











# **Technologievorausschau auf Basis mathematischer Modellierung**

zur Erlangung des akademischen Grades eines  
DOKTORS DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN (Dr.-Ing.)  
der Fakultät Maschinenbau  
der Universität Paderborn

vorgelegte  
DISSERTATION

von  
M.Sc. Henrik Thiele  
Paderborn

Tag des Kolloquiums:  
Referent:  
Korreferent:

22.04.2024  
Prof. Dr.-Ing Iris Gräßler  
Prof. Dr. Andrea Walther



## **Vorwort**

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Produktentstehung am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn. Sie ist das Ergebnis meiner wissenschaftlichen Arbeit in Forschungs- und Industrieprojekten.

Die vielseitige Arbeit am Lehrstuhl, sei es in der Lehre, in Forschungs- und Industrieprojekten, aber auch in der Verbandsarbeit, hat mich tief geprägt. Die fünf Jahre am Lehrstuhl haben mir nicht nur die Möglichkeit gegeben, das Thema das Szenario-Technik in der Tiefe zu durchdringen, sondern auch erheblich zu meiner persönlichen Weiterentwicklung beigetragen. Mein Dank gilt Frau Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler, dass ich dieses Kapitel mit der Dissertation abschließen darf.

Ein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. Andrea Walther der Humboldt-Universität zu Berlin für die Übernahme des Korreferats.

Ein großer Dank gilt all meinen ehemaligen Kolleg:innen am Lehrstuhl für Produktentstehung. Erst durch die inspirierenden Diskussionen, den hohen Umsetzungswillen und Humor macht ihr den Lehrstuhl zu dem, was er ist. Insbesondere danke ich Dominik Wiechel, Daniel Roesmann, Anna-Sophie Koch, Alena Tušek, Benedikt Grewe, Christian Oleff und Philipp Scholle. Die gemeinsame Zeit mit euch bedeutet mir sehr viel und ich bin dankbar für alles, was ich von und mit euch lernen konnte. Danke darüber hinaus meinen studentischen Hilfskräften für die tatkräftige Unterstützung bei der Implementierung der Inhalte.

Arbeit ist doch nicht alles. Deshalb danke an meine Freunde für die Geduld, Unterstützung und den Glauben an mich. Insbesondere Katharina Bieker, Veronika Klauke und Franziska König für die Unterstützung auf den letzten Metern und Nora Wohlfahrt, Mira Oelmayer und Regina Dickmann für die stets willkommenen Ablenkungen. Meiner Familie danke ich für die bedingungslose Unterstützung. Danke Karin, Alfons, Frederik, Ruth, Mathilde, Franz-Josef, Rita, Ralf, Lea, Jochen und Bärbel, dass ihr immer an mich geglaubt habt. Danke euch alle, dass ihr immer für mich da wart, auch wenn ich mich rar gemacht habe.

Der größte Dank gilt meiner wundervollen Frau Lisa. Ohne dich, deine Zuversicht und das Mitfühlen all meiner Emotionen hätte ich es nie so weit geschafft. Danke, dass du mich jeden Tag zu einem besseren Menschen machst.

Paderborn, 21.09.2024

*Henrik Thiele*



## Vorveröffentlichungen

- [GPS20] GRÄBLER, IRIS; POTTEBAUM, J.; SCHOLLE, P.; THIELE, H.: Innovation management and strategic planning of innovative self-preparedness and self-protection services. In: The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM): ISPIM Conference Proceedings, Manchester 2020; S. 1–9.
- [GST19] GRÄBLER, I.; SCHOLLE, P.; THIELE, H.: Strategische Planung in Plattformen und Eco-Systemen mittels Szenario-Technik. In: Bertram, T. et al.: Fachtagung Mechatronik 2019, Paderborn 2019; S. 127–132.
- [GST20a] GRÄBLER, I.; SCHOLLE, P.; THIELE, H.: Improving scenario-technique by a semi-automatized consistency assessment based on pattern recognition by artificial neural networks. In: Design Society: Proceedings of the 16th International Design Conference. Cambridge University Press, Cambridge 2020; S. 147–156.
- [GST20b] GRÄBLER, I.; SCHOLLE, P.; THIELE, H.: Semi-automatized consistency assessment in Scenario-Technique – Generic consistency patterns and user types. In: The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM): ISPIM Conference Proceedings, Manchester 2020; S. 1–13.
- [GST20c] GRÄBLER, I.; SCHOLLE, P.; THIELE, H.: Scenario-Technique. In: Vajna, S.: Integrated Design Engineering. Interdisciplinary and Holistic Product Development. Springer International Publishing, Basel 2020; S. 507–529.
- [GTD21] GRÄBLER, I.; THIELE, H.; DIRZUS, D.: Automation 2030 – Zukunft gestalten. Szenarien und Empfehlungen. VDI, Düsseldorf 2021.
- [GTS19] GRÄBLER, I.; THIELE, H.; SCHOLLE, P.: Methode zur Einflussanalyse in der Szenario-Technik auf Basis gerichteter Graphen. In: Design Society: DFX 2019. Proceedings of the 30th Symposium Design for X. The Design Society 2019.
- [GTS20] GRÄBLER, I.; THIELE, H.; SCHOLLE, P.: Assessing the Future – Methods and Criteria. In: Design Society: Proceedings of the 16th International Design Conference. Cambridge University Press, Cambridge 2020; S. 569–576.
- [GTS22] GRÄBLER, I.; THIELE, H.; SCHOLLE, P.: Szenario-Technik. In: Vajna, S.: Integrated Design Engineering. Ein interdisziplinäres Modell für die ganzheitliche Produktentwicklung. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg 2022; S. 689–717.
- [GTT22] GRÄBLER, I.; TUSEK, A. M.; THIELE, H.; PREUß, D.; GREWE, B.; HIEB, M.: Literature study on the potential of Artificial Intelligence in Scenario-Technique. In: The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM): ISPIM Conference Proceedings 2022; S. 1–14.



## **Zusammenfassung**

Das Erkennen der zukünftigen Entwicklungen von Technologien und Märkten ist erfolgskritisch für die Platzierung von Produkten am Markt. Die Szenario-Technik als Methode der Zukunftsvorausschau ermöglicht das Erkennen dieser Entwicklungen. Die Anwendung ist in der industriellen Praxis mit einem hohen Ressourcenaufwand, insbesondere durch Bindung von Entscheidungsträgern der Unternehmen, verbunden. Zur Reduktion des Anwendungsaufwands in der industriellen Praxis wird in dieser Dissertation die modellbasierte Szenario-Technik entwickelt. Die modellbasierte Szenario-Technik besteht aus einem Vorgehensmodell, einer mathematischen Modellierung und Berechnungsmethoden zur Automatisierung der Schritte der modellbasierten Szenario-Technik. Zur Umsetzung der modellbasierten Szenario-Technik in der industriellen Praxis wird sowohl ein Software-Tool, in dem die entwickelten Methoden umgesetzt sind, als auch eine Standarddramaturgie für Szenario-Workshops entwickelt. Die Validierung der modellbasierten Szenario-Technik wird anhand von zwei bilateralen Forschungsprojekten, zwei Szenario-Workshops mit Experten der Industrie und Wissenschaft sowie dem Forschungsprojekt ANYWHERE durchgeführt. Unter Einsatz von Algorithmen der künstlichen Intelligenz konnte die Anzahl der Konsistenzbewertungen im Schritt der Szenario-Analyse um 50% reduziert und die Einflussanalyse durch Anwendung des Page Rank Algorithmus automatisiert werden.

## **Abstract**

Recognizing the future developments of technologies and markets is critical to the success of placing products on the market. The scenario technique as a method of future foresight enables the recognition of these developments. The application in industrial practice is connected with a high expenditure of resources, in particular by binding decision makers of the enterprises. To reduce the application effort in industrial practice, the model-based scenario technique is developed in this dissertation. The model-based scenario technique consists of a process model, a mathematical modeling and computational methods to automate the steps of the scenario technique. For the implementation of the model-based scenario technique in industrial practice, both a software tool in which the developed methods are implemented and a standard dramaturgy for scenario workshops are developed. The validation of the model-based scenario technique will be carried out by means of two bilateral research projects, two scenario workshops with experts from industry and academia and the research project ANYWHERE. Using artificial intelligence algorithms, the number of consistency evaluations in the scenario analysis step was reduced by 50% and the impact analysis was automated by applying the page rank algorithm.





# Technologievorausschau auf Basis mathematischer Modellierung

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	XVII
-----------------------------	------

Symbolverzeichnis .....	XIX
-------------------------	-----

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation und Zielsetzung .....	1
1.2	Wissenschaftliches Vorgehen und Aufbau der Arbeit .....	3
<b>2</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>7</b>
2.1	Zukunftsvorausschau.....	7
2.2	Produktentstehung .....	11
2.3	Mathematische Grundlagen.....	12
2.3.1	Abbildungen, Vektorräume und Normen .....	12
2.3.2	Mehrzieloptimierung.....	14
<b>3</b>	<b>Stand der Technik und Forschung.....</b>	<b>17</b>
3.1	Szenario-Technik.....	17
3.1.1	Begriffsverständnis der Szenario-Technik.....	17
3.1.2	Grundlagen der Szenario-Technik .....	19
3.2	Vorgehensmodelle der Szenario-Technik.....	20
3.2.1	Intuitive Logics .....	21
3.2.2	Probabilistic Modified Trends .....	22
3.2.3	Konsistenzbasierte Ansätze .....	24
3.2.4	Vergleich der Vorgehensmodelle der Szenario-Technik .....	29
3.2.5	Durchgängige Modellbildung der Szenario-Technik.....	31

3.3	Methoden der konsistenzbasierten Szenario-Technik .....	32
3.3.1	Methoden zur Einflussanalyse .....	32
3.3.2	Methoden zur Konsistenzanalyse .....	34
3.4	Handlungsbedarf und Forschungslücke .....	37
<b>4</b>	<b>Anforderungen an den Lösungsansatz .....</b>	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>Entwicklung des Vorgehensmodells .....</b>	<b>43</b>
5.1	Entwicklung des generischen Vorgehensmodells.....	43
5.1.1	Identifikation repräsentativer Modelle der Szenario-Technik.....	44
5.1.2	Entwicklung von Vergleichsmodellen .....	47
5.1.3	Entwicklung der Referenzmodellschritte .....	48
5.1.4	Entwicklung des Referenzmodells .....	50
5.1.5	Visualisierung des Referenzmodells der Szenario-Technik .....	53
5.2	Ableitung eines Vorgehensmodells .....	54
5.2.1	Vorgehensmodell der modellbasierten Szenario-Technik .....	54
5.2.2	Integriertes Szenario-Datenmodell.....	58
<b>6</b>	<b>Entwicklung der mathematischen Modellierung .....</b>	<b>61</b>
6.1	Definitionen und zentrale Aussagen .....	62
6.2	Allgemeine Modellierung .....	64
6.3	Aufgabenraum .....	68
6.4	Einflussraum.....	69
6.4.1	Allgemeine Definition des Einflussraums .....	69
6.4.2	Abstandsdefinition im Einflussraum .....	71
6.4.3	Schlüsselfaktoren im Einflussraum .....	73
6.4.4	Darstellung des Einflussraums im $\mathbb{R}^2$ .....	74
6.5	Szenario-Raum.....	76
6.5.1	Definition der Projektionen .....	76
6.5.2	Definition des Szenario-Raums.....	77
6.5.3	Selektion der Szenarien .....	81
6.6	Lösungsraum.....	87
6.7	Zusammenfassung der mathematischen Modellierung .....	88
<b>7</b>	<b>Entwicklung von Berechnungsmethoden .....</b>	<b>89</b>

7.1	Methoden zur automatisierten Selektion von Schlüsselfaktoren.....	89
7.2	Entwicklung von Methoden zur automatisierten Konsistenzanalyse.....	92
7.2.1	Muster der Konsistenzanalyse .....	92
7.2.2	Methode der automatisierten Konsistenzdatenberechnung auf Basis von Mustererkennung.....	93
7.3	Mehrzieloptimierung der Szenario-Analyse .....	96
7.4	Weitere Methoden der Einfluss- und Konsistenzanalyse.....	98
<b>8</b>	<b>Werkzeug zur Anwendung der modellbasierten Szenario-Technik in der industriellen Praxis.....</b>	<b>100</b>
8.1	Standarddramaturgie der modellbasierten Szenario-Technik.....	100
8.2	Softwaretool der modellbasierten Szenario-Technik .....	103
<b>9</b>	<b>Verifikation und Validierung .....</b>	<b>107</b>
9.1	Projekte und Anwendungen.....	107
9.2	Zuweisung von Anforderungen und Verifikationsprojekten.....	109
9.3	Anforderungen an den Input .....	110
9.4	Anforderungen an Modell, Modellierung und Methoden .....	112
9.5	Anforderungen an das Ergebnis .....	123
9.6	Validierung.....	125
9.6.1	Erfüllung der Handlungsbedarfe .....	125
9.6.2	Erfüllung des Forschungsziels .....	126
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>129</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>133</b>
	<b>Zitation aus studentischen Arbeiten .....</b>	<b>141</b>

## Anhang

<b>A1</b>	<b>Vergleich der Vorgehensmodelle der Szenario-Technik.....</b>	<b>145</b>
<b>A2</b>	<b>Forschungsprozess nach ULRICH .....</b>	<b>146</b>
<b>A3</b>	<b>Literaturrecherche Referenzmodell .....</b>	<b>147</b>
<b>A4</b>	<b>Vollständige Liste der untersuchten Vorgehensmodelle .....</b>	<b>179</b>
<b>A5</b>	<b>Vergleichsmodelle der Szenario-Technik.....</b>	<b>213</b>
<b>A6</b>	<b>Vollständiges Referenzmodell.....</b>	<b>235</b>
<b>A7</b>	<b>Vollständiges Integriertes Szenario-Datenmodell .....</b>	<b>239</b>
<b>A8</b>	<b>Mathematische Exkursionen .....</b>	<b>240</b>
A8.1	Dimensionalität der Einflussraums .....	240
A8.2	Multidimensionale Skalierung .....	240
<b>A9</b>	<b>Anwendungsbeispiel europäischer Wirtschaftsraum .....</b>	<b>241</b>
A9.1.1	Rohdaten .....	241
A9.1.2	Abstände der Multidimensionalen Skalierung .....	243
A9.1.2.1	Einflussraum .....	243
A9.1.2.2	Szenario-Raum.....	243
A9.1.3	Konsistenzmatrix Anwendungsbeispiel .....	244
A9.1.4	Szenarien des Anwendungsbeispiels.....	245
<b>A10</b>	<b>Methoden der Einfluss- und Konsistenzanalyse .....</b>	<b>247</b>

---

A10.1 Methode zur Prüfung eines kausalen Zusammenhangs in der Einflussanalyse aus [Sie18].....	247
A10.2 Programmablauf zur Vervollständigung Datenreihen aus [Gre19].....	248
 <b>A11 Experteninterviews.....</b>	<b>249</b>
A11.1 Interview Dr.-Ing. Dagmar Dirzus .....	249
A11.2 Interview Ingo Ellerbrock (BST GmbH).....	253
A11.3 Interview Dr.-Ing Kurt Bettenhausen.....	256
 <b>A12 Daten der Verifikationsprojekte.....</b>	<b>259</b>
A12.1 Forschungsprojekt (ANYWHERE) .....	259
A12.1.1 Einflussfaktoren und Projektionen.....	259
A12.1.2 Konsistenzmatrizen.....	264
A12.2 Szenario-Workshop 1 (Automation 2030).....	320
A12.3 Validierungs-Workshop der Automation 2030 .....	332
A12.4 Szenario-Workshop 2 (eMBA RWTH) .....	339
 <b>A13 Erläuterung des Szenario-Technik Tools Kurzanleitung Softwaretool der modellbasierten Szenario-Technik.....</b>	<b>347</b>
 <b>A14 Standarddramaturgie Szenario-Technik.....</b>	<b>357</b>
 <b>A15 Vorlage der Szenario-Interpretation.....</b>	<b>363</b>



**Abkürzungsverzeichnis**

ANYWHERE	EnhANCing emergencY management and response to extreme WeatHER and climate Events
AS	Aktivsumme
BIP	Bruttoinlandsprodukt
bspw.	beispielsweise
CIA	Cross Impact Analysis
eMBA	executive Master of Business Administration
ERP	Enterprise Resource Planning
et al.	et alii
GMA	Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik
INCOSE	International Council on Systems Engineering
insb.	Insbesondere
ISDM	Integriertes Szenario-Datenmodell
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
PLM	Product Lifecycle Management
PMT	Probabilistic Modified Trends
PS	Passivsumme
selekt.	selektierte
STEP	Sociological, Technological, Economic and Political Change
TIA	Time Impact Analysis
u.d.B.	unter der Bedingung
USD	US Dollar
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
vgl.	vergleiche





## Symbolverzeichnis

$d_A(S_i, S_j)$	Abstand von zwei Szenarien
$+$	Addition
$EF_i^{out}$	Aktivsumme
$\#$	Anzahl
$n_K$	Anzahl an Konsistenzbewertungen
$n_S$	Anzahl der Szenarien
$\rightarrow$	Abbildung
$ \cdot $	Betrag
$C$	Cluster
$\emptyset$	Durchschnitt
$EF$	Einflussfaktor
$E$	Einflussmatrix
$R_E$	Einflussraum
$e_{ij}$	Einflusswert
$\in$	Element aus einer Menge
$(x_n)_{n \in \mathbb{N}}$	Folge
$\forall$	für alle
$\lambda_k$	Gewichte der gewichteten Summe
$\text{Lim}$	Grenzwert
$K_S$	Konsistenzsumme
$k_{ijkl}$	Konsistenzwert
$\mathbb{N}$	natürliche Zahlen
$\mu$	Maß im Szenario-Raum
$\max$	Maximum
$\{\}$	Menge
$W_1$	Menge der bekannten Punkte eines Deskriptors

$W_0$	Menge der unbekannten Punkte eines Deskriptors
$M_{EF}$	Menge der Einflussfaktoren
$M_{SF}$	Menge der Schlüsselfaktoren
$P_K$	Menge der im Szenario enthaltenen Projektionen
$U$	Menge mit $p$ Szenarien
$X^p$	Menge der Mengen mit je $p$ Szenarien
$K_{S_i}^x$	Menge der Konsistenzwerte $x$ im Szenario $S_i$
$\min$	Minimum
$\prod_i x_i$	Multiplikation
$\ \cdot\ $	Norm
$\leq$	Ordnungsrelation
$PR$	Page-Rank Impuls
$E_i^{out}$	Passivsumme
$P_j^i$	Projektion
$\mathbb{R}$	reelle Zahlen
$c_i$	Schranke der Szenario-Selektion
$\sigma_i$	Selektionsabbildung
$\sigma_{sum}$	Selektionsabbildung über die Aktiv- und Passivsumme
$\sigma_{kons}$	Selektionsabbildung der Szenarien
$b$	Senkrechte im Sternenzentrum
$S$	Sternenzentrum
$\cdot$	Skalarmultiplikation
$\langle \cdot, \cdot \rangle$	Skalarprodukt
$S_d$	Summe der Diagonalelemente
$S_g$	Summe der Gegendiagonalelemente
$S_k$	Szenario
$M_S$	Szenario-Menge
$M_{RB}$	Szenario-Realbild

---

$R_S$	Szenario-Raum
$\sum_{i=1}^{\infty} x_i$	Summe
$r_i$	Tupel der Page-Rank Impulse
$\cup$	Vereinigung
$\circ$	Verknüpfung
$g$	Zielfunktion
$d$	Zufallsfaktor



# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation und Zielsetzung

Für die erfolgreiche Platzierung eines Produktes am Markt ist das Erkennen der Schnittmenge aus Wettbewerb, Marktbedürfnissen und technologischer Realisierbarkeit (Bild 1) erforderlich [GP22, S. 15]. Für die Produktentwicklung ist das Erkennen dieses Spannungsfeldes essenziell [JF05, S. 81]. Dabei beeinflusst die zukünftige Entwicklung der Felder Wettbewerb, Technologische Realisierbarkeit und Marktbedürfnisse den langfristigen Erfolg des Produktes. Erst durch Kenntnis über die zukünftigen Entwicklungen ist es möglich, informiert Produktideen sowie Produkt- und Portfoliostrategien abzuleiten, die zukunftsrobust sind. [Grä16]

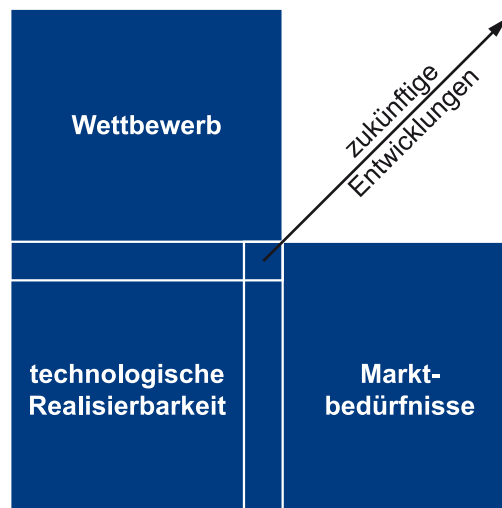


Bild 1: Platzierung eines Produktes am Markt (aufbauend auf [Grä16])

Methoden der Zukunftsvorausschau bieten die Möglichkeit, Bilder der Zukunft, sogenannte Szenarien oder auch Zukunftsszenarien, abzuleiten, um unternehmerische Entscheidungen vorzubereiten und zu unterstützen [Fer22, S. 844, RBH15, S. 9, RG11, S. 243]. Insbesondere die Szenario-Technik ist eine in der Industrie und Wissenschaft etablierte Methode zur Entwicklung solcher Szenarien [GTS20, S. 571]. In der Produktentstehung lässt sich die Szenario-Technik sowohl als alleinstehendes Werkzeug nutzen als auch in den Produktentstehungsprozess integrieren [Mar21, S. 73–75]. Die Ableitung von Produktideen aus generierten Szenarien ermöglicht es, den langfristigen Erfolg der realisierten Produkte sicherzustellen. Dabei sind diese Zukunftsszenarien insbesondere von den Anwendungsszenarien abzugrenzen, die eine Beschreibung der Art und Weise sind, wie ein bestehendes Produkt oder System genutzt wird [HP19, S. 197].

Zur Ableitung von Szenarien haben sich verschiedene Vorgehen mit jeweils grundsätzlich unterschiedlichen Vorgehensweisen entwickelt [ADJ13, S. 28], unter denen

keine allgemeingültige Priorisierung besteht – eine fallabhängige Betrachtung ist daher notwendig [BWB05]. Werden die verschiedenen Methoden der Szenario-Technik basierend auf der Herleitung der Szenarien geordnet, sind die Ansätze nach MEYER-SCHÖNHERR entweder den intuitiven (Intuitive Logics Ansätze) oder den modellbasierten Ansätzen (Probabilistic Modified Trends/ La prospective) zuzuordnen [Mey92, S. 33].

Die Szenario-Entwicklung mithilfe von intuitiven Ansätzen erfolgt gering formalisiert und auf Basis von Expertenwissen. Verfahrensschritte sind hierbei nicht streng vorgegeben, sondern intuitiv und iterativ. Insbesondere wird bei der Bewertung der Szenarien nicht auf mathematische Algorithmen, sondern auf heuristisches Expertenwissen zurückgegriffen [BWB05, S. 800]. Bei hinreichender Methodenkenntnis durch das bearbeitende Team einer Organisation erfolgt die Szenario-Entwicklung ohne externe Hilfe durch organisationseigene Mitarbeiter<sup>1</sup> [GTS22, S. 700]. Dem gegenüber stehen die modellbasierten Ansätze. Diese Verfahren sind streng formalisiert und basieren auf der Extrapolation historischer Daten und der Anwendung bedingter Wahrscheinlichkeiten. Die Entwicklung der Szenarien wird dabei durch externe Experten unter Verwendung komplexer Softwaretools durchgeführt [ADJ13, S. 28]. Die Entwicklung von Szenarien geschieht auf Basis von Workshops, die von methodenkundigen Experten durchgeführt werden. Diese Experten unterstützen dabei, das Erfahrungswissen der relevanten Stakeholder zu konsolidieren. Die Szenarien werden unter Nutzung von Computerprogrammen anhand ihrer inneren Konsistenz und Unterschiedlichkeit zueinander berechnet. [GTS22, S. 692]

Aus dem Anwendungsrahmen heraus können zwei grundlegende Abhängigkeiten zusammengefasst werden, die in unterschiedlicher Ausprägung in den verschiedenen Ansätzen auftreten. So besteht eine große Abhängigkeit zum einen von Experten und zum anderen von eingesetzten Tools [Mil03, S. 19]. Die Experten werden dabei, auf der eingesetzten Methode basierend, entweder auf der Anwendungs-, oder auf der Moderationsseite des Workshops, oder sogar auf beiden Seiten benötigt. Die eingesetzten Tools sind zudem entweder von Experten auf Moderationsseite zu nutzen oder in vielen Fällen nicht kostenfrei erhältlich, sondern lediglich als Beratungsleistung von externen Beratern, inklusive der Nutzung der Tools durch Unternehmen, einkaufbar [GTT22, S. 7]. Die Szenario-Technik als Methode der Zukunftsvorausschau wird dabei als Werkzeug genutzt, um Entscheidungen vorzubereiten und Strategien auf einer übergeordneten Ebene zu entwickeln [Fer22, S. 844]. Der Erfolg der Szenario-Technik ist somit nicht nur von der Güte der Ergebnisse abhängig: Vielmehr müssen die Ergebnisse der Szenario-Technik von den relevanten Stakeholder verstanden und als erklärbar angesehen werden [GTS20, S. 575]. Somit ist es notwendig, **transparent** die Herleitung der Ergebnisse auf Basis der getroffenen Annahmen und des gegebenen Inputs während der Anwendung der Szenario-Technik aufzeigen zu können.

---

<sup>1</sup> Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich auf alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform hat nur redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.

Bei der Anwendung der Szenario-Technik werden hohe Personalkapazitäten von den Entscheidungsträgern eines Unternehmens benötigt [GTS20, S. 575]. So dauert ein klassischer Szenario-Workshop inklusive Aufgaben-, Einfluss-, Konsistenz- und Szenario-Analyse drei bis fünf Arbeitstage [Rei92, S. 242]. Während die Identifikation der relevanten Akteure mit den erzeugten Ergebnissen steigt, ist die Kapazitätenbindung beispielsweise dann für Unternehmen herausfordernd, wenn die für den Szenario-Workshop benötigten Teilnehmer stark ins Tagesgeschäft eingebunden sind und diesem schwierig für einen längeren Zeitraum entzogen werden können [GST19, S. 127]. Eine **Reduktion des Anwendungsaufwands** der Szenario-Technik ist demnach notwendig, um die Beteiligung der relevanten Entscheidungsträger sicherzustellen.

Die Szenario-Technik ist als Methodenmix zu betrachten [GTS20, S. 571]. So werden in den Schritten der Einfluss-, Konsistenz und Szenario-Analysen jeweils einzelne Methoden angewandt, um zu dem definierten Zwischenergebnis je Schritt zu kommen. Die Anwendung geschieht dabei jeweils auf Basis der Ergebnisse des vorhergehenden Schrittes. Die in den vorherigen Schritten erhobenen Daten werden nicht verwendet und mögliche Synergieeffekte werden nicht genutzt. Es existieren Methoden, die verschiedene Schritte miteinander verbinden [KS08, S. 168] oder auch Datenmodelle für die Szenario-Technik [GPS17, S. 5, PG16, S. 107], in welchen die erhobenen Daten zu einem gemeinsamen Datenmodell aggregiert werden. Ein allgemeines, inhaltlich **durchgängiges Modell**, in dem alle notwendigen Schritte der Szenario-Technik modelltechnisch verbunden modelliert sind, existiert jedoch nicht.

Insgesamt ergeben sich damit folgende drei zentrale Faktoren des Forschungsziels der vorliegenden Arbeit: Transparenz, durchgängige Modellierung und Reduktion des Anwendungsaufwands. Hinsichtlich dieser Faktoren wird das Forschungsziel der vorliegenden Dissertation wie folgt formuliert:

**Die Definition einer durchgängigen, transparenten Modellierung der  
Szenario-Technik zur Reduktion des Anwendungsaufwands**

## **1.2 Wissenschaftliches Vorgehen und Aufbau der Arbeit**

Der Aufbau der vorliegenden Dissertation orientiert sich an dem durch ULRICH in „Die Betriebswirtschaftslehre als anwendungsorientierte Sozialwissenschaft“ [Ulr81, S. 1–21] formulierten Forschungsprozess. ULRICH erläutert, dass und weshalb anwendungsorientierte Wissenschaften als Sozialwissenschaften aufgefasst werden können und somit neben Grundlagenwissenschaften einen Bestand haben (vgl. Thesen 1-13 [Ulr81, S. 18–19, Ulr81, S. 10]). Auf Basis der dargelegten Thesen gibt ULRICH eine Strategie zur angewandten Forschung inklusive eines Vorgehensmodells vor [Ulr81, S. 20]. Die Strategie zur angewandten Forschung wurde erstmals durch GRÄBLER im Rahmen einer ingenieurwissenschaftlichen Dissertation genutzt. In der Dissertationsschrift wird die Argumentation geführt, weshalb das wissenschaftliche Vorgehen auch im ingenieurwissenschaftlichen Kontext Bestand hat und für Dissertationsvorhaben genutzt werden

kann [Grä00, S. 4–6]. Aufbauend auf der Erstanwendung wurde das Vorgehen in weiteren ingenieurwissenschaftlichen Dissertationen angewendet [Hof14, Wat06, Zip16].

Die vorliegende Arbeit befindet sich in der Schnittmenge zwischen betriebswissenschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Forschung, da das Anwendungsgebiet der Ergebnisse den Ingenieurwissenschaften zuzurechnen ist, ein Großteil der Autoren verwandter Literatur jedoch den Betriebswissenschaften entstammt. Bei der Entscheidung für das Vorgehen nach ULRICH wird dieses der Design Research Methodologie (DRM) von BLESSING und CHAKRABARTI [BC09] vorgezogen. So wird in der DRM die Entwicklung von Werkzeugen zur Entwicklung von Systemen (Design Support Tools) fokussiert. Für diesen Anwendungskontext ist jedoch der Forschungsprozess nach ULRICH passend, da dieser die Entwicklung eines Modells unterstützt.

Das aus dem Forschungsprozess nach ULRICH abgeleitete wissenschaftliche Vorgehen dieser Arbeit wird in Bild 2 dargestellt. Die Änderungen gegenüber dem Forschungsprozess von ULRICH bestehen dabei insbesondere im Zusammenfassen der ersten drei Schritte ULRICHS zu einem Schritt (vgl. Anhang A2). Dabei werden die Schritte an die expliziten Inhalte angepasst (grauer Kasten) und jeweils die Informationsquelle und die genutzten Werkzeuge gezeigt. Im Übergang zwischen den Schritten werden die erarbeiteten Artefakte dargestellt und den Ergebnissen die Kapitel der Arbeit zugeordnet.

Im ersten Schritt werden zunächst die **praxisrelevanten Probleme der Szenario-Technik** erfasst. Diese Probleme werden auf verschiedenen Ebenen identifiziert. Zum einen werden Probleme der Anwendung der Szenario-Technik in einschlägiger Literatur und zum anderen im Rahmen eines bilateralen Forschungsprojekt identifiziert. In dem Projekt wurden im Rahmen der Identifikation von zukunftssträchtigen Märkten in Zusammenarbeit mit der BST GmbH (ehemals BST eltromat GmbH) eine Szenario-Studie durchgeführt und die Durchführung der Szenario-Studie analysiert. Ergebnis des ersten Schritts ist das Forschungsziel, welches, aufbauend auf den Ergebnissen der Untersuchungen, in Kapitel 1 hergeleitet wird.

Aufbauend auf dem Forschungsziel wird im zweiten Schritt, der **Erfassung und Interpretation der problemrelevanten Theorien**, der Handlungsbedarf abgeleitet. Die Grundlage hierzu bietet eine Literaturrecherche nach der Methode von BRINER und DENYER [BD14] zu den etablierten Methoden der Zukunftsvorausschau. Der Handlungsbedarf spiegelt dabei die Lücke im derzeitigen Stand der Forschung wider und spannt den Rahmen der weiteren Arbeit auf.

Basierend auf dem Handlungsbedarf werden im folgenden Schritt, der **Erfassung des relevanten Anwendungszusammenhangs**, Anforderungen an den Lösungsansatz abgeleitet. Dies geschieht auf der einen Seite durch die Analyse von Fach- und Grundlagenliteratur, dargestellt im Stand der Technik, und auf der anderen Seite mittels der Erkenntnisse, die aus dem Projekt mit der BST GmbH gewonnen werden.



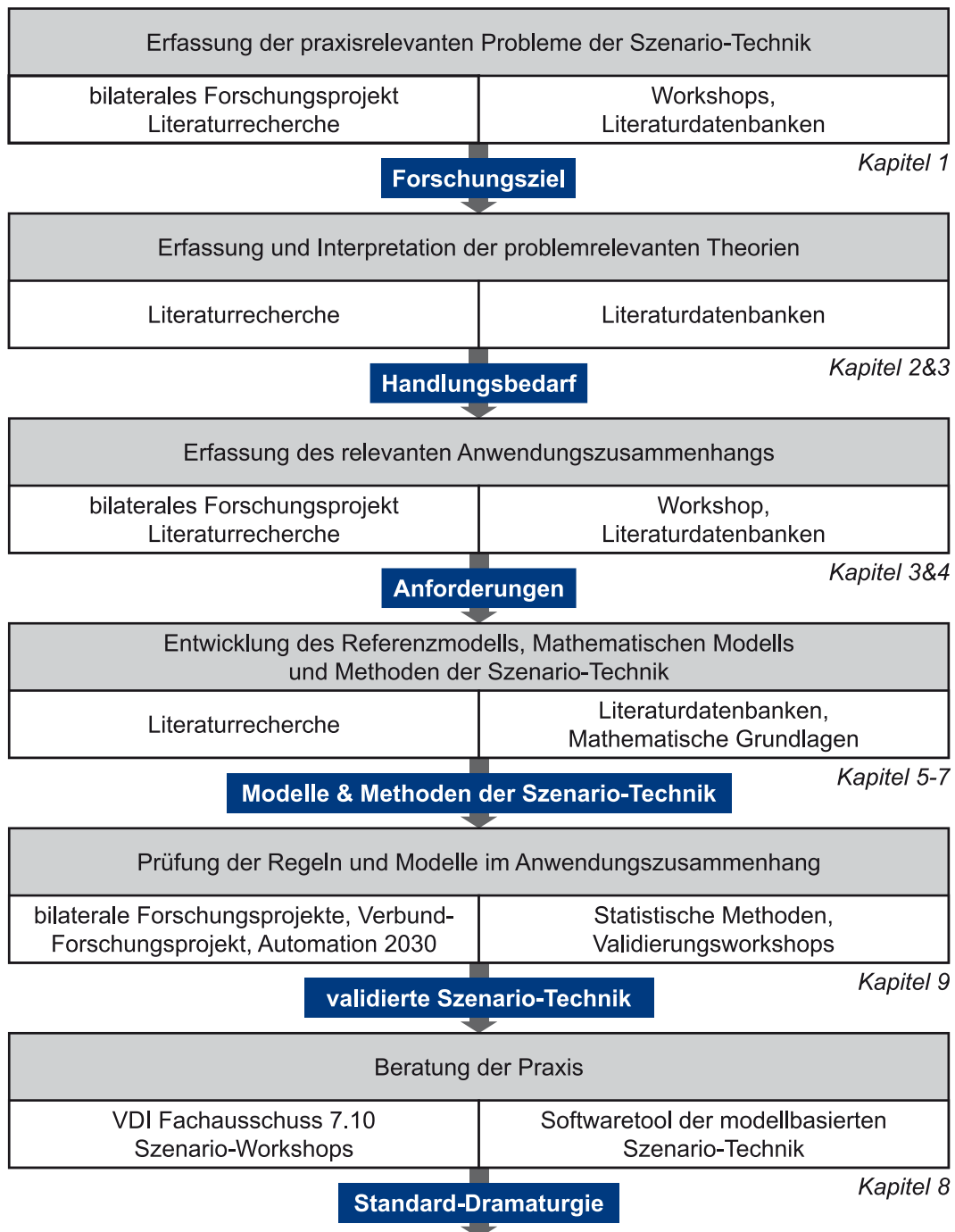


Bild 2: Wissenschaftliches Vorgehen der Dissertation (aufbauend auf [Ulr81, S. 20])

Basierend auf den formulierten Anforderungen wird der Lösungsansatz dieser Dissertation entwickelt. Die Entwicklung teilt sich dabei in drei Elemente: Zunächst wird auf Basis der zuvor identifizierten Methoden der Zukunftsvorausschau ein generisches Modell der Szenario-Technik (Referenzmodell) auf Basis des Vorgehens von KREIMEYER [Kre09] abgeleitet. Darauf aufbauend werden die der Modellierung zu Grunde liegenden Modellschritte mathematisch modelliert, um eine klare Aussage über die Verwendung der Informationen der Szenario-Technik treffen zu können. Auf Basis der mathematischen Modellierung werden abschließend verschiedene Algorithmen zur

automatisierten Berechnung von Werten der Szenario-Technik entwickelt, die zur Reduktion des Anwendungsaufwands dienen. Insgesamt werden ein **Referenzmodell, eine mathematische Modellierung und Methoden der Szenario-Technik entwickelt.**

Die entwickelten Ergebnisse werden im Rahmen der folgenden fünf Projekte validiert. Neben zwei bilateralen Forschungsprojekten mit mittelständischen Industrieunternehmen, geschah dies in dem von der Europäischen Union geförderte H-2020 Forschungsprojekt ANYWHERE (EnhANCing emergencY management and response to extreme WeatHER and climate Events), einem Szenario-Workshop zur Ableitung von Szenarien für die Automatisierungstechnik im Jahr 2030, unter Leitung des Beirats der Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik des VDI e.V., einem Szenario-Workshop im Rahmen des Executive MBA an der RWTH Aachen und verschiedenen Szenario-Projekten im Rahmen der Mastervorlesung Produktentstehung 1 der Universität Paderborn. Durch die Zuordnung der Projekte zu den gestellten Anforderungen konnten so die **Regeln und Methoden im Anwendungszusammenhang geprüft** werden.

Die **Beratung der Praxis** geschieht nachfolgend über die Anwendung der entwickelten Modelle und Methoden in bilateralen Forschungsprojekten des Lehrstuhls und in der Gremienarbeit. So wird geplant, die modellbasierte Szenario-Technik als Werkzeug in die VDI-Richtlinie 2205 „Entwicklung und Planung hybrider Leistungsbündel“ des VDI-Fachausschusses 3.12 einzubringen und Szenario-Workshops als Leitungsangebot für die industrielle Praxis anzubieten. Dazu stehen die entwickelte Standarddramaturgie und das Softwaretool der modellbasierten Szenario-Technik zur Verfügung.

## 2 Grundlagen

Zur Schaffung eines im Rahmen dieser Arbeit eindeutigen Begriffsverständnisses werden in diesem Kapitel zentrale Begriffe definiert.

### 2.1 Zukunftsvorausschau

Die Zukunftsvorausschau, in dieser Arbeit synonym auch Vorausschau, stellt einen Unterbereich der strategischen Planung dar und beschäftigt sich mit dem Blick in die Zukunft. Dabei ist die Zukunftsvorausschau insbesondere von der Zukunftsvorhersage zu unterscheiden. Während mit beiden Methoden ein Blick in die Zukunft geworfen wird, unterscheiden sie sich grundlegend im Ansatz [FS16, S. 12–15]:

- In der **Zukunftsvorhersage** wird versucht, ein möglichst genaues und wahrscheinliches Bild der Zukunft zu bestimmen.
- In der **Zukunftsvorausschau** werden verschiedene, gleichsam mögliche und machbare Bilder der Zukunft abgeleitet, ohne dass vordergründig die Eintrittswahrscheinlichkeit betrachtet wurde.

Insbesondere die Zukunftsvorausschau wird im unternehmerischen Kontext eingesetzt, da hiermit Aussagen über den Zeitraum der Planbarkeit hinaus getroffen werden können [FS16, S. 16]. Im Bereich der Zukunftsvorausschau existiert eine Vielzahl von Ansätzen, Methoden, Vorgehens- und Prozessmodellen. Zeitlich kann diese Vielzahl in verschiedene Strömungen eingeordnet werden. KRYSTEK und MÜLLER-STEWENS [KM92, S. 16–26] geben hierzu vier verschiedene Generationen an:

- 1. Generation (1970–75)  
Frühwarnung – Kennzahlen, ermittelt durch Extrapolation
- 2. Generation (1975–80)  
Operative Früherkennung – Indikatoren für Chancen und Risiken
- 3. Generation (1980–90)  
Strategische Früherkennung – Potenziale und Risiken durch schwache Signale
- 4. Generation (1990 bis jetzt)  
Strategische Vorausschau – integrative Ansätze und vernetztes Denken zur Ermittlung potenzieller Chancen und Risiken

Neben der zeitlichen Einordnung können die Methoden der Zukunftsvorausschau qualitativ geordnet werden. Hierzu definiert PILLKAHN fünf verschiedene Kategorien von Methoden: Causal logic, Zeitreihen, Gesetze und Theorien, Fantasy und Shaping [Pil08, S. 186]. Während Methoden dieser Kategorien einen Blick in die Zukunft erlauben,

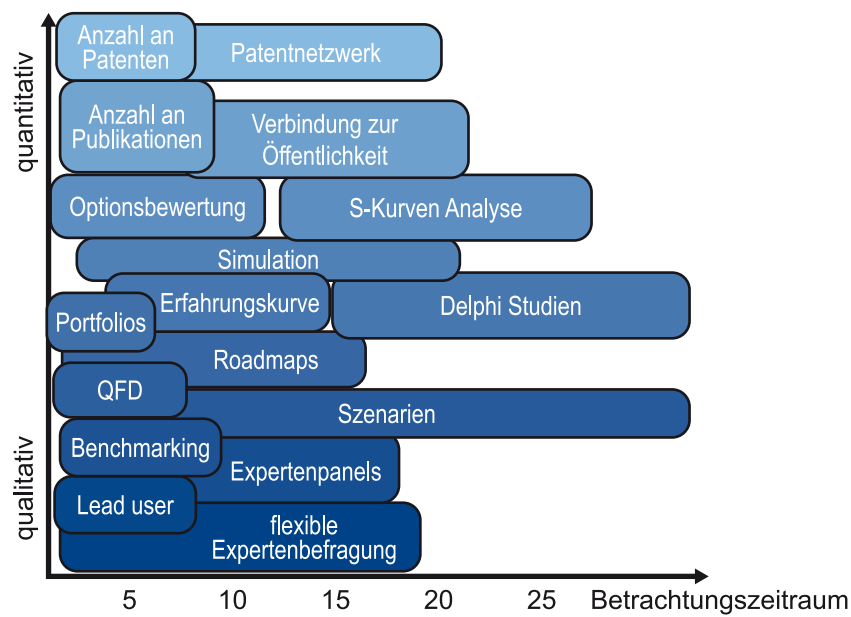
werden zudem Methoden, die die Gegenwart analysieren [Pil08, S. 194] und Methoden der Meinungsfindung [Pil08, S. 194] als Methoden der Zukunftsvorausschau genutzt.

Basierend auf diesen Klassifikationen lassen sich über 5000 Anwendungen von Methoden der Zukunftsvorausschau in der Literatur [GTS20, S. 571] identifizieren. Die in jeder Kategorie am häufigsten genutzte Methode ist dabei jeweils fett geschrieben. Die Szenario-Technik, als Mischung von Methoden verschiedener Kategorien, ist in dieser Tabelle daher nicht enthalten.

*Tabelle 1: Liste der am häufigsten genutzten Methoden der Zukunftsvorausschau (übersetzt aus [GTS20, S. 571])*

Kategorie der Methode		Methode
Blick in die Zukunft	<b>Causal logic</b>	direkte Berechnungen, <b>Simulationen</b>
	<b>Zeitreihen</b>	Indikatoren, Scanning, <b>Trend Extrapolation</b>
	<b>Gesetze &amp; Theorien</b>	Wirtschaftszyklen, historische Analogien, <b>Schlüsseltechnologien</b> , Lebenszyklusanalyse, Megatrendanalyse, Wiederholungen, Roadmaps, S-Kurven-Analysen, Theorien, schwache Signale
	<b>Fantasy</b>	<b>Brainstorming</b> , Delphi-Studien, Aufsätze, Fantasie, Genieprognose, Intuition, Rollenspiel/ Schauspiel, Szenarioschreiben, Science-Fiction, Expertenbefragung
	<b>Shaping</b>	Backcasting, <b>Zukunftskonferenz/ -workshop</b> , Schlussfolgerungen, Planungszelle, Roadmaps
<b>Methoden zur Analyse der Gegenwart</b>		Analyse der öffentlichen Meinung, Benchmarking, Cross-Impact-Analyse, Entscheidungsmatrix, Erfahrungskurven, Analyse des Unternehmensumfelds, <b>Literaturanalyse</b> , Verbindung zur Öffentlichkeit, Lead User, Mind-Mapping, Netzplantechnik, Bibliometrie, Optionsbewertung, Patentanalyse (Anzahl der Patente, Patentnetzwerk), Portfolios, Strukturanalyse, SWOT-Analyse, Technologie-Portfolio-Analyse, Literaturüberprüfung
<b>Methoden der Meinungsfindung</b>		Bürgerpanels, Delphi-Methode, Entscheidungsmatrix, Expertenmeinung, <b>Expertenpanels</b> , flexible Expertenbefragung, Spiel- und Entscheidungstheorie, Gruppenmeinung, Interview, Intuition, Mind-Mapping, Multikriterienanalyse, Befragung/ Abstimmung, Fragebogen, Ranking, Relevanzbaum, Stakeholder Mapping

Für jede Kategorie unterscheiden sich dabei insbesondere der Anwendungsbereich, der Input und die Art der Ergebnisse der Methode. So kann für einen Teil der Methoden aus Tabelle 1 beispielsweise der Betrachtungszeitraum und die Art des Ergebnisses (von qualitativ bis quantitativ) gegenübergestellt werden (vgl. Bild 3).



*Bild 3: Beispielhafte Methoden der Vorausschau  
(übersetzt aus [GTS20, S. 572], aufbauend auf ([Lic05], Bild 2))*

Insgesamt lassen sich die Methoden der Zukunftsvorausschau nach 17 Kriterien bewerten, sukzessive auswählen und in die Gruppen *Umgebung der Zukunft*, *Input* und *Methodische Aspekte* einordnen [GTS20]. In Tabelle 2 ist die Bewertung der Kategorien aus Tabelle 1 anhand der 17 identifizierten Kriterien gegeben. Die Tabelle bietet damit eine vollständige Gegenüberstellung der existierenden Methoden der Zukunftsvorausschau und kann darüber hinaus als Auswahlwerkzeug zur Identifikation einer einzusetzenden Methode im praktischen Kontext dienen. [GTS20, S. 574]

Tabelle 2: Bewertung repräsentativer Kategorien der Zukunftsvorausschau (übersetzt aus [GTS20, S. 574])

	Kriterium	Causal Logic	Zeitreihen	Gesetze & Theorien	Fantasie	Shaping	Mischung	Gegenwart	Meinungsfindung
Umgebung der Zukunft	Beispiele	Berechnung, Simulation	Trend Extrapolation	Theorien/ Analogien	Delphi Studien, Brainstorming	Roadmap	Szenarien	Patent, Analyse	Expertenmeinung
	Beobachtungsfeld	spezifisch	spezifisch	spezifisch bis allgemein	allgemein	spezifisch	spezifisch bis allgemein	spezifisch	allgemein
	Zeithorizont	kurz bis mittel	kurz bis mittel	kurz bis mittel	mittel bis lang	kurz bis mittel	mittel bis lang	kurz und mittel	alle
	Geschwindigkeit	schnell, langsam	mittel	alle	langsam, disruptiv	langsam	langsam, disruptiv	langsam	langsam
	Änderungen	fokussiert	fokussiert	konstant, (un-)fokussiert	unfokussiert, chaotisch	(un-)fokussiert	(un-)fokussiert, chaotisch	konstante, fokussierte Änderungen	unfokussiert Änderungen, chaotisch
	Turbulenzen	wiederkehrend, ausdehnend	wiederkehrend, ausdehnend, ändernd	wiederkehrend, ausdehnend, ändernd	wiederkehrend, ausdehnend, ändernd, überraschend	wiederkehrend, ausdehnend	wiederkehrend, ausdehnend, ändernd	wiederkehrend	wiederkehrend, ausdehnend, ändernd
Input	Unsicherheit	Überraschung, frei	Überraschung, frei	Alternativen, Bandbreite von verschiedenen Alternativen	Bandbreite von verschiedenen Alternativen, Unsicherheit	Unsicherheit	Bandbreite von verschiedenen Alternativen, Unsicherheit	Unsicherheit	Bandbreite von verschiedenen Alternativen, Unsicherheit
	Art	quantitativ	überwiegend, quantitativ	überwiegend bis größtenteils qualitativ	qualitativ	überwiegend qualitativ	größtenteils qualitativ	quantitativ	qualitativ
	Menge	sehr hoch	hoch	mittel	mittel bis niedrig	mittel, niedrig	mittel	hoch	mittel bis niedrig
	Wissen	Wissen, fundierte Meinung	Fundierte Meinung, Annahmen	Wissen, Annahmen	Spekulationen	Annahmen	Annahmen	Wissen	Annahmen
Methodische Aspekte	Orientierung	Fokus auf Vergangenheit	Fokus auf Vergangenheit	allgemein gültig	Fokus auf die Zukunft	Fokus auf Zukunft	Fokus auf Zukunft	Fokus auf Gegenwart	alle
	Zweck	überwiegend fallspezifisch	überwiegend fallspezifisch	fallspezifisch	fallspezifisch bis regelmäßig	fallspezifisch	fallspezifisch bis regelmäßig	regelmäßig	egal
	Methodisches Vorgehen	ergebnisorientiert	ergebnisorientiert	prozessorientiert	prozessorientiert	ergebnisorientiert	ergebnis- und prozessorientiert	ergebnisorientiert	prozessorientiert
	Aufwand	hoch	mittel bis hoch	(mittel bis) niedrig	mittel bis niedrig	hoch	mittel bis hoch	mittel	mittel
	Team	extern	extern	extern und intern	intern (und extern)	intern	intern und extern	intern	Experten
	Tools	rechnergestützt	rechnergestützt	Workshop, (Literaturanalyse)	Workshop	Workshop	rechnergestützt, Workshop	Nachforschungen	Workshop
	Kriterien	Modelle	Statistiken	Analogien, aktuelle Trends	Innere Logik	Machbarkeit	innere Konsistenz, Relevanz, Wahrscheinlichkeit	diverse	innere Logik
	Output	numerische Werte	numerische Werte	narrative Szenarien	narrative Szenarien	Strategien	Szenarien	Zukunftstechnologien	Bewertungen

## 2.2 Produktentstehung

Der Produktentstehungsprozess umfasst alle Aufgaben der Planung, Entwicklung und Realisierung von Produkten. Ausgehend von den Anstößen Technology Push, Market Pull oder Blue Ocean Strategy besteht das Handlungsfeld der Produktentstehung aus der Strategischen Planung und Innovationsmanagement, dem Systems Engineering und Entwicklungsmanagement, der Realisierung und Produktionsmanagement sowie der zugehörigen Digitalen und Virtuellen Produktentstehung (vgl. Bild 4).

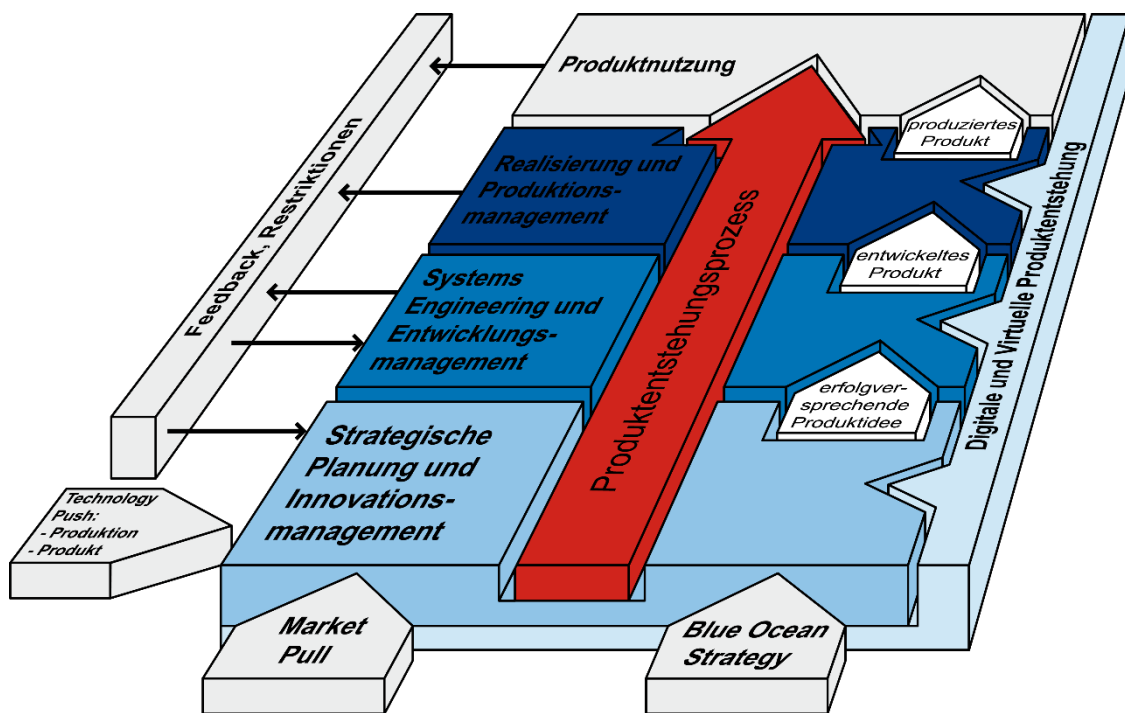


Bild 4: Handlungsfeld der Produktentstehung (aufbauend auf [Grä15, S. 168])

Zwischen den Feldern werden dabei jeweils Artefakte übergeben. So liegt im Übergang zwischen der Strategischen Planung und dem Innovationsmanagement hin zum Systems Engineering und dem Entwicklungsmanagement die erfolgsversprechende Produktidee [Grä15, S. 168]. Innerhalb der strategischen Planung dient die Szenario-Technik als Werkzeug, um Suchfelder für neue Produktideen festzulegen. Durch die Verbindung der Vorausschau mit dem Systems Engineering kann insbesondere in den frühen Phasen der Produktentwicklung ein Mehrwert geschaffen werden [Mar21, S. 73–75]. Die Szenario-Technik stellt einen Baustein des Produktentstehungssystems dar (Bild 5) [GP22, S. 8].



Bild 5: Produktentstehungssystem (übersetzt aus [GP22, S. 8])

## 2.3 Mathematische Grundlagen

### 2.3.1 Abbildungen, Vektorräume und Normen

Die Relationen zwischen mathematischen Objekten werden durch Funktionen oder Abbildungen beschrieben. Die grundlegende Idee ist es, ein Objekt einem anderen Objekt zuzuweisen. Dabei existieren verschiedene Möglichkeiten, eine solche Abbildung zu formulieren. Im Rahmen dieser Arbeit werden verschiedene, äquivalente Notationen gewählt. So lässt sich im Allgemeinen eine Abbildung wie folgt schreiben:

$$f: A \rightarrow B, x \mapsto y$$

Dabei wird  $A$  als Definitionsmenge und  $B$  als Zielmenge bezeichnet und  $x$  als Element der Definitionsmenge  $A$  genau einem Element  $y$  der Zielmenge  $B$  zugeordnet. Die Zuweisung des Funktionswertes lässt sich dabei auf verschiedene, äquivalente Weisen schreiben:

$$f(x) = y, x \in A \quad \text{und} \quad x \mapsto y, x \in A.$$

Wenn die Zielmenge einer Funktion die Definitionsmenge einer weiteren Funktion ist, können diese beiden Funktionen verkettet werden. Sei zum Beispiel die erste Funktion  $f: A \rightarrow B$  und die zweite Funktion  $g: B \rightarrow C$ , dann kann die Verkettung geschrieben werden als:

$$f \circ g: A \rightarrow C, x \mapsto (f \circ g)(x) = g(f(x)).$$

Diagramme bezeichnen nun die Abbildung zwischen verschiedenen Mengen, wobei die Abbildung zwischen zwei Mengen die einfachste Form darstellt. In der Notation wird die Abbildung als Pfeil zwischen den Mengen dargestellt und der Name der Funktion ober- oder unterhalb des Pfeils geschrieben:

$$A \xrightarrow{f} B.$$



Die Verkettung von Abbildungen kann beliebig komplex sein und beliebig viele Abbildungen miteinander verknüpfen. Wenn es für ein Diagramm unerheblich ist, welcher Weg gegangen wird, wird dieses Diagramm ein kommutatives Diagramm genannt. So ist beispielsweise das folgende Diagramm kommutativ, da  $f = g_1 \circ g_2 \circ g_3$ :

$$\begin{array}{ccc} A & \xrightarrow{f} & D \\ g_1 \downarrow & & \uparrow g_3 \\ B & \xrightarrow{g_2} & C \end{array}$$

Insgesamt kann die Definitionsmenge einer Abbildung von beliebiger Form sein. Reelle Funktionen sind beispielsweise solche, deren Definitions- und Zielmenge die reellen Zahlen  $\mathbb{R}$  sind. Eine Funktion, deren Definitionsmenge die natürlichen Zahlen  $\mathbb{N}$  sind, wird eine Folge genannt.

Der primäre Unterschied zwischen den abstrakten Mengen  $A, B$  und  $C$  und den reellen bzw. natürlichen Zahlen ist, dass reelle bzw. natürliche Zahlen jeweils Mengen mit einer Struktur, sogenannte Räume, sind. Anhand dieser Struktur lassen sich verschiedene Räume beschreiben und klassifizieren. So können beispielsweise in metrischen Räumen Abstände zwischen zwei beliebigen Objekten des Raumes definiert werden. Räume, in denen darüber hinaus Aussagen über Winkel getroffen werden können, sind Hilberträume. Ein einfaches Beispiel für einen Hilbertraum ist der Koordinatenraum  $\mathbb{R}^n$ .

Ein zentraler Raum der algebraischen Mathematik ist der Vektorraum, dessen Struktur die Vektoraddition und die Skalarmultiplikation kennt. Ein Beispiel eines solchen Vektorraumes ist beispielsweise der  $\mathbb{R}^2$ . Für zwei Elemente  $x = (x_1, x_2)$  und  $y = (y_1, y_2)$  ist die Vektoraddition  $+$  definiert als die Summe der einzelnen Koordinaten  $x + y = (x_1 + y_1, x_2 + y_2)$  und die Skalarmultiplikation für einen Skalar  $\alpha \in \mathbb{R}$  als  $\alpha \cdot x = (\alpha x_1, \alpha x_2)$ . Während Vektorräume, wie die Koordinatenräume, noch einfach vorstellbar sind, existieren auch Vektorräume mit komplexeren Elementen. Als Beispiel ist hier der Folgenraum zu nennen. Ein jeder Punkt eines Folgenraumes ist eine Folge. Eine Menge an Folgen  $V$  ist genau dann ein Folgenraum, wenn für zwei beliebige Elemente  $x_n$  und  $y_n$  aus  $V$  und einen Skalar  $\alpha \in \mathbb{R}$  gilt, dass

$$(1) \ x_n + y_n = (x_1 + y_1, x_2 + y_2, x_3 + y_3, \dots) \in V \text{ und}$$

$$(2) \ \alpha \cdot x_n = (\alpha \cdot x_1, \alpha \cdot x_2, \dots) \in V.$$

Ein Konzept des Abstandes zweier Punkte in einem Vektorraum wird über die Norm gelöst. Das bekannteste Beispiel für eine Norm ist die euklidische Norm, die den Abstand eines Punktes im  $\mathbb{R}^n$  veranschaulicht und definiert ist als  $\|(x)\| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}$ .

---

<sup>1</sup> Für einen Hilbertraum muss darüber hinaus der Raum vollständig bezüglich der durch das Skalarprodukt induzierten Norm sein.

Im Allgemeinen ist eine Norm definiert als Abbildung  $\|\cdot\|$  auf einem Vektorraum  $V$  in die positiven reellen Zahlen mit null  $\mathbb{R}_0^+$ , also  $\|\cdot\|: V \rightarrow \mathbb{R}_0^+, x \mapsto \|x\|$ . Die Abbildung muss die folgenden drei Axiome für die Vektoren  $x$  und  $y$  und den Skalar  $\alpha$  erfüllen:

- 1) Definitheit:  $\|x\| = 0 \Rightarrow x = 0$

Wenn die Norm eines Vektors null ist, muss der Vektor selbst schon der Nullvektor gewesen sein.

- 2) Absolute Homogenität:  $\|\alpha \cdot x\| = |\alpha| \cdot \|x\|$

Die Norm des Vielfachen eines Vektors ist dasselbe wie das Vielfache des Betrags einer Norm eines Vektors.

- 3) Die Dreiecksungleichung:  $\|x + y\| \leq \|x\| + \|y\|$

Die Norm der Addition von  $x$  und  $y$  ist kleiner gleich der Addition der Einzelnormen von  $x$  und  $y$ .

Jede Norm  $\|\cdot\|$  induziert auf einem Vektorraum eine Metrik  $d$ , die für zwei Vektoren  $x$  und  $y$  definiert ist als  $d(x, y) = \|x - y\|$ . Diese Metrik  $d$  kann als Abstandsdefinition genutzt werden. Anschaulich wird dies mit der euklidischen Norm im zweidimensionalen Koordinatenraum. Man betrachte hierzu das Beispiel in Bild 6 für die Vektoren  $x = (4, 1)$  und  $y = (2, 3)$ . Der Abstand  $d(x, y)$  ist grafisch leicht als  $2 \cdot \sqrt{2}$  erkennbar.

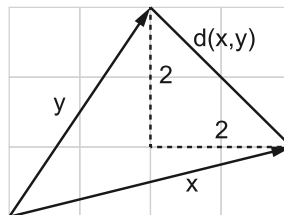


Bild 6: Darstellung der Metrik  $d$  im  $\mathbb{R}^2$  (eigene Darstellung)

Rechnerisch ergibt sich derselbe Wert, denn

$$d(x, y) = \|x - y\| = \sqrt{(4 - 2)^2 + (1 - 3)^2} = \sqrt{2^2 + 2^2} = \sqrt{4 \cdot 2} = 2\sqrt{2}.$$

### 2.3.2 Mehrzieloptimierung

Das Lösen eines Optimierungsproblems mit mehreren, sich unter Umständen widersprechenden Zielen, ist keine triviale Aufgabe. Anschaulich kann dies für das Beispiel eines Autokaufs unter den Kriterien „niedriger Kaufpreis“ und „hohe Anzahl an Sitzplätzen“ veranschaulicht werden. Bei der Auswahl zwischen einem viersitzigen Auto für 20.000 € und einem siebensitzigen Auto für 40.000 € ist keines der beiden Fahrzeuge in beiden Kriterien besser als das jeweilige andere Fahrzeug.

So lässt sich ein mehrkriterielles Optimierungsproblem der folgenden Form definieren:

$\min f(x)$  u. d. B  $x \in X$ , sprich minimiere  $f(x)$  unter der Bedingung, dass  $x$  aus der Menge  $X$  ist.

Hier sei  $f(x)$  die zu minimierende Zielfunktion der Form  $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^p$  mehrdimensional. Das Bild aller zulässigen Punkte  $X$  unter der Zielfunktion sei definiert als  $Y := f(X)$ . Zuletzt sei eine Ordnungsrelation zu definieren, explizit eine Quasiordnung, um zwei Zielfunktionswerte miteinander vergleichen zu können. So kann die Relation  $\leq$  auf dem  $\mathbb{R}^p$  gewählt werden. So sei für  $y^1, y^2 \in \mathbb{R}^p$  die Aussage  $y^1 \leq y^2$  wahr, falls komponentenweise gilt, dass  $y_i^1 \leq y_i^2$  für  $i = 1 \dots p$ .

In Bezug auf das Optimierungsproblem lassen sich nun verschiedene Arten von Lösungen definieren. Zunächst wird jedes  $x \in X$  zulässige Lösung genannt. Eine zulässige Lösung  $x^*$  des Optimierungsproblems sei optimal, falls sich kein  $x' \in X$  derart finden lässt, dass  $f(x') \leq f(x^*)$ . Insbesondere ist  $f(x')$  nicht dominiert durch ein weiteres  $f(x)$ . Die Menge aller optimalen Lösungen sei nun  $X_E = \{x \in X \mid \nexists x' \in X \text{ mit } f(x') \leq f(x)\}$ . Für einen Punkt der Menge  $X_E$  lässt sich die Verbesserung in einer Teilfunktion nur durch die Verschlechterung in einer anderen Teilfunktion gewährleisten.

Für  $p \leq 3$  lassen sich die beschriebenen Mengen im drei-dimensionalen Raum grafisch darstellen und analysieren. In Bild 7 sei das Bild aller zulässigen Punkte unter einer Zielfunktion jeweils in Vollfarbe dargestellt. Die optimale Menge aus den zulässigen Punkten ist darüber hinaus orange gekennzeichnet. Die schraffierte Fläche stellt die Menge der Punkte dar, die durch die optimale Menge dominiert werden. In gepunktet sei die Menge aller dominierenden Punkte für eine optimale Lösung  $x^*$  gegeben. [Ehr05]

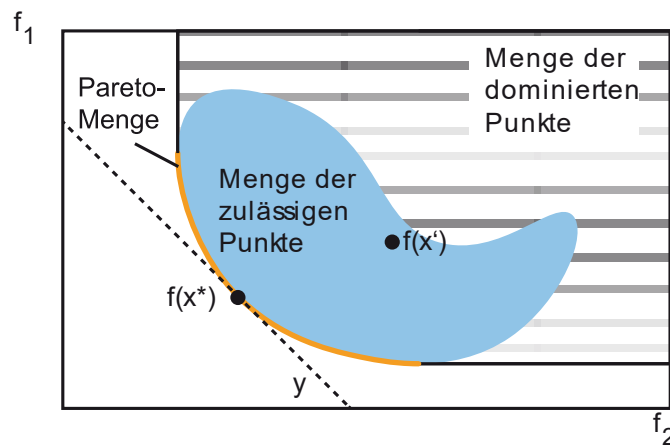


Bild 7: Schematische Darstellung der Pareto-Menge (aufbauend auf [Ehr05, S. 27])

Neben einer grafischen Lösung kann das Optimierungsproblem ebenfalls rechnerisch gelöst werden. Durch die Methode der gewichteten Summe wird das Einzielpunktproblem  $\min_{x \in X} \sum_{k=1}^p \lambda_k f_k(x)$  für verschiedene  $\lambda \in \mathbb{R}^p$  minimiert. Für ein fixes  $\lambda$  gibt die Menge  $\{y \in \mathbb{R}^p \mid \langle \lambda, y \rangle = c\}$  eine Familie an parallelen Geraden wieder. Für den kleinsten Wert  $c$ , für welchen sich ein  $y \in Y$  finden lässt, so dass die Bedingung der Menge gilt, bildet  $g: \langle \lambda, y \rangle = c$  eine Tangente an das Bild der zulässigen Menge, wobei der Schnittpunkt  $y^*$  folglich einen Punkt der optimalen Menge bildet. Über die Variation des Vektors und die sukzessive Minimierung lässt sich die Menge aller optimalen Punkte berechnen. Während die Methode der gewichteten Summe mit relativ geringem Anwendungsaufwand imple-

mentiert werden kann, ist die gesamte Pareto-Menge lediglich für konvexe Pareto-Mengen berechenbar.

Ebenso weit verbreitet, wie die Methode der gewichteten Summe ist die  $\epsilon$ -constraint Methode, mit der auch nicht-konvexe Pareto-Mengen vollständig berechnet werden können. In diesem Fall werden die Zielfunktionen einzeln minimiert und die jeweils restlichen Funktionen als Nebenbedingungen aufgefasst. Somit ergibt sich:  $\min_{x \in X} f_j$  u.d.B.  $f_k(x) \leq \epsilon_k, j = 1 \dots p, j \neq k$ . Mit dieser Methode lassen sich effizient und zuverlässig die Lösungsmenge für nicht-konvexe Zielmenge berechnen. Insbesondere eine Kombination mit Branch-and-Cut liefert schnell genaue Ergebnisse [BGP09]. Darüber hinaus gibt es viele weitere Ansätze, zum Beispiel über evolutionäre Algorithmen, wie dem NSGA-II, die unter deutlich größerem Aufwand aussagekräftige Ergebnisse liefern. [DPA02]

### **3 Stand der Technik und Forschung**

Aufbauend auf den in Kapitel 2 dargestellten Grundlagen werden in diesem Kapitel Ansätze zur Szenario-Technik sowie Anwendung der Methoden der Szenario-Technik dargestellt (Kapitel 3.1). Dazu werden zunächst Vorgehensmodelle der verschiedenen Schulen der Szenario-Technik (Kapitel 3.2) und darauf aufbauend verschiedene (Teil-) Methoden der Szenario-Technik (Kapitel 3.3) analysiert. Auf den jeweiligen Analysen des Stands der Technik aufbauend, wird eine Forschungslücke abgeleitet (Kapitel 3.4).

#### **3.1 Szenario-Technik**

Bevor auf die Inhalte der Szenario-Technik eingegangen wird (Kapitel 3.1.2), sind zunächst die Begriffe und Synonyme der Szenario-Technik im Geltungsrahmen dieser Arbeit voneinander abzugrenzen (Kapitel 3.1.1). Somit wird insbesondere für die Ableitung der durchgängigen Modellierung ein eindeutiges Begriffsverständnis der Begriffe der Szenario-Technik geschaffen.

##### **3.1.1 Begriffsverständnis der Szenario-Technik**

Wie in Kapitel 2.1 dargestellt ist die Betrachtung und Ableitung von Szenarien eine Methode der Zukunftsvorausschau. Im Kontext der Arbeit mit Szenarien werden verschiedene Begriffe synonym genutzt. Insbesondere sind dies Szenario Methode, Szenario Methodik, Szenario Ansatz, Szenario-Technik, Szenario Prozess und Szenario Planung, beziehungsweise im Englischen scenario method, , scenario approach, scenario technique, scenario process und scenario planning, wobei in jedem englischen Fall anstatt scenario auch scenario planning genutzt werden kann.

Eine Recherche in der Veröffentlichungsdatenbank Science Direct, die die relevanten Journals der Vorausschau und der Ingenieurwissenschaften führt, zeigt die Vielfalt der verwendeten Begriffe (vgl. Tabelle 3). Die Begriffe wurden im Englischen sowohl mit dem Begriff „planning“ als auch ohne gesucht. Zusätzlich wurden die Begriffe sowohl im Volltext als auch ausschließlich in Titeln, Abstracts und Keywords der Publikationen in Science Direct gesucht.

*Tabelle 3: Vorkommen verschiedener Ansätze zur Ableitung von Szenarien in der Veröffentlichungsdatenbank Science Direct, Stand: 6. August 2022*

Term	ohne planning; Volltextsuche	mit planning; Volltextsuche	ohne planning; Titel, Abstract oder Keywords	mit planning; Titel, Abstract oder Keywords
"scenario method"	2428	135	415	17
"scenario approach"	3221	241	354	24
"scenario technique"	1081	96	79	11
"scenario process"	1128	240	69	35
"scenario planning"	0	4327	0	573

Die jeweiligen Begriffe werden dabei sowohl synonym als auch von Autoren jeweils unterschiedlich genutzt. Die Definitionen der vorliegenden Arbeit orientieren sich insbesondere am Verständnis der Übersichtstudie von AMER ET AL. [ADJ13] und den von ihnen referenzierten Beschreibungen. Da AMER ET AL. nicht die Prozessebene referenzieren, wird hierfür auf DO PRADO LEITE [dHD00] zurückgegriffen:

- Die **Szenario-Planung** ist eine Teildisziplin des strategischen Managements und der (Unternehmens-)Vorausschau (Corporate Foresight), die Szenarien zur Entscheidungsfindung und -vorbereitung einsetzt [ADJ13] nach [CL01, S. 8].
- Die **Szenario-Technik** ist die zugrundeliegende Technik der Herleitung von Szenarien, einschließlich des Rahmens, der Methode und der Anwendungsparameter [ADJ13].
- Die **Szenario-Methode** ist die explizite Methode zur Definition von Szenarien, die in der angewendeten Szenario-Technik genutzt wird [ADJ13].
- Der **Szenario-Prozess** ist der Prozess der Herleitung von Szenarien und beschreibt die Methoden in Form von klaren Schritten, Inputs und Outputs der Schritte [dHD00].
- Das **Szenario-Prozessmodell** ist die Darstellung des Szenario-Prozesses in einem spezifischen, oft graphischem Modell [dHD00].

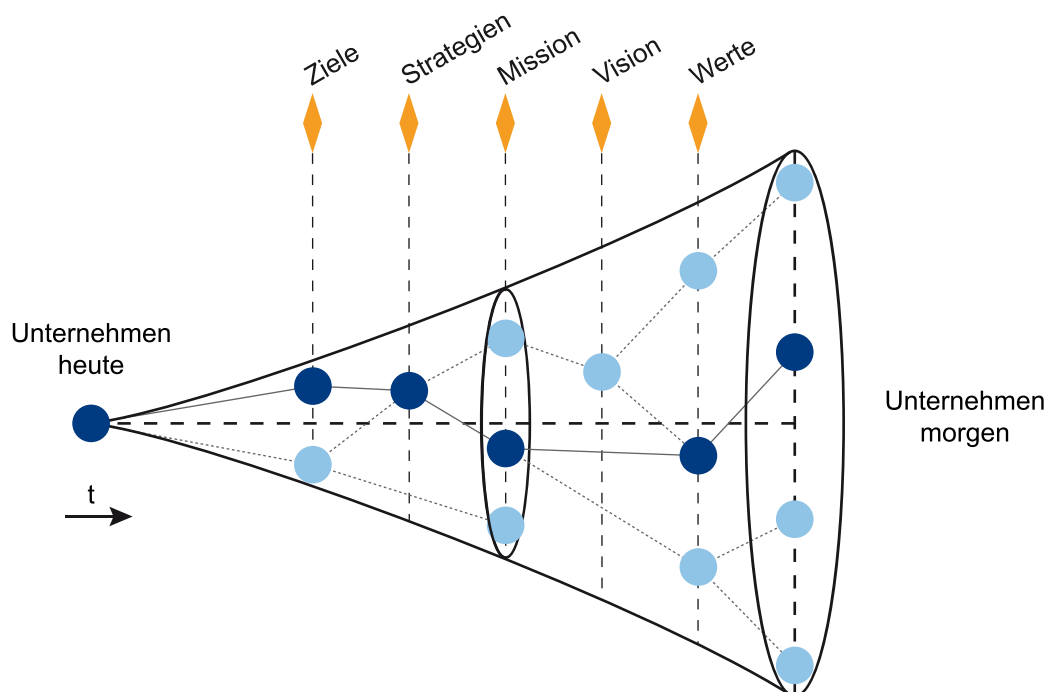
Insbesondere im Deutschen werden Szenario-Planung und Szenario-Technik oft gleichgesetzt. In der vorliegenden Arbeit wird für ein eindeutiges Verständnis der Begriff Szenario-Technik genutzt.

### 3.1.2 Grundlagen der Szenario-Technik

Beim Arbeiten mit Szenarien wird nicht davon ausgegangen, dass lediglich ein eindeutiger Zustand der Zukunft existiert. Vielmehr wird angenommen, dass verschiedene Zukünfte mit sich bedingenden Einflussfaktoren existieren. Beim Denken in Szenarien werden somit zwei Denkweisen angewandt: das vernetzte Denken und die multiple Zukunft [GFS96, S. 85]:

- Das **vernetzte Denken** beruht auf der Grundannahme, dass bei der Analyse der Unternehmenssituation die Einflussfaktoren nicht einzeln betrachtet werden können, sondern sich wechselseitig beeinflussen. So ist das Unternehmen sowohl von der Vielfalt der Tätigkeiten als auch von der Dynamik der Umwelt geprägt.
- Eine exakte Vorhersage der Zukunft ist schwierig, wenn nicht sogar unmöglich, weshalb verschiedene Zukünfte betrachtet werden: die **multiple Zukunft**. Durch das bewusste Denken des Udenkbaren wird durch möglichst verschieden extreme, jedoch denkbare Möglichkeiten die Kreativität der Vorausschau angeregt.

Die Grundidee der Szenario-Technik kann durch den Szenario-Trichter (vgl. Bild 8) von REIBNITZ symbolisiert werden [Rei92, S. 27]. Während die eigene Situation und der aktuelle Zustand der beeinflussenden Umfeldfaktoren weitestgehend bekannt sind, wachsen die Unsicherheit und Komplexität einer Vorausschau der Zukunft exponentiell mit fortschreitendem Zeithorizont. Dem Denken der multiplen Zukunft folgend sind für jeden Faktor verschiedene zukünftige Zustände möglich [Rei92, S. 14]. Der Querschnitt durch den Trichter zu einem Zeitpunkt stellt die Menge aller denkbaren Zustände zu diesem Zeitpunkt dar. Ein solcher Zustand ist als Szenario aufzufassen. [Rei92, S. 27]



*Bild 8: Szenario-Trichter (eigene Darstellung, nach [Rei92, S. 27] und [Pil08, S. 175])*

Disruptive Ereignisse und Entscheidungen machen eine lineare Entwicklung des tatsächlichen Zustandes unrealistisch. Die Betrachtungshorizonte von drei bis zwanzig Jahren [BWB05, S. 806] reichen damit über den Zeitraum von strategischen Zielen hinaus. Für die Erstellung von Szenarien geben MIETZNER und REGER die folgenden Kriterien vor, wobei in Summe nicht mehr als fünf Szenarien ausgewählt werden sollen [MR05, S. 233]:

- Plausibilität: Kann das Szenario eintreten?
- Unterschiedlichkeit: Sind die Szenarien strukturell unterschiedlich?
- Konsistenz: Ist das einzelne Szenario widerspruchsfrei?
- Nutzen bei der Entscheidungsfindung: Steuert das Szenario Einblicke zur Entscheidungsfindung bei?
- Herausforderung: Hinterfragt das Szenario das etablierte Wissen zur Zukunft durch das Unternehmen?

Zur Entwicklung von Szenarien sind in der Vergangenheit verschiedene Ansätze entstanden. Die Ansätze lassen sich insbesondere in die folgenden Schulen einteilen: Intuitive Logics, Probabilistic Modified Trends und La prospective (inklusive konsistenzbasierter Ansätze). [ADJ13, S. 28] Dabei bilden die konsistenzbasierten Ansätze eine Untergruppe der Methoden der „La prospective“-Schule [GTS22, S. 692] und werden nachfolgend maßgeblich als die Ansätze derselben betrachtet. Die Methoden der verschiedenen Schulen lassen sich dabei anhand verschiedener Kriterien, insbesondere dem Input und dem Output, voneinander abgrenzen. Durch die subjektiven und qualitativen Eingaben werden bei Intuitive Logics-Ansätzen qualitative Szenarien in Prosaform erzeugt. Aufgrund einer Mischung aus qualitativen, konsistenten Eingaben und quantitativen Berechnungen sind die Ergebnisse konsistenzbasierter Ansätze quantitative, konsistente Szenarien in Prosaform. Da die Eingabe für Probabilistic Modified Trends-Ansätze streng quantitativ und wahrscheinlichkeitsbasiert erfolgt, werden als Ergebnisse dieser Methoden probabilistische Grundszenarien mit oberen und unteren Grenzen bereitgestellt. [GTS22, S. 692]

### **3.2 Vorgehensmodelle der Szenario-Technik**

Wie zuvor in Kapitel 3.1 dargestellt, existiert kein einheitlicher Ansatz der Ableitung von Szenarien. Die folgende Darstellung verschiedener Vorgehensmodelle der Szenario-Technik ist daher in die zuvor genannten Schulen Intuitive Logics (Kapitel 3.2.1), Probabilistic Modified Trends (Kapitel 3.2.2) und konsistenzbasierte Ansätze (Kapitel 3.2.3) strukturiert. Darüber hinaus werden Modellierungsansätze, insbesondere mathematische Modellierungsansätze der Szenario-Technik, analysiert (Kapitel 3.2.5).



### 3.2.1 Intuitive Logics

Die Ansätze der Intuitive Logics-Schule sind historisch gesehen die ersten Ansätze der Szenario-Technik. Entwickelt wurde die Methode der Intuitive Logics durch Herman KAHN und die RAND Corporation in den 1960er Jahren. Sie fand in der militärischen Planung der USA zu Zeiten des Kalten Kriegs bis in die 1960er Jahre breite Verwendung [BWB05, S. 798]. Diese Methode gelangte durch erfolgreiche Anwendung der Shell Corporation in den Jahren 1973-74 und 1979 zu großer Bekanntheit und wird deshalb teilweise auch als der „Shell-Ansatz“ bezeichnet [Wac85b, S. 140]. [GTS22, S. 692]

Nach dem Ausscheiden aus der RAND Corporation veröffentlichte KAHN zusammen mit WIENER das Vorgehen zur Szenario-Entwicklung inklusive seiner Vorhersagen zum Jahr 2000 als Rahmenwerk [KW67]. Parallel zum Ansatz von Shell wurde in der Intuitive Logics-Schule der Ansatz von SRI International entwickelt, der durch WACK veröffentlicht wurde [Wac85a, Wac85b]. Dieser Ansatz besteht aus den folgenden acht Schritten:

- Schritt 1: Analyse der Entscheidungen und strategischen Anliegen
- Schritt 2: Identifizierung der wichtigsten Entscheidungsfaktoren
- Schritt 3: Identifizierung der wichtigsten Umweltfaktoren
- Schritt 4: Analysieren der Umweltkräfte
- Schritt 5: Festlegung von Szenario-Logiken
- Schritt 6: Ausarbeitung der Szenarien
- Schritt 7: Analyse der Implikationen für die wichtigsten Entscheidungsfaktoren
- Schritt 8: Analyse der Implikationen für Entscheidungen und Strategien

Die Erstellung der Szenarien basiert auf einer streng diskursiven Methodik, ohne die Einbeziehung quantitativer Daten [HH87, S. 22]. Dies geschieht unter Einbeziehung der Einfluss- und Umweltfaktoren. Die Ausarbeitung der Szenarien wird von externen Experten unterstützt, jedoch in großen Teilen von den Szenario-Workshop-Teilnehmern selbst durchgeführt. Dabei ist für gute Ergebnisse der Rückhalt der Moderatoren in der Organisation notwendig [HH87, S. 23].

Weitere Ansätze der Intuitive Logics sind beispielsweise durch SCHWARTZ veröffentlicht worden, der sein Vorgehensmodell iterativ auslegt [Sch96] oder durch VAN DER HEIJDEN, der die Szenario-Technik mehr als Kunstform denn als Wissenschaft auffasst [van05, S. 155]. Diese Ansätze beruhen alle auf der klassischen Vorgehensweise von Shell und der RAND Corporation. Auf diesen Ansätzen wurden wenige Weiterentwicklungen von Intuitive Logics-Ansätzen betrieben. So werden beispielsweise durch MCKAY und STOYANOVA soziologische Aspekte in die Szenario-Entwicklung integriert [MS17] oder durch DERBYSHIRE und WRIGHT die Wirkprinzipien stärker in den Fokus gerückt, um eine Überbetonung in der Betrachtung von Ursachen zu reduzieren [DW17]. Den

Methoden der Szenario-Entwicklung ist dabei überwiegend ein qualitativer und, deutlich seltener, ein quantitativer Ansatz gemein [DW17, S. 254]. Die Entwicklung der Ansätze fußt auf zwei grundlegenden Bedürfnissen bei der Szenario-Entwicklung durch Experten:

- In Gruppen zu einer belastbaren und übereinstimmenden Meinung zu gelangen und
- Zukünftige Umgebungen, die verschiedene Strategiealternativen und deren Konsequenzen erlauben, zu erstellen. [BWB05]

**Fazit:** Als Ergebnis der Methode erhalten die Anwender flexible Szenarien in qualitativer Prosa-Form, die ein von Experten zugestimmtes, stimmiges Zukunftsbild als Konsolidierung von heuristischem, unstrukturiertem Expertenwissen ergeben. Jedoch erfordert die Anwendung der Methode ein hohes Maß an Wissen, Einsatz, Glaubwürdigkeit und Kommunikationsfähigkeiten durch die Teammitglieder. Die Teammitglieder entstammen der eigenen Organisation, wodurch hohes Wissen um die Anwendung der Methode nötig ist. Gleichzeitig birgt dies die Gefahr einer eingeschränkten und voreingenommenen Sichtweise auf mögliche Entwicklungen. Externe Hilfe kann in Form von Moderatoren genutzt werden. [GTS22, S. 693]

### 3.2.2 Probabilistic Modified Trends

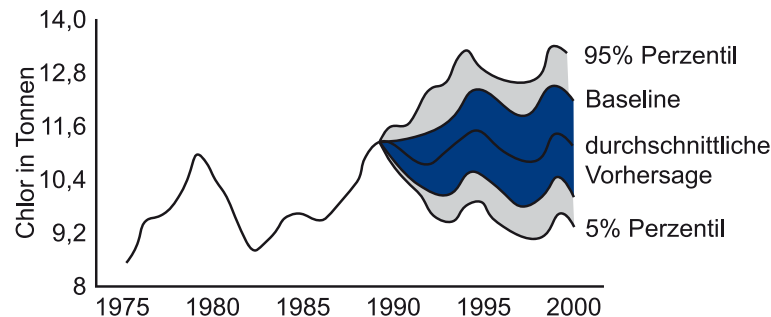
Bei den Methoden der Probabilistic Modified Trends (PMT)-Schule handelt es sich um einen probabilistischen Ansatz der Szenario-Technik. Historisch gesehen geht die PMT Schule ebenfalls auf die RAND Corporation zurück [ADJ13, S. 27]. Dabei ist der PMT-Ansatz eine Kombination zweier Methoden, namentlich der Trend Impact Analyse (TIA) und der Cross Impact Analyse (CIA) [BWB05, S. 800].

Die **TIA** ist dabei das konsequente Weiterdenken der klassischen Extrapolation. Während klassische Methoden der Zukunftsvorhersage lediglich auf Basis von historischen Datenpunkten eine Zukunft extrapolieren, werden in der TIA zusätzlich Störereignisse verwendet. So besteht die ursprüngliche Methode nach GORDON aus den folgenden 8 Schritten [GBG74]:

- Schritt 1: Auswahl des Themas und Identifikation der wichtigsten Szenario-Treiber.
- Schritt 2: Erstellen eines Szenario-Raums.
- Schritt 3: Identifikation der wichtigsten Trends und Sammeln der Zeitreihendaten.
- Schritt 4: Vorbereiten einer ersten Extrapolation.
- Schritt 5: Erstellen einer Liste von Ereignissen mit Auswirkungen.
- Schritt 6: Ermittlung der Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten von Ereignissen im Laufe der Zeit, einschließlich der Jahre bis zur ersten Auswirkung, der Jahre bis zur maximalen Auswirkung, des Niveaus der maximalen Auswirkung, der Jahre bis zum Gleichgewicht und des Niveaus des Gleichgewichts.

- Schritt 7: Ändern der Extrapolation.
- Schritt 8: Verfassen von Berichten.

Das Ergebnis ist eine Extrapolation mit jeweils oberen und unteren Grenzen und einem wahrscheinlichen Wertebereich, wie in der Nachpublikation der Methode im Jahr 1994 durch GORDON anhand der Produktion von Chlor illustriert (Bild 9):



*Bild 9: Prognose der Chlorproduktion auf den Werten von 1975 bis 1990 [Gor94a]*

In der **CIA** hingegen wird paarweise bewertet, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass der Eintritt eines Trends eine Änderung eines anderen Trends zur Folge hat [Gor94b]. Auf dieser Betrachtung aufbauend können Änderungsketten von Trends berechnet werden. Die Berechnung der a-posteriori Wahrscheinlichkeiten basiert dabei auf den grundlegenden Axiomen der Wahrscheinlichkeitsrechnung nach KOLMOGOROV [Kol77]. Die Schätzung von Wahrscheinlichkeiten ist nach TYVERKY und KAHNEMAN jedoch stark fehlerbehaftet [TK73, S. 231]. Ein anschauliches Phänomen für die fehlerhafte Einschätzung von Wahrscheinlichkeiten sind Gewinnspiele [GTS22, S. 702]. Falls eine Person jemanden kennt, der schon einmal bei dem betrachteten Gewinnspiel gewonnen hat, wird die Wahrscheinlichkeit, selbst zu gewinnen, höher eingeschätzt. [GTS22, S. 694]

Entwicklungen in den PMT-Ansätzen bestehen zu großen Teilen in der Verbesserung und Weiterentwicklung der bestehenden Algorithmen, wie INTERAX [Enz80], oder der Anwendung von GÖTZE [Göt06]. GÖTZE macht dabei insbesondere klar, dass der Nachteil der Nutzung von PMT-Ansätzen in der Nicht-Betrachtung von zeitlichen Abfolgen in den erzeugten Kausalketten der CIA liegt [Göt06, S. 176–177].

**Fazit:** Durch die Nutzung der Ansätze der PMT erhalten die Anwender Szenarien, die möglichst wahrscheinlich sind. Als Eingangsgrößen werden zwingend Datenreihen der beschreibenden Faktoren benötigt, die die Nutzung von Algorithmen ermöglichen. Die nachfolgende Erstellung von Szenarien basiert stark auf mathematischen Algorithmen und der Schätzung von bedingten Wahrscheinlichkeiten. Sowohl der Einsatz von proprietären Tools als auch die benötigte Erfahrung zum Schätzen der Wahrscheinlichkeiten führt zu einer hohen Abhängigkeit von fachkundigen Experten.

### 3.2.3 Konsistenzbasierte Ansätze

Bei den konsistenzbasierten Ansätzen handelt es sich, wie bei den PMT-Ansätzen, um modellgestützte Ansätze der Szenario-Technik [MR05]. In Abgrenzung zu PMT-Ansätzen werden bei der Szenario-Bildung keine Eintrittswahrscheinlichkeiten betrachtet. Grundlage zur Szenario-Validierung ist primär die Bewertung der inneren Konsistenz von Szenarien [ADJ13, S. 37]. Konsistenz wird durch verschiedene Autoren unterschiedlich definiert. So definiert DÖNITZ den zugrundeliegenden Konsistenzwert auf einer Skala von 1 bis 5 wie folgt [GTS22, S. 694]:

*„Der Konsistenzwert stellt das Ausmaß dar, in welchem sich die zwei Annahmen gegenseitig ausschließen oder vertragen.“ [Dön08, S. 37]*

REIBNITZ hingegen definiert die Konsistenz nicht als einzelnen Wert, sondern nähert sich der Konsistenzbewertung über Fragen an [Rei92, S. 50–52]:

- 1) Haben die beiden in einem Feld zusammentreffenden alternativen Ausprägungen eines Deskriptors eine direkte Korrelation? Wenn nein, bedeutet dies die Bewertung 0=neutral, keine direkte Beziehung.

Wenn eine Beziehung zwischen zwei Alternativ-Ausprägungen besteht, dann lauten die nächsten Fragen:

- 2) Ist diese Beziehung konsistent, widerspruchsfrei oder widerspricht sie sich? Wenn die Beziehung konsistent ist, dann bedeutet dies eine Bewertung im Plus-Bereich.
- 3) Ist diese Beziehung konsistent und widerspruchsfrei mit Verstärkung oder ohne Verstärkung? Ist sie konsistent ohne Verstärkung, vergibt man den Wert +1; ist sie konsistent mit wechselseitiger Verstärkung, dann wird der Wert +2 eingesetzt.

Ist eine Beziehung inkonsistent, dann lautet die Frage:

- 4) Ist sie teilweise oder absolut inkonsistent/ widersprüchlich? Bei teilweiser Inkonsistenz vergibt man die Wertung -1; bei absoluter Inkonsistenz -2.

Weitere Konsistenzdefinitionen sind beispielsweise durch GAUSEMEIER, FINK, SCHLAKE [GFS96], MIBLER-BEHR [Mib93, S. 30] oder auch PEREVERZA, PASICHNYI, LAZAREVIC [PPL17] gegeben. Unabhängig von einer Skala, etwa von 1 bis 5 oder -2 bis 2, kann die Konsistenz vereinfacht als Widerspruchsfreiheit aufgefasst werden.

Ausgehend von einer gewählten Konsistenzdefinition wurden von verschiedenen Autoren unterschiedliche Vorgehensmodelle zur konsistenzbasierten Szenario-Entwicklung veröffentlicht (siehe [GFS96, Göt93, Rei92]). Als Beispiel wird die Methode nach GESCHKA und HAMMER, auf der REIBNITZ [REI92, S. 30] ihr Vorgehensmodell aufbaut, hier (Bild 10) aufgeführt. Diese besteht aus acht, vorwiegend sequenziell zu durchlaufenden Schritten:

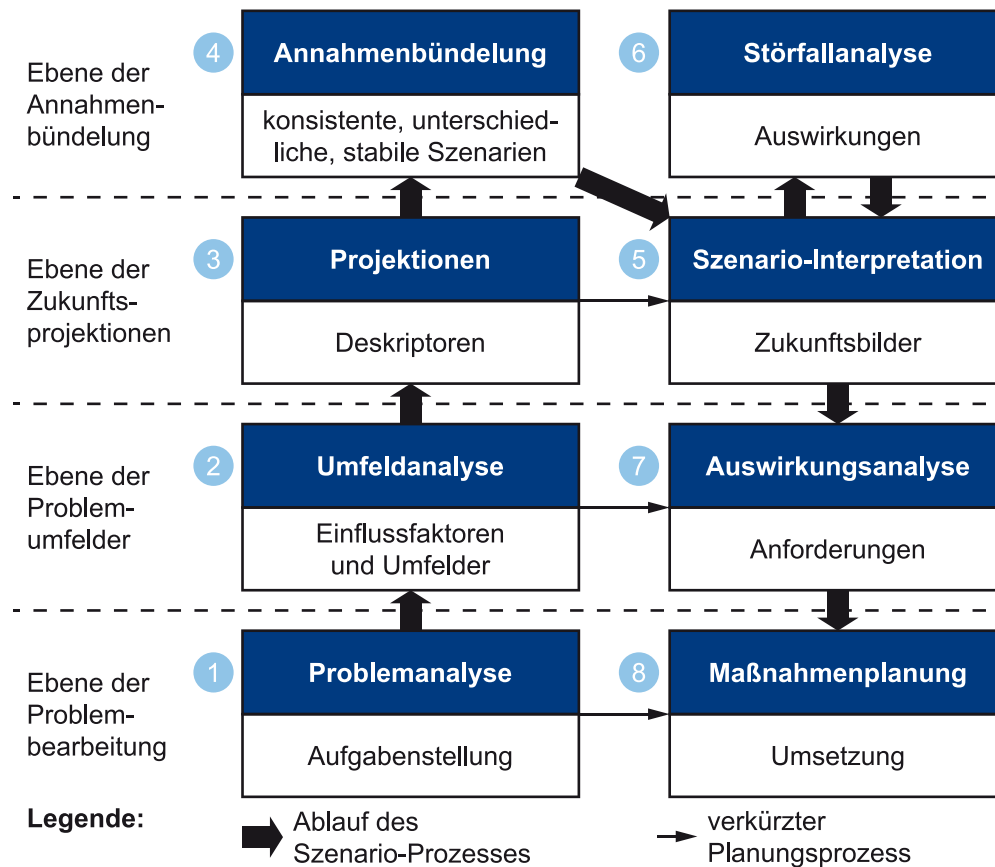


Bild 10: Szenario-Technik nach Reibnitz (aufbauend auf [GH83, S. 246])

Auf diesen Schritten aufbauend definiert REIBNITZ die acht sequenziell zu durchlaufenden Vorgehensschritte der Szenario-Technik [Rei92, S. 30]:

- 1) Aufgabenanalyse (Ziele - Strategien, Stärken - Schwächen)
- 2) Einflussanalyse (Einflussbereiche, Einflussfaktoren, Vernetzungen)
- 3) Trendprojektionen (Eindeutige Projektionen, Alternative Projektionen)
- 4) Alternativenbündelung (Konsistenzbewertung)
- 5) Szenario-Interpretation (Vernetzte Szenarioentwicklungen)
- 6) Konsequenz-Analyse (Chancen/ Risiken, Aktivitäten)
- 7) Störereignisanalyse (Auswirkungsanalyse, Präventiv- & Reaktivmaßnahmen)
- 8) Szenario-Transfer (Leit- & Alternativstrategie, Umfeldbeobachtungssystem)

Je nach Vorgehensmodell liegen sind die Schritte in unterschiedlicher Detailtiefe definiert. Ein Großteil der Methoden beinhaltet jedoch einen Schritt der Einflussanalyse und einen Schritt der Konsistenzanalyse, in denen jeweils eine Einfluss- und eine Konsistenzmatrix erhoben werden. Der Einflussanalyse vorgeschoben sind jeweils

Schritte der Aufgabenanalyse und der Konsistenzanalyse. Nachfolgend ergeben sich Schritte zur Formulierung der Szenarien und des Transfers in die Praxis (vgl. Kapitel 5).

Der Schritt der Einflussanalyse ähnelt den Vorgehensmodellen der PMT-Ansätze (Kapitel 3.2.2). Wie bei den PMT-Ansätzen werden Einflussfaktoren für das Betrachtungsfeld gesammelt und auf ihre Wechselwirkungen hin bewertet. Im Gegensatz zur Cross-Impact-Analyse werden die Wechselwirkungen der Einflussfaktoren untereinander, nicht aber die Wirkungen des Eintritts von Projektionen (bei GORDON Trends [Gor94b]) auf die Eintrittswahrscheinlichkeit anderer Projektionen, erfasst. Je nach Methode werden die Einflussfaktoren als abstrakte Größe behandelt (bspw. Wirtschaftswachstum Deutschlands) [GFS96, Sch99, S. 84–88] oder aufbauend auf einem Einflussfaktor mit einem exakten Deskriptor versehen [Rei92, S. 45] (die prozentuale Änderung des BIP des westdeutschen Wirtschaftsraumes zwischen den Jahren 1980 und 2020). [GTS22, S. 695]

Zur Erhebung der Einflussfaktoren können verschiedene Methoden eingesetzt werden, beispielsweise Kreativitätstechniken, wie die Methode 6-3-5 [Sch99, S. 135–136]. REIBNITZ schlägt als typische, in fast allen Unternehmen vorkommende Einflussbereiche die Folgenden vor: Absatzmarkt (Abnehmer oder Kunden), Beschaffungsmarkt, Wettbewerb, Politik und Gesetzgebung, Technologie, Wirtschaft, Gesellschaft [Rei92, S. 33]. Diese Einflussbereiche sind dabei den Bereichen der PEST bzw. STEP -Analyse (Sociological, Technological, Economic and Political Change) und ihren Erweiterungen STEEP (Erweiterung um Environment) oder auch PESTLE/ PESTEL (Erweiterung um Legal) ähnlich und können ebenso als Input für die Erhebung der Einflussfaktoren genutzt werden [ADJ13, S. 28, BWB05, S. 807–808]. Die Unterschiedlichkeit und Spezifität der Erhebung der Einflussfaktoren bestimmt dabei die Allgemeinheit und Spezifität des Betrachtungsgegenstandes. So können neben allgemeinen und globalen Einflussfaktoren (bspw. Wirtschaftswachstum Deutschlands) konkrete Faktoren wie die Umsatzrendite einer bestimmten Geschäftseinheit oder aber auch der Pegelstand eines Hochwasserwarnsystems genutzt werden [GST19, S. 129–131]. Somit kann der Betrachtungsraum der konsistenzbasierten Ansätze sowohl allgemein als auch spezifisch sein.

Auf Basis der Einflussmatrix können über verschiedene Algorithmen diejenigen Einflussfaktoren identifiziert werden, die besonders relevant für den Betrachtungsgegenstand sind (vgl. Kapitel 3.3.1). Für eine Szenario-Studie können dabei mehr als 60 Einflussfaktoren erhoben werden [GTD21, S. 7], die jedoch auf eine handhabbare Menge reduziert werden müssen. Als handhabbare Menge sind ungefähr 10 bis 15 Einflussfaktoren etabliert [GTD21, S. 7], da diese Anzahl ein breites Bild an Szenarien ergibt aber gleichzeitig durch die gängigen Algorithmen der Szenario-Erstellung ohne großen Ressourceneinsatz verarbeitet werden kann. FINK und SIEBE empfehlen beispielsweise, eine TOP16 zu bilden [FS16, S. 85] und bezeichnen die identifizierten wichtigsten Einflussfaktoren als Schlüsselfaktoren. Die Algorithmen zur Identifikation der Schlüsselfaktoren bauen auf der Spalten- bzw. Zeilensumme der Einflussmatrix auf (vgl. Tabelle 4), wobei die Summen jeweils aussagen, wie sehr ein Faktor das System aller Einflussfaktoren beeinflusst bzw. von diesem System beeinflusst wird [FS16, S. 80]. Die Aktiv- und Passivsumme

kann, auch unter Berücksichtigung von indirekten Netzwerkeffekten oder Impuls- oder Dynamik-Indizes, in einem System Grid angewendet werden [Rei92, S. 37–38].

Tabelle 4: Beispielhafte Darstellung einer Einflussmatrix [GTS22, S. 696]

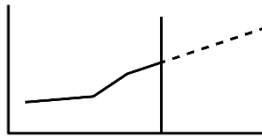
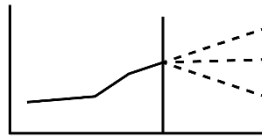
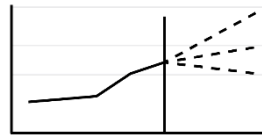
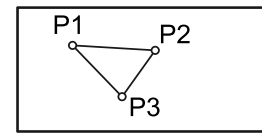
	Einflussfaktor 1	Einflussfaktor 2	Einflussfaktor 3	Einflussfaktor 4	Aktivsumme
Einflussfaktor 1	-	2	0	2	4
Einflussfaktor 2	1	-	2	1	3
Einflussfaktor 3	0	2	-	1	3
Einflussfaktor 4	0	2	2	-	4
Passivsumme	1	6	3	4	

**Legende:**

- |   |                                 |   |                    |
|---|---------------------------------|---|--------------------|
| - | kein Einfluss (Diagonaleintrag) | 1 | schwacher Einfluss |
| 0 | kein Einfluss                   | 2 | starker Einfluss   |

Die identifizierten Schlüsselfaktoren werden nun mit Projektionen oder Trends für den in der Aufgabenanalyse definierten Szenario-Horizont versehen. Die Projektionen können eine eindeutige (Archetyp I) oder generische (Archetyp II) Wachstumsrichtung, Wachstumsrichtungen mit eindeutigen Schwellwerten (Archetyp III) oder Wachstumsrichtungen verschiedener Qualität (Archetyp IV) annehmen (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5: Archetypen der Projektionen (eigene Darstellung)

Archetyp I	Archetyp II	Archetyp III	Archetyp IV
Der Anteil der Arbeitnehmer, die im Homeoffice arbeiten ...			
Eindeutig	generisch	mit Schwellwerten	verschieden
			
P1: ... steigt.	P1: ...steigt. P2: ...bleibt konstant. P2: ...sinkt.	P1: ...steigt über 40%. P2: ...steigt auf 30%. P2: ...sinkt auf 20%.	P1: Mehr Home-Office. P2: Mischung aus Home-Office und festem Arbeitsplatz. P3: Konzentration auf festen Arbeitsplatz.

Die für alle Schlüsselfaktoren gebildeten Projektionen werden nachfolgend hinsichtlich ihrer Konsistenz bewertet. Wie zuvor dargestellt (Kapitel 3.2.3) ist die Konsistenz ein Maß für die Widerspruchsfreiheit des gleichzeitigen Auftretens zweier Projektionen, [Dön08, S. 37, GFS96, Miß93, S. 30, PPL17, Rei92, S. 50–52]. Die Bewertung der

Konsistenz ist symmetrisch; das heißt, dass die Konsistenz von Projektion A mit Projektion B identisch mit der Konsistenz von Projektion B mit Projektion A ist. Die Projektionen eines spezifischen Schlüsselfaktors werden untereinander nicht bewertet. Für  $n_i$  als Anzahl an Projektionen pro Einflussfaktor ist die Anzahl an Konsistenzbewertungen daher [GST20a, S. 150]:

$$\#\{\text{Konsistenzbewertungen}\} = \left( \sum_i n_i \right)^2 - \frac{\sum_i \sum_j n_i n_j}{2}$$

Ein Szenario der konsistenzbasierten Ansätze besteht nun aus je einer Projektion pro Schlüsselflussfaktor. Für  $k_i = \#\{n_i | n_i = i\}$  als Anzahl an Einflussfaktoren, die  $i$  Projektionen haben, ergibt sich als Gesamtzahl an Szenarien:

$$n = \prod_i i^{k_i}$$

Somit zeigt sich, dass die Anzahl an Szenarien eine exponentielle Abhängigkeit von  $k_i$  hat [GST20a, S. 150]. Beispielsweise ist die Anzahl an Szenarien für eine Szenario-Studie mit 16 Einflussfaktoren à 2 Projektionen gleich 65.536 Szenarien, für je 8 Schlüsselfaktoren à 3 Projektionen schon 1.679.616 Szenarien. Aus der Grundmenge der Szenarien werden in den folgenden Schritten mehrere Szenarien zur Weiterverwendung ausgewählt. AMER ET AL. haben in ihrer Literaturstudie herausgearbeitet, dass in der Breite mehr als zwei Szenarien, jedoch nicht mehr als sechs Szenarien, zumeist aber drei bis vier Szenarien empfohlen werden [ADJ13, S. 33]. Um diese drei bis vier Szenarien zu wählen, können verschiedene Kriterien angewendet werden. Neben der Konsistenz sind dies:

- Plausibilität [ADJ13, Bec83, S. 100, Epp81, S. 36, Göt93, S. 57–58, Nan82, S. 44],
- Unterschiedlichkeit [Bez10, S. 1514, GFS96, Göt93, S. 57–58, GPS17, Mey92, S. 63, Miß93, S. 117, Nan82, S. 44, PPL17]
- Stabilität [GFS96, Göt93, S. 57–58, GPS17, Miß93, S. 117, Rei92, S. 52–53].

Für die Auswahl der gewünschten Szenarien schlagen Gausemeier [GFS96], Gräßler et al. [GPS17], Reibnitz [Rei92] jeweils ein mehrstufiges Vorgehen vor: Über die innere Konsistenz eines Szenarios werden die konsistentesten Szenarien selektiert. Während Reibnitz vorschlägt, die absolut konsistentesten Szenarien zu wählen, kann die Anzahl der Szenarien auch durch das Verwerfen der Szenarien, die eine totale Inkonsistenz und eine gewisse Anzahl an partiellen Inkonsistenzen beinhalten, geschehen [Sch99, S. 91]. Durch die Anwendung von Clustering-Algorithmen können die möglichst unterschiedlichen Szenarien in den verbleibenden konsistenten Szenarien berechnet werden [GPS17]. Weiterführende Algorithmen und Methoden der Szenario-Erstellung und Analyse sind in Kapitel 3.3.2 aufgeführt. Die selektierten Szenarien werden in einen Prosatext ausformuliert [Rei92, S. 53], um Konsequenzen abzuleiten [Rei92, S. 56], Norm- und Leitszenarien festzulegen und in die Praxis umsetzen [Rei92, S. 65].



**Fazit:** Durch die Entkopplung der Entwicklung der Szenarien von Wahrscheinlichkeitsschätzungen unterliegt die konsistenzbasierