 \text{ hoch } 15$ (1.073.741.824) theoretisch mögliche Szenarien berechnet werden können. Über die Bewertungen in der Matrix werden inkonsistente Kombinationen ausgeschlossen. Da bei der Berechnung der Szenarien neben der Konsistenz noch andere Kriterien, wie die Zeithorizonte berücksichtigen kann, handelt es sich bei der Berechnung um eine Mehrzieloptimierung. Die evolutionären Strategien imitieren bei der Lösungsfindung die Natur. Die Szenarien werden über fortlaufende Generationen berechnet, bei denen nur diejenigen Lösungen weiterverarbeitet werden, die die Zielfunktion am besten erfüllen – ganz im Verständnis von Darwin's Evolutionstheorie [Nis94].

2.3 Szenario-Transfer

In der Transferphase erfolgt eine Übersetzung der Rechenergebnisse in übersichtliche Tabellen und einfache Grafiken, die eine Kommunikation der Inhalte ermöglicht. Ein Beispiel für die aufbereitete Textdarstellung der Ergebnisse ist die sogenannte Szenario-DNA, bei der die prozentuale Zugehörigkeit der relevanten Zukunftsprojektionen je Szenario abgebildet wird. Über diese Darstellung können die szenariospezifischen Zukunftsprojektionen sehr schnell aufgrund der farblichen Codierung erfasst werden.

Darüber hinaus erfolgt eine Visualisierung der Zukunftsszenarien mittels multidimensionaler Darstellungen (MDS). Diese Visualisierung erfolgt unter Zuhilfenahme mathematischer Verfahren, wie etwa der Cluster-Analyse und der MDS, bei der inhaltliche Nähe in eine räumliche Nähe übersetzt wird [KD22]. Die auf diese Weise erzeugten „Landkarten der Zukunft“ stellen ein zentrales Kommunikationsmedium dar. Eine weitere Möglichkeit, die Zukunftsszenarien

besser zu verstehen, bieten die sogenannten „Picture of the future“. Dazu werden Bildercollagen erzeugt, welche die prozentuale Zuordnung der Szenario-DNA-relevanten Bilder widerspiegeln. Jede relevante Zukunftsprojektion wird dabei durch ein Bild repräsentiert.

2.4 Szenario-Controlling

Die Phase des Controllings dient der regelmäßigen Überprüfung aller Elemente der Szenarien sowie der im Erstellungsprozess getroffenen Annahmen und Bewertungen. Die Integration von Controlling und Monitoring in die Unternehmensstrategie erfordert ein zukunftsoffenes und vernetztes Denken, da nur so eine ganzheitliche und nachhaltige Unternehmensentwicklung gewährleistet werden kann.

Das Controlling nimmt eine entscheidende Rolle bei der Gestaltung und Überwachung von Zukunftsszenarien ein [MSM10]. Es ermöglicht Unternehmen, ihre Visionen und strategischen Ziele zu konkretisieren, sich auf eine Vielzahl möglicher Entwicklungen vorzubereiten und diese in handhabbare Roadmaps umzusetzen. Monitoring bezeichnet einen fortlaufenden Prozess, dessen Ziel es ist, die den Zukunftsszenarien zugrunde liegenden Annahmen kontinuierlich zu hinterfragen und zu aktualisieren. Die genannten Annahmen umfassen die Wahl der Einflussfaktoren, die Gewichtungs- und Einflussanalyse, die Auswahl der Schlüsselfaktoren, die Bestimmung der Zukunftsprojektionen, die Bewertung der Konsistenz zwischen den Zukunftsprojektionen sowie die Auswahl der Referenzszenarien. Dies impliziert die Beobachtung von Trends sowie die Berücksichtigung von Veränderungen im Unternehmensumfeld. Eine kontinuierliche Umfeldbeobachtung sowie eine Anpassung der Szenarien an neue Erkenntnisse sind unabdingbar, um die Relevanz und Genauigkeit der Zukunftsbilder zu gewährleisten [Hei07], [Kün11].

3 Konzept zum Vorgehen beim „Szenario-Lackmus-Test“

Das in diesem Artikel vorgestellte Konzept basiert auf dem Verständnis, dass es in der Zukunftsforschung im Wesentlichen sehr schwierig bis unseriös ist, mit Eintrittswahrscheinlichkeiten zu arbeiten. Der Blick in die Zukunft erlaubt keine belastbare Berechnung oder bietet keine hinreichende Basis für die Ableitung von Wahrscheinlichkeiten, denn die Zukunftsforschung mit Szenarien hat genau diese Maxime: Die Extrapolation der Vergangenheit in die Zukunft ist selten wirksam. Vielmehr gilt es den Vorteil der Szenariotechnik auszuspielen, dass denkbare, mögliche Zukünften einbezogen werden können.

In der Forschung wurden mehrere Verzerrungen festgestellt, die mögliche Wahrscheinlichkeitsschätzungen und Zukunftsprognosen beeinflussen. Auf zwei soll kurz eingegangen werden, um damit Wahrscheinlichkeiten für diesen Artikel als wenig hilfreichen Beitrag abzuschließen:

- Die Menschen neigen bspw. dazu, die Wahrscheinlichkeit aktueller Ereignisse daraufhin zu überschätzen, dass sie in der Zukunft fortbestehen werden [Bör87]. Diese Annahme beruht auf dem Beharrungswunsch und unzureichenden Anpassungsfähigkeit [GG19].

- Darüber hinaus neigt der Mensch in Bezug auf Zukunftsvorausschau eher zu Optimismus, indem er die Wahrscheinlichkeit positiver Ereignisse überschätzt und negative Ereignisse unterschätzt [Shal1], [Mil78].

Insofern bleiben Aussagen zur Wahrscheinlichkeiten von Zukunftsentwicklungen immer individuell und sind somit auch von persönlichen Entwicklungen, Eindrücken und Wertevorstellungen geprägt [LSF20]. Schlussendlich wären die fehlerbehafteten Einzelwahrscheinlichkeiten der Zukunftsprojektionen wenig hilfreich für die Berechnung der Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Zukunftsszenarios.

3.1 Dokumentation der Zukunftsprojektionen

Die Konzentration auf ausgewählte Zukunftsszenarios kann beim Umgang mit Ungewissheit von Vorteil sein. Wie oben beschrieben, ist die Zuhilfenahme von Wahrscheinlichkeiten kein probates Mittel. Gausemeier verwendet ein Portfolio mit Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkung des Zukunftsszenarios [GP14]. Dabei betont er die Bestimmung der Wahrscheinlichkeit anhand von aktuellen Entwicklungen und Indikatoren festzumachen.

Wie könnte ein System der Szenariofokussierung aussehen, ohne punktgenau sagen zu müssen, wie wahrscheinlich ein Szenario ist. Viel besser wäre doch ein Nachweis, dass ein Zukunftsszenario den heutigen Entwicklungen in Gesellschaft und Technik sehr ähnlich ist und ein beliebiges anders grundverschieden. Diese Annahme beruht auf der grafischen Analyse von Zukunftsszenarien und weiteren Aussagen in der weiter unten beschriebenen Landkarte der Zukunft (siehe Bild 5). Diese dimensionslose Darstellung der Szenarien ist das Ergebnis der multidimensionalen Skalierung, die eine Interpretation der Ähnlichkeit über räumliche Nähe erlaubt. Die Kernbotschaft dieser Grafik lautet, je näher zwei Objekte sind, desto ähnlicher sind sie. Übertragen auf die aufgestellte Hypothese bedeutet die Nähe eines Szenarios zu dem Element, welches die heutigen Entwicklungen abbildet, auch eine inhaltliche Ähnlichkeit. Dieses Zukunftsszenario würde also sehr prägnant die Entwicklungen in die Zukunft abbilden, in der sich im Vergleich zu heute wenig verändert hat.

In der Chemie werden das Vorhandensein oder eben nicht von chemischen Elementen oder Verhalten über einfache Tests mit Farbreaktionen erbracht und daraus ergibt sich eine Analogiebildung aus diesem Bereich: Der Lackmus-Test stellt ein einfaches, chemisches Verfahren zur Bestimmung der Acidität bzw. Basizität einer Lösung dar. Der Test basiert auf der Verwendung von Lackmuspapier, welches mit einem Farbstoff aus Flechten getränkt ist. Die Reaktion des blauen Lackmuspapiers in sauren Lösungen ist eine Rotfärbung, während rotes Lackmuspapier in basischen Lösungen eine Blaufärbung aufweist. In neutralen Lösungen bleiben beide unverändert [Kur23]. Der Test erfreut sich großer Beliebtheit aufgrund seiner Einfachheit sowie der raschen Verfügbarkeit von Resultaten. Der Lackmus-Test erfordert keine komplexe Ausrüstung und die Farbänderung erfolgt unmittelbar, sodass eine zeitnahe Einschätzung des pH-Wertes möglich ist. Allerdings liefert der Test lediglich eine grobe Einschätzung und keine exakten pH-Werte.

Übertragen auf die Zukunftsszenarien erfolgt auch eine einfache Zuordnung zu Punkten in der Zukunft, wie heute, wünschbare Zukünfte, bedrohliche Zukünfte etc. Auch hier gibt es am Ende

keine exakte die Aussage, eher eine Zuordnung. Dazu werden folgende Bewertungskriterien je Zukunftsprojektion herangezogen: »Nähe zu heute«, »Erwartbarkeit«, »Wünschbarkeit« und Bezug auf die Antwortverlässlichkeit des Bewertenden einen Hinweis zur »Unsicherheit der Aussagen«. Diese werden auf dem Steckbrief der Zukunftsprojektion bspw. neben dem Bild und dem Beschreibungstext dokumentiert.

Da es beim Szenario-Lackmus-Test weniger um einen Wert geht, den es zu analysieren gibt, mag der Vergleich etwas hinken, dann wiederum aber auch nicht. Jede Zukunftsprojektion wird wie im Folgenden durch verschiedene Attribute weiter erläutert. Es werden Schwerpunkte herausgearbeitet, welche Projektionen eher den heutigen Entwicklungen entsprechen usw..

Um in der Metapher des Lackmustests zu bleiben, bilden die verschiedenen Attributbewertungen, wie „Wünschbarkeit“ etc. eine Gewichtung von Zukunftsprojektionen. Der so entstandene Teststreifen „Wünschbarkeit“ wird auf die Landkarte der Zukunft (siehe Bild 5) gelegt. Durch die inhaltliche Überprüfung der Nähe zu einem Zukunftsszenario „färbt“ sich der Lackmüstreifen mal mehr oder weniger intensiv. Soll heißen je näher die Kombination von Projektionen für das Attribut, bspw. Wünschbarkeit an einem Szenario liegt, desto mehr Bedeutung hat diese Aussage für das Szenario, bspw. wünschbarer ist es. Insofern gibt es zwar den Teststreifen „Wünschbarkeit“, der aber wiederum aus Einzelaussagen zu den Projektionen aggregiert wurde.



Bild 9: Übersicht der Dokumentation einer Zukunftsprojektion

3.2 Erwartbarkeit

„Der mathematische Wahrscheinlichkeitsbegriff ist entstanden durch das Bestreben, die einmalige subjektive Erwartung möglichst zu objektivieren. Um

dies zu erreichen, muß diese ersetzt werden durch die objektive durchschnittliche Häufigkeit eines Ereignisses bei Wiederholung unter gleichen Bedingungen. [Pau61, S. 18]

Die Definition von Pauli unterstreicht den Unterschied zwischen Wahrscheinlichkeit und Erwartbarkeit. Insofern beschreibt sie Erwartbarkeit von Trends die subjektive die Fähigkeit, zukünftige Entwicklungen und Bewegungen in verschiedenen Bereichen des Lebens vorherzudenken. Historische Zyklen und wiederkehrende Phänomene liefern wertvolle Hinweise darauf, wie sich bestimmte Entwicklungen reproduzieren könnten. Die Verarbeitung großer Datenmengen sowie die Erkennung von Mustern, die für den menschlichen Beobachter nicht unmittelbar ersichtlich sind, werden durch den Einsatz von Big Data und künstlicher Intelligenz ermöglicht [Ble20].

Darüber hinaus sind technologische Innovationen von entscheidender Bedeutung. Die Diffusion neuer Technologien kann bestehende Trends verstärken oder gar neue Trends generieren. Die Fähigkeit, technologische Fortschritte zu antizipieren, basiert auf einem Verständnis der gegenwärtigen Forschung und Entwicklung sowie der Innovationszyklen in verschiedenen Branchen.

Die konjunkturelle Entwicklung und deren zyklische Schwankungen stellen einen weiteren wesentlichen Faktor dar. Die konjunkturelle Entwicklung wirkt sich unmittelbar auf das Konsumverhalten sowie auf die Investitionsentscheidungen der Unternehmen aus. Die Analyse wirtschaftlicher Indikatoren erlaubt das Vorausdenken von Trends in Bereichen wie Konsumgütern, Immobilien oder Investitionen [Kin08].

Die Evaluierung der Zukunftsprojektionen hinsichtlich ihrer Erwartbarkeit erfolgt anhand einer Skala, deren Werte zwischen 0 und 100 % liegen. Das bedeutet, dass bei einem Wert von 100 % davon auszugehen ist, dass alle gegenwärtigen Indizien darauf hindeuten, dass die Zukunft in exakt dieser Form eintreten wird.

3.3 Wünschbarkeit

Die Wünschbarkeit von Trends bezeichnet die Evaluierung der erstrebenswerten oder vorteilhaften Bewertung spezifischer Entwicklungen in diversen Lebensbereichen. Bei der Bewertung der Wünschbarkeit von Trends spielt der gesellschaftliche Nutzen eine zentrale Rolle. Trends, die zu positiven gesellschaftlichen Veränderungen führen, werden in der Regel als wünschenswert erachtet. Ein exemplarisches Beispiel hierfür ist der zunehmende Trend zu Nachhaltigkeit und Umweltschutz. Diese Entwicklungen fördern ein verantwortungsvolleres Verhalten gegenüber der Umwelt und können langfristig zu einer verbesserten Lebensqualität führen [Ble20].

Die technologische Entwicklung ist ein weiterer Faktor, der bei der Bewertung der Wünschbarkeit von Trends zu berücksichtigen ist. Technologische Innovationen, die das Leben der Menschen erleichtern, die Effizienz steigern oder neue Möglichkeiten schaffen, werden in der Regel positiv bewertet.

Die Beurteilung gesellschaftlicher Veränderungen und ihrer Wünschbarkeit erfolgt anhand ihrer Auswirkungen auf das soziale Gefüge sowie die individuelle Lebensqualität. Soziale

Trends, die zu einer Steigerung der sozialen Gerechtigkeit, Inklusion und Chancengleichheit beitragen, werden als besonders erstrebenswert erachtet. Als Beispiel für eine positive Entwicklung können Bewegungen angeführt werden, die sich für die Gleichberechtigung von Geschlechtern und Minderheiten einsetzen [HS16].

Die kulturellen Aspekte der Wünschbarkeit von Trends sind vielfältig und oft subjektiv geprägt. Trends, die eine Förderung der kulturellen Vielfalt sowie eine Intensivierung des interkulturellen Austauschs bewirken, werden in der Regel positiv bewertet. Ebenso fördern sie das Verständnis und die Toleranz zwischen verschiedenen Kulturen, was für eine friedliche und kooperative globale Gemeinschaft von großer Bedeutung ist [SKK20].

Neben den objektiven Kriterien ist auch die individuelle Perspektive von entscheidender Bedeutung für die Bewertung der Wünschbarkeit von Trends. Die Wahrnehmung und Bewertung von Trends sind von individuellen Vorlieben, Werten und Lebensumständen abhängig. Die Präferenz eines Trends durch eine Person sagt nichts über die Relevanz und potenzielle negative Auswirkungen auf eine andere Person aus – insofern ist bei Verallgemeinerungen eine gewisse Vorsicht geboten.

Zusätzlich soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass die Wünschbarkeit nicht mit dem Konsistenzwert der Szenarioberechnung vergleichbar ist. Durch die Konsistenzbewertungen werden lediglich die denkbaren Kombinationen von Zukunftsprojektionen untereinander bewertet. Dabei spielen Werte auch eine Rolle, aber eben auch Gesetzmäßigkeiten oder Regeln der Wissenschaft. Der Konsistenzwert, der auch für jedes Szenario berechnet werden kann, ist also neutral und sagt vielmehr etwas über die innere Schlüssigkeit / Konsistenz der Szenarien aus.

Die Evaluierung der Zukunftsprojektionen hinsichtlich ihrer Wünschbarkeit erfolgt anhand einer Skala, mit Werten zwischen 0 und 100 %. Der Wert 100 % verdeutlicht demnach, dass die Zukunft in exakt dieser Form realisiert werden soll.

3.4 Kipppunkt – Tipping Point

Der Kipppunkt, auch als „Tipping Point“ bezeichnet, beschreibt den Moment, in dem ein Trend eine kritische Schwelle überschreitet und sich mit hoher Geschwindigkeit und Unumkehrbarkeit durchsetzt. Das Konzept ist von zentraler Bedeutung für das Verständnis der Mechanismen, die dazu führen, dass bestimmte Entwicklungen zu einem bestimmten Zeitpunkt und in großem Umfang auftreten und das Verhalten großer Gruppen beeinflussen. Ein wesentlicher Aspekt des Kipppunkts ist die Akkumulation kleiner, häufig unbemerkter Veränderungen. Diese graduellen Veränderungen akkumulieren sich im Laufe der Zeit und bereiten den Nährboden für den plötzlichen Durchbruch eines Trends [GF16].

Ein Beispiel für die Funktionsweise des Kipppunkts ist die allgemein bekannte fast leere Zahnpastatube. Die Tube wird gedrückt und weiterhin bearbeitet, jedoch passiert lange Zeit nichts. Dann aber plötzlich mit großem Schwung – nach dem Tipping Point, entlädt sich die Zahnpasta aus der Tube in einem Schwall.

Die Rolle von Meinungsführern und Early Adopters ist von entscheidender Bedeutung für das Erreichen eines Kipppunktes. Diese einflussreichen Personen oder Gruppen nehmen neue Trends frühzeitig auf und verbreiten sie in ihrem sozialen Umfeld. Ihr Verhalten dient vielfach als Vorbild und beeinflusst die breite Masse. Sobald eine hinreichend große Anzahl an Meinungsführern von einem Trend überzeugt ist, kann dessen Diffusion rasch einsetzen und sich mit hoher Intensität ausbreiten. Aber auch technologische Innovationen und Durchbrüche können als Auslöser für den Kipppunkt fungieren. Die Einführung neuer Technologien führt nicht nur zu neuen Möglichkeiten, sondern auch zu Veränderungen bestehender Strukturen und Gewohnheiten. In Phasen wirtschaftlicher Prosperität zeigen Menschen eine höhere Offenheit für neue Trends und Innovationen, während in Zeiten der Krise eine verminderte Anpassungsbereitschaft und Risikofreude zu beobachten ist [KPK20].

Die Analyse von Daten sowie die Nutzung moderner Analysetools erlauben eine verbesserte Verständnisfähigkeit sowie Prognostizierbarkeit des Kipppunktes eines Trends. Sie ermöglichen das Erkennen von Mustern und Vorzeichen, die auf ein bevorstehendes Überschreiten der kritischen Schwelle hindeuten [KD22].

Die Vorausschau einer Zukunftsprojektion lässt sich metaphorisch mit dem Schlag eines Golfballs vergleichen. Der Abschlagspunkt ist definiert, ebenso wie die Fahne, die das aktuelle Ziel definiert und die aktuelle Bahn vorgibt. In einer Zeitrelation stellt diese Fahne den festgelegten Horizont der Zukunftsszenarien dar. Nach dem Abschlag nimmt der Golfball zunächst eine aufsteigende Bewegung entlang der Schussparabel ein. Mit dem Schlag können zahlreiche Parameter dazu führen, dass der Ball nicht im anvisierten Ziel landen kann: der Abschlag ist miserabel, der Schläger wurde verdreht, der Schlag wurde zu zaghaft durchgeführt, der Wind hat aufgefrischt, ein Vogel durchkreuzt die Flugbahn, Dreck wurde mit dem Ball aufgeschleudert, so dass die Flugeigenschaften verändert sind, etc..

Zu einem bestimmten Zeitpunkt erfolgt die Umkehr der Bewegungsrichtung. Der Ball fliegt nun nicht mehr weiter nach oben, sondern beginnt mit dem Sinkflug. Für diesen Kipppunkt kann der Begriff des „Tipping Points“ verwendet werden. Ab diesem Moment erfolgt eine Veränderung der Bewegungsrichtung, sodass der Golfball auf einem Punkt auf einem erwartbaren Platz zum Landen kommt. In der Analogie stellt der Landepunkt, eine denkbare Zukunftsprojektion dar, während der Kipppunkt einen unvermeidlichen Zeitpunkt bezeichnet. Der Kipppunkt suggeriert eine gewisse Sicherheit hinsichtlich des bevorstehenden Auftretens dieser Zukunftsprojektion. Somit ist erkenntlich, dass jede Zukunftsprojektion einen eigenen Kipppunkt, durch eine Jahreszahl dokumentiert, besitzt.

In der Szenario-Lackmus-Test-Theorie sollen die Kipppunkte helfen, Aussagen darüber zu treffen, ab wann die Beschäftigung mit ausgewählten Zukunftsszenarien zu intensivieren ist. Grundsätzlich sollten alle Zukunftsszenarien im Sinne der Frühaufklärung in Überlegungen einbezogen werden. Jedoch ist vielfach der Mangel an Ressourcen ein Grund dafür, dass eher fokussierte Zukunftsvorbereitungen (mit wenigen Szenarien im Fokus) stattfinden.

Die Zusammenstellung wesentlicher Kipppunkte (bspw. Bild 4) gibt einen Hinweis auf die zeitliche Relevanz der Zukunftsszenarien. Das bedeutet, dass spätestens ab dem Kipppunkt eine intensive Auseinandersetzung mit diesem Zukunftsszenario erfolgen muss.

3.5 Unsicherheit der Aussage

Die Vorausschau mit Szenarien ist ein komplexer Prozess, der mit einer Vielzahl an Unsicherheitsfaktoren einhergeht. Diese Unsicherheit resultiert aus der Vielzahl von Faktoren, welche einen Einflussfaktor und deren Zukunftsprojektionen beeinflussen, sowie der immanenten Unvorhersehbarkeit zukünftiger Entwicklungen.

Ein wesentlicher Grund für die Unsicherheit in der Bewertung ist in der begrenzten Vorhersehbarkeit von Ereignissen und Entwicklungen zu sehen. Selbst unter Zuhilfenahme umfangreicher historischer Daten sowie fortschrittlicher Analysetools bleibt eine Vielzahl von Aspekten der Zukunft ungewiss [KD22]. Unvorhersehbare Ereignisse, wie beispielsweise Naturkatastrophen, politische Umbrüche oder plötzliche technologische Durchbrüche, können bestehende Trends abrupt verändern oder gar neue Trends hervorrufen.

Ein weiteres Element der Unsicherheit liegt in der Subjektivität der Trendbewertung begründet, welche zu einer Bandbreite von Meinungen und Prognosen führt. Dieselbe Datenbasis kann von verschiedenen Experten und Analysten unterschiedlich interpretiert werden, was zu divergierenden Schlussfolgerungen führt. Expertenbefragungen stellen ein gängiges Instrument zur Gewinnung von Einblicken in zukünftige Trends dar, bspw. Delphi-Befragungen [GK22]. Im Rahmen einer Expertenbefragung wird eine Gruppe von Fachleuten zu ihrer Einschätzung hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit und Bedeutung spezifischer Trends befragt. Gleichzeitig wird in der Regel erfragt, wie sicher sich die Experten bei ihrer Bewertung sind. Die Angabe der Unsicherheit in solchen Befragungen ist von entscheidender Bedeutung, um die Verlässlichkeit der Prognosen adäquat einschätzen zu können. Die Verwendung von Unsicherheitsangaben in Expertenbefragungen bietet eine Reihe von Vorteilen. Erstens erlaubt sie eine differenzierte Interpretation der Ergebnisse. Die Angabe von Unsicherheit durch Experten kann darauf hindeuten, dass der betreffende Trend schwer prognostizierbar ist und von einer Vielzahl von variablen Faktoren abhängt. Darüber hinaus kann die Offenlegung von Unsicherheiten in Expertenbefragungen dazu beitragen, die Transparenz und Glaubwürdigkeit der Ergebnisse zu erhöhen. Die Offenlegung von Unsicherheiten seitens der Experten führt zu einer realistischen Darstellung der Vorausschau und vermeidet eine übertriebene Zuversicht. Dies fördert das Vertrauen der Entscheidungsträger in die bereitgestellten Analysen und erleichtert die Grundlage für fundierte Entscheidungen.

Im vorliegenden Ansatz werden die Angaben zur Unsicherheit von Aussagen als mögliches aber nicht immer zwingendes Hilfsmittel herangezogen. Werden also Bewertungen von verschiedenen Experten vorgenommen, in größeren Teams, von verschiedenen Abteilungen o.ä. können durch die Autoren der Zukunftsstudien über die Gewichtung der Aussagen mögliche Verzerrungen ausgeglichen werden. Hierbei besteht andererseits auch die Gefahr, dass die Autoren ihre Meinung stark einbeziehen. Insofern sollte die Berücksichtigung der Unsicherheit mit äußerster Sorgfalt hinterfragt werden.

Die Bewertung der Zukunftsprojektionen in Bezug auf Unsicherheit erfolgt anhand einer Skala von 0 bis 100 %. Dabei steht der Wert 0 % für eine als sicher geltende Entwicklung und Bewertung, die durch zahlreiche verlässliche Quellenangaben belegt ist.

3.6 Bewertungssystem – Landkarte der Zukunft

Da die Szenario DNA (Bild 3 rechte Seite) Grundlage für die Erstellung der multidimensionalen Skalierung – der Landkarte der Zukunft (Bild 5) ist, werden die Aussagen zu den Zukunftsprojektionen vergleichbar dokumentiert. Der Vergleich zur DNA-Darstellung ergibt sich aus der farblichen Hervorhebung der relevanten Zukunftsprojektion je Szenario. Wie in der Forensik, ergeben die relevanten Projektionen ein individuelles Streifenmuster, welches nur für das eine Zukunftsszenario gilt – dieses aber sehr deutlich repräsentiert. Die Bewertung erfolgt anhand einer prozentualen Angabe. Je Schlüsselfaktor ergeben sich 100. Für die Attribute erfolgt noch ein weiterer Schritt der Normierung je Schlüsselfaktor.

Die Einzelbewertungen der Attribute (im Beispiel Erwartung und Wünschbarkeit) erfolgte im Wertebereich von 0-100 (in Bild 3 Erwartungen linke Seite). Für die vergleichende Darstellung zur Szenario-DNA muss die angesprochene Normierung auf 100 je Schlüsselfaktor (Bild 3 Erwartungen rechte Seite) stattfinden.

Die Landkarte der Szenarien stellt den zentralen Baustein für die Aussagen zur Auswahl der Zukunftsszenarien und der Interpretation dar. Darin werden die Szenarien entsprechend ihrer inhaltlichen Nähe zueinander grafisch abgebildet. Die dahinter liegende Methode ist die multidimensionale Skalierung (MDS).

Die MDS ist eine Technik der multivariaten Statistik, die verwendet wird, um die Ähnlichkeiten oder Distanzen zwischen verschiedenen Objekten visuell darzustellen. Diese Methode ist besonders nützlich, wenn komplexe Datensätze in eine niedrigdimensionale Darstellung – in zwei- oder dreidimensionalen Abbildungen überführt werden sollen und um Muster bzw. Strukturen zu erkennen [BSL+08].

Im ersten Schritt werden die prozentualen Angaben zur Verteilung der Zukunftsprojektionen je Szenario zusammengestellt und es entsteht ein Verteilungsvektor je Szenario (Szenario-DNA). Diese Vektoren werden anschließend in einer Distanzmatrix paarweise verarbeitet. Diese Matrix enthält die paarweisen Abstände oder Ähnlichkeiten zwischen den Szenarien. Die Distanzen können auf verschiedene Weisen berechnet werden, wie z.B. durch den euklidischen Abstand, Manhattan-Distanz oder andere Metriken, die für den spezifischen Anwendungsfall geeignet sind. In der Szenariotechnik hat sich die euklidische Methode durchgesetzt.

Die Erstellung der Distanzmatrix sowie die Überführung der einzelnen Vektoren in eine Software, wie bspw. permap ist etablierter Stand der Technik und wurde von mehreren Autoren sehr gut beschrieben [GP14, S. 186f], [Bät04, S. 183f], [Rey13, S. 120f].

Schlüsselfaktor	Zukunftsprojektion	Controlling			Zukunftsszenarien							
		Erwartung	Wünschbarkeit	"HEUTE"	too little too late	old fashioned & old rules	liberal world - competition counts	High Tech	To good to be true - everything well			
Living & working behavior	1A	Flexible but secure Concepts	100	25	100	33	30	20	0	0	50	0
	1B	9 to 5 - traditional concepts	100	25	0		50	50	100	0	0	0
	1C	Work drives the selfdetermination	100	25	0		10	10	0	100	50	0
	1D	Green Urbanization	100	25	100	33	0	10	0	0	0	100
	1E	Back to the Countryside	0	0	100	33	10	10	0	0	0	0
Equality + Role model	2A	Surpassing Gender	100	25	100	50	15	0	0	0	0	0
	2B	Strong push for inclusivity	100	25	100	50	10	10	30	100	50	100
	2C	Back to Traditions	100	25	0		40	50	70	0	0	0
	2D	Digital Divide	100	25	0		20	20	0	0	50	0
	2E	Separated society	0	0	0		15	20	0	0	0	0

Bild 10: Darstellung eines Ausschnitts der Vektoren neben der Szenario-DNA

Zu den Vorteilen der MDS gehören ihre Flexibilität bei der Wahl der Distanzmetrik und die intuitive visuelle Darstellung der Daten. Herausforderungen bestehen jedoch in der Interpretation der Dimensionen und der möglichen Verzerrung bei der Reduktion auf wenige Dimensionen, besonders wenn die ursprünglichen Daten eine sehr hohe Dimensionalität aufweisen [BSL+08]. In der Szenariotechnik entspricht die Anzahl der Schlüsselfaktoren der Anzahl der zu berücksichtigenden Dimensionen, in der Regel 15-20.

In der MDS erfolgt nicht nur die Darstellung der Zukunftsszenarien, sondern auch die Visualisierung der Bewertung von Wünschbarkeit, Kippunkt und weiteren Kriterien. Die resultierende Landkarte der Zukunft bildet eine valide Grundlage für die Ableitung strategischer Aussagen (Bild 3 links). Das erfolgt durch die Einbeziehung der zusätzlichen Bewertungsvektoren (Heute, Wünschbarkeit, etc.) und ermöglicht zudem die Positionierung der heutigen Situation in der Landkarte der Zukunft. Die räumliche Nähe der Szenarien zueinander erlaubt eine inhaltliche Interpretation, sodass die aus heutiger Sicht relevanten bzw. aktuellen Szenarien besondere Beachtung verdienen.

Diese Vorgehensweise demonstriert, dass die Überwachung und Steuerung von Szenarien mit einem überschaubaren Aufwand realisierbar ist. In periodischen Abständen ist eine Evaluierung des Vektors „Heute“ vorzunehmen, um eine Einschätzung der Position in der Landkarte der Zukunft zu ermöglichen. Eine Dokumentation der Veränderungen über einen gewissen Zeitraum erlaubt die Ableitung von Entwicklungspfaden in der Landkarte der Zukunft (Bild 5 mittig – Pfeildarstellung), welche die zukünftig relevanten Szenarien aufzeigen.

3.7 Roadmapping

Die Angabe der Kippunkte jeder Zukunftsprojektion erlaubt die Ableitung zeitlicher Interpretationen. Diesbezüglich ist festzuhalten, dass selten alle Kippunkte zum identischen Zeitpunkt auf der Zeitachse liegen. Die Rückrechnung der zugehörigen Zukunftsprojektionen erfolgt über die Szenario-DNA, wodurch wiederum die szenariospezifischen Kippunkte ermittelt werden. Durch Aggregation dieser Aussagen und deren Untermauerung mit relevanten Quellen können Roadmaps erstellt werden, welche die notwendigen, unwiderruflichen Ereignisse aufzeigen, damit die Zukunftsszenarien Realität werden.

In der Regel erfolgt die Darstellung von Roadmaps mittels einer Zeitachse in Diagrammen, wobei die x-Achse eine entsprechende Unterteilung in Zukunftsentwicklungen von links nach rechts ermöglicht. In einigen Fällen findet zudem die Verwendung von Radaren Anwendung, welche die Zeitachse in Form von verschachtelten Kreisen symbolisieren [DNE+08]. Die in Bild 4 dargestellte Beispielgrafik basiert ebenfalls auf einer konzentrischen Kreisdarstellung. Je weiter der Blick an den Bildrand fällt, desto weiter befindet sich der Zeithorizont von heute entfernt.

Die Punkte symbolisieren die Kippunkte auf dem Weg in die Zukunft. Die Linien fungieren ähnlich einer U-Bahn-Karte als Indikatoren für die Entwicklungspfade in die Zukunft. Dabei werden die relevanten Zukunftsergebnisse bzw. deren Kippunkte als Haltestellen dargestellt. Die „Endhaltestelle“ repräsentiert das jeweilige Szenario.

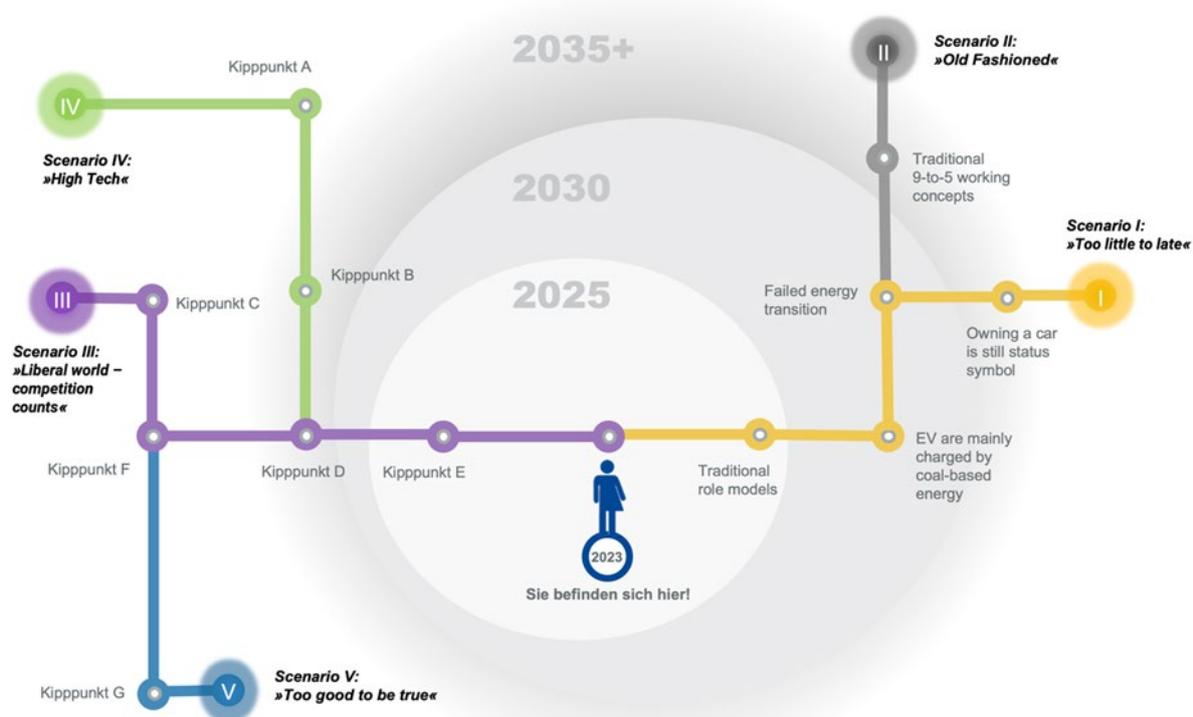


Bild 11: Szenario-Roadmap mit Tipping-Points im Verständnis eines Eisenbahn-streckennetzes

Diese Darstellung hilft neben der Auswahl der Szenarien über Wünschbarkeit etc. die strategischen Ableitungen von Handlungsoptionen und Dringlichkeiten wirksam zu untermauern.

3.8 Anwendungsbeispiel

Im Rahmen des vorliegenden Artikels wurden fünf Zukunftsszenarien für die Automobilindustrie mit dem speziellen Fokus Mobilität und Branchenentwicklungen entwickelt. Die Szenarien basieren auf 22 Schlüsselfaktoren, wie „Living & working behavior“, „Cyber World“, „Future

Supply Chain“, „Sharing & Collaborative Economy“, „Block Dynamics“ bzw. „Energy (r)evolution“. Die Sammlung entstand durch Interviews und umfangreicher Desk-Research. Für den überwiegenden Teil der Schlüsselfaktoren wurden 3-5 Zukunftsprojektionen in mehreren Workshops identifiziert. Experteninterviews haben die Auswahl vereinzelt ergänzt bzw. die Ausformulierungen geschärft. Insgesamt wurde mit 104 Zukunftsprojektionen gearbeitet. Aus den verschiedenen Workshops und Interviews wurden auch die zusätzlichen Attribute herausgearbeitet und in Beschreibungen der Zukunftsprojektionen, wie in Bild 2 dokumentiert. Dieser bebilderte Katalog der Zukunftsprojektionen war nicht nur Basis für die Ausfüllung der Konsistenzmatrix, gleichzeitig waren die Bilder die Bausteine der Picture of the future. Diese ergaben sich aus der Kombination der relevanten Zukunftsprojektionen, entsprechend der Szenario-DNA.

Errechnet wurden fünf Szenarien, welche sowohl in der Landkarte der Zukunft als auch durch sogenannte Picture of the future dokumentiert wurden.

Im Szenario-Lackmus-Test wurden die für alle Zukunftsprojektionen ermittelte Wünschbarkeit und Erwartbarkeit entsprechend der oben beschriebenen Vorgehensweise in die Erstellung der MDS integriert. Für die bessere Unterscheidbarkeit wurde eine andere geometrische Form und Buchstaben (mit den Bezeichnungen „E“ und „W“) gewählt, wobei die Zukunftsszenarien mit römischen Ziffern unterschieden werden.

Aus dem Szenario-Lackmus-Test ergibt sich nun folgende Interpretation, dass aus Sicht des Projektteams Szenario 5: „Too good to be true & mobility carrier are produced for purpose“ das wünschenswerte Zukunftsszenario darstellt. In dieser Zukunft würde das Team gern arbeiten und könnten sich entsprechend seiner Kompetenzen hervorragend entfalten. Die Mobilitätsindustrie entwickelt sich sehr innovativ insbesondere in Richtung multimodaler Mobilität. Aus dem Blickwinkel, wie die Zukunft, aufgrund aktueller Rahmendbedingungen, wohl aber erwartet wird, ergab sich eher der Hinweis auf Szenario 1 „Too little – too late“. Im Rahmen der Interpretation stellt sich Szenario 1 gänzlich anders dar als Szenario 5, aber noch lange nicht so negativ und grundverschieden, wie Szenario 2 „Old fashioned“. Diese Aussagen lassen sich allein aus der MDS ableiten und durch die Detailbetrachtungen der jeweiligen Szenario-DNA untermauern.

Nach dem Schema der Szenario-DNA wurde auch die heutige Situation beschrieben. Dabei wurden jene Zukunftsprojektionen ausgewählt, die heute schon gelten.

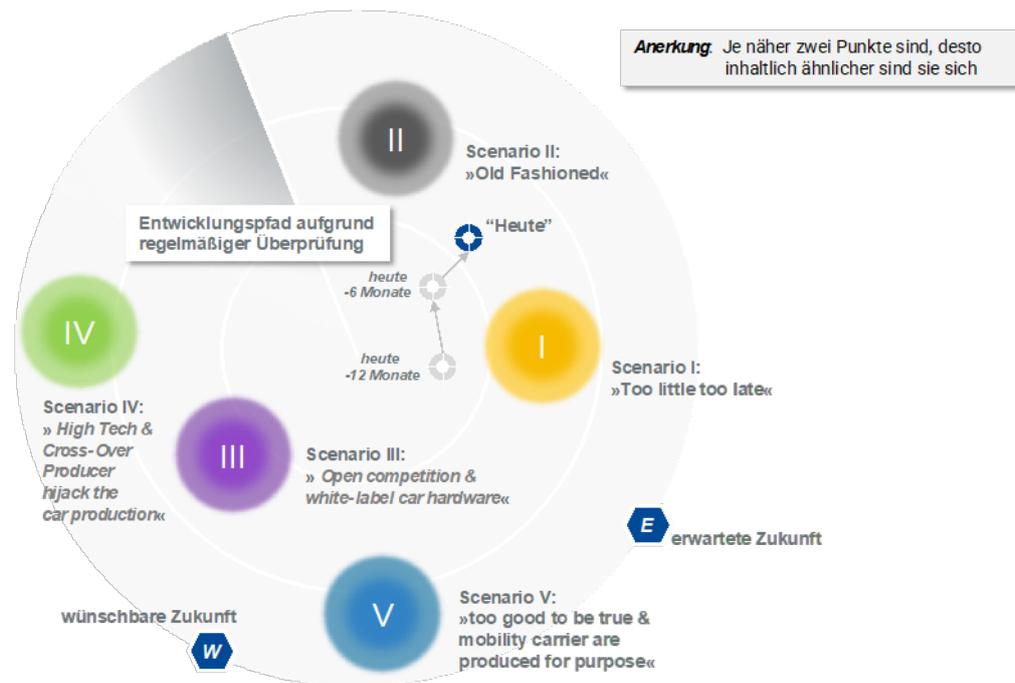


Bild 12: Landkarte der Zukunft

4 Kritische Würdigung – Ausblick

Das Konzept des Szenario-Lackmus-Tests ist für das Szenario-Controlling bzw. -Monitoring, eine Analogie aus dem Bereich der Grundlagen der Chemie und gibt eine größere Sicherheit bei der Verarbeitung von Zukunftsszenarien, auch im Hinblick auf zukünftige Entwicklungen. Für den seit Langem gehegten Wunsch nach einer Reduktion der Komplexität im Umgang mit Zukünften, also der Auswahl von relevanten Zukunftsszenarien wird durch den vorliegenden Artikel ein wirksamer Beitrag geleistet.

Der vorgestellte Ansatz überwindet zwar den Einsatz von Eintrittswahrscheinlichkeiten und nimmt damit die Unsicherheit bei der Auswahl der Zukunftsszenarien. Stattdessen werden die Zukunftsprojektionen durch subjektive Bewertungen erweitert. Diese lassen sich aus der Erfahrung im Einsatz des Szenario-Lackmus-Tests aber wesentlich einfacher und belastbarer herausarbeiten. Die Limitation liegt hier in der Auseinandersetzung mit den alternativen Zukunftsprojektionen und dem Beschaffen von Daten und Ableitung von Informationen.

Die Evaluierung der zusätzlichen Kriterien von Zukunftsprojektionen ist in hohem Maße von individuellen Faktoren geprägt und zudem vom Erfahrungshintergrund der Evaluierenden abhängig. Unter Zuhilfenahme von Statistiken, Studien oder anderweitig verfügbaren Indikatoren lässt sich eine Quantifizierung der Zukunftsszenarien einfacher durchführen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Auswahl der Quellen von entscheidender Bedeutung für die Belastbarkeit der daraus resultierenden Aussagen ist [Kin08].

Der präsentierte Ansatz stellt eine Lösungsmöglichkeit dar, um transparent die zeitlichen Veränderungen von Umfeldentwicklungen an den Zukunftsszenarien zu spiegeln. Die Schwierigkeit besteht an dieser Stelle jedoch darin, rechtzeitig zu erkennen, wann sich die Szenarioinhalte auch so stark verändert haben, dass die Zukunftsszenarien neu berechnet werden sollten.

Ebenso ist zu berücksichtigen, dass die visuelle Orientierung für einige Betrachtende eine Herausforderung darstellen kann. Die Anerkennung der multidimensionalen Skalierung - „Landkarte der Zukunft“ als dimensionslose Grafik, erfordert ein hohes Abstraktionsvermögen. Grundsätzlich bleibt aber anzumerken, dass die bildliche Darstellung der Szenarien im Vergleich deutlich leichter und verständlicher ist als das Arbeiten mit der Szenario-DNA. Für die tiefgreifende Analyse der Inhalte bedarf es aber einer ausgewogenen Beschäftigung mit beiden Bausteinen – Landkarte und DNA.

Abschließend soll die Rolle von Künstlicher Intelligenz (KI) eingeschätzt werden. Eine weitere Möglichkeit zur Reduktion individueller Verzerrungen könnte durch den Einsatz von KI-gesteuerten Analysealgorithmen bestehen. Durch Künstliche Intelligenz können große Datenmengen verarbeitet und analysiert werden [KD22]. Insbesondere bei der Suche nach Kippunkten könnten dadurch wirksame Beiträge erwartet werden.

Literatur

- [Bät04] Bätzel, D.: Methode zur Ermittlung und Bewertung von Strategiealternativen im Kontext Fertigungstechnik, Heinz Nixdorf Institut, Paderborn, 2004
- [BG23] BEUCKE-GALM, M.: Wie kommt das Neue in die Welt? Abhandlungen zur Medien- und Kulturwissenschaft, 2023
- [BKO+21] BRÜTZEL, O., KÜPPERS, F., OVERBECK, L., STRICKER, N., VERHAELLEN, B., LANZA, G.: Eine automatisierungsgerechte robuste Produktionsplanung: Robustheit der Planung im Netzwerk unter Auftragsunsicherheit. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 2021
- [Ble20] BLECHSCHMIDT, J.: Exkurs: Umgang mit unscharfen Informationen. Quick Guide Trendmanagement: Wie Sie Trendwissen in Ihrem Unternehmen wirksam nutzen, 2020
- [Bör87] BÖHRET, C.: Innovative Bewältigung neuartiger Aufgaben. In: Böhret, C., Klages, H., Reiner-mann, H., Siedentopf, H. (eds) Herausforderungen an die Innovationskraft der Verwaltung. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 1987
- [BSL+08] BUJA, A., SWAYNE, D. F., LITTMAN, M. L., DEAN, N., HOFMANN, H., CHEN, L.: Data visualization with multidimensional scaling. Journal of computational and graphical statistics, 17(2), 2008
- [CWC+16] CHENG, J., M.N.; WONG, W.K.; CHEUNG, C.F., LEUNG, K.H.: A scenario-based roadmapping method for strategic planning and forecasting: A case study in a testing, inspection and certification company; Technological Forecasting and Social Change, Volume 111, October 2016
- [DNE+08] DENKENA, B., NYHUIS, P., EIKÖTTER, M., WULF, S.: Roadmapping zur strategischen Unternehmensplanung. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 103(12), 2008
- [EEM21] ENDREJAT, P. C., MEINECKE, A. L., ENDREJAT, P. C., MEINECKE, A. L.: Ausblick: Kontinuierliche Veränderungsunterstützung. Kommunikation in Veränderungsprozessen: Psychologische Grundlagen für die Arbeit mit Individuen und Gruppen, 37-39, 2021
- [FS16] FINK, A., & SIEBE, A.: Szenario-Management: von strategischem Vorausdenken zu zukunftsrobusten Entscheidungen. Campus Verlag, 2016
- [GF16] GLADWELL, M.; FRIEDRICH, M.: Tipping Point: Wie Kleine Dinge Großes Bewirken Können. 1. Auflage. München: Goldmann, 2016
- [GG19] GIVI, J.: The 'Future Is Now' Bias: Anchoring and (Insufficient) Adjustment When Predicting the Future from the Present. ERN: Behavioral Finance (Microeconomics), 2019
- [GHS14] GRIENITZ, V., HAUSICKE, M., SCHMIDT, AM.: Scenario development without probabilities — focusing on the most important scenario. Eur J Futures Res 2, 27, 2014

- [GK22] VON DER GRACHT, H., KISGEN, S.: Methoden der strategischen Vorausschau, In Management der Zukunft: Spielregeln, Methoden und Erfolgsmodelle des Zukunftsmanagements (pp. 31-78). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2022
- [GP14] GAUSEMEIER, J., PLASS, C.: Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung : Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen, 2., überarbeitete Auflage, Hanser Verlag, München, 2014
- [GRI04] GRIENITZ, V.: Technologieszenarien. Eine Methodik zur Erstellung von Technologieszenarien für die strategische Technologieplanung. HNI, 716, 2004
- [Gri15] GRIENITZ, V.: Integrierte szenariobasierte Produkt- und Produktionssystementwicklung – Ein Beitrag zum Systems Engineering, Habilitation, Universität Siegen, 2015
- [Hab18-ol] HABERKORN, T.: Deutschland nach Angela Merkel; Die mit den einfachen Antworten, letzter Zugriff: <https://www.zeit.de/>, 2. November 2018
- [Hei07] HEINZELBECKER, K.: Zukunfts-Controlling mit Trendforschung und Szenarien. Controlling & Management, 2007
- [HK20] HORN, C.; KREUTER, F.: Die digitale Herausforderung - Tipping Points, die Ihr Unternehmen verändern werden, 2020
- [HP07] HAMEL, G., & PRAHALAD, C. K.: Wettlauf um die Zukunft (pp. 237-249). Gabler, 2007
- [HS16] HEIMBACH-STEINS, M.: Grenzverläufe gesellschaftlicher Gerechtigkeit: Migration-Zugehörigkeit-Beteiligung. Brill| Schöningh, 2016
- [NGB+23] NENTWICH, M., GUDOWSKY-BLATAKES, N., KEHL, C., KÖNIG, H., KRIEGER-LAMINA, J., PEISSL, W., WEINBERGER, N.: Foresight und Technikfolgenabschätzung: Monitoring von Zukunftsthemen für das Österreichische Parlament Berichtsversion, 2023.
- [KD22] KÖDDING, P., DUMITRESCU, R.: Szenario-Technik mit digitalen Technologien. In Digitalisierung souverän gestalten II: Handlungsspielräume in digitalen Wertschöpfungsnetzwerken (pp. 120-135). Springer Berlin Heidelberg, 2022
- [Kin08] KINKEL, S.: Arbeiten in der Zukunft: Strukturen und Trends der Industriearbeit (Vol. 113). edition sigma, 2008
- [KPK20] KIRCHLER, E., PITTERS, J., KASTLUNGER, B.: Psychologie in Zeiten der Krise. Wiesbaden: Springer, 2020
- [Kur23] KURZWEIL, P.: Grundlagen, technische Anwendungen, Rohstoffe, Analytik und Experimente, Springer Vieweg Wiesbaden, <https://doi.org/10.1007/978-3-658-41568-6>, 2023
- [Kün11] KÜNNETH, A. S.: Zukunftsorientierte Steuerung-Wie Controller die Zukunft mitgestalten können, ". Controlling & Management Review, 2011
- [LSF20] LEE, H.C., STALLAERT, J., FAN, M.: Anomalies in Probability Estimates for Event Forecasting on Prediction Markets. Production and Operations Management, 29, 2020
- [Mil78] MILBURN, M.A.: Sources of bias in the prediction of future events. Organizational Behavior and Human Performance, 21, 1978
- [MSM10] MÜLLER-STEWENS, G., MÜLLER, A.: Strategic Foresight–Trend-und Zukunftsforschung als Strategieinstrument. Perspektiven des Strategischen Controllings: Festschrift für Professor Dr. Ulrich Krystek, 2010
- [Nis94] NISSEN, V.: Kurzer Abriß relevanter Elemente der Evolutionstheorie. In: Evolutionäre Algorithmen. Deutscher Universitätsverlag, 1994
- [ORi13] O'RIORDAN, T.J.: Future Earth and Tipping Points. Environment: Science and Policy for Sustainable Development, 55, 2013
- [Pau61] PAULI, W.: Wahrscheinlichkeit und Physik. In: Aufsätze und Vorträge über Physik und Erkenntnistheorie. Die Wissenschaft, vol. 115. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 1961

- [Ras00] RASCHE, C.: Von der multiplen Positionierung zum multifokalen Management. Das neue strategische Management: Perspektiven und Elemente einer zeitgemäßen Unternehmensführung, 2000
- [Rey13] Reymann, F.: Verfahren zur Strategieentwicklung und -umsetzung auf Basis einer Retropolation von Zukunftsszenarien, Paderborn, Universität Paderborn, Heinz Nixdorf Institut, Dissertation, 2013
- [Sha11] SHAROT, T.: The optimism bias, *Current Biology*, Volume 21, Issue 23, 2011, Pages R941-R945, 2011
- [SGG14] SPICKERMANN, A., GRIENITZ, V., VON DER GRACHT, H. A.: Heading towards a multi-modal city of the future?: Multi-stakeholder scenarios for urban mobility. *Technological Forecasting and Social Change*, 89, 2014, 201-221.
- [SKK20] SOULIS, S. G., KESSLER-KAKOULIDIS, L.: *Inklusive Kulturschöpfung*. Psychosozial-Verlag, 2020
- [SM21] STURMBERG, J. P., MARTIN, C. M.: How to cope with uncertainty? Start by looking for patterns and emergent knowledge. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 2021
- [UP95] ULRICH, H., PROBST, G. J. B.: *Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln; Ein Brevier für Führungskräfte*“, Paul Haupt, Bern, 1995
- [Vog20] VOGEL, R. T.: Verunsicherung und der Verlust an Eindeutigkeiten. *Psychotherapie in Zeiten kollektiver Verunsicherung: Therapieschulübergreifende Gedanken am Beispiel der Corona-Krise*, 2020
- [Zwi57] ZWICKY, F.: *Morphological Research and Invention*. In: *Morphological Astronomy*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1957

Autoren

Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Grienitz studierte Wirtschaftsingenieurwesen an der Universität Paderborn. Unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier promovierte er 2004 zum Thema Technologieszenarien. 2015 habilitierte er an der Universität Siegen zum Thema Integrierte szenariobasierte Produkt- und Produktionssystementwicklung – Ein Beitrag zum Systems Engineering. Nach 7 Jahren in einer Unternehmensberatung war er 6,5 Jahre Juniorprofessor an der Universität Siegen und gründete dort das Automotive Center Südwestfalen – acs. In den weiteren 7 Jahren leitete er die Abteilung Innovationsmanagement bei einem globalen Automobilzulieferer. Nachdem er Geschäftsführer der „Neuen Mobilität Paderborn“ war ging er zurück in die Hochschulwelt nach Aalen für die Professur Startup Management. Seit 2024 ist er Professor für Digitalisierung in Gesellschaft und Technik an der Hochschule Wismar. Sein Forschungsschwerpunkt liegt in der Szenariotechnik.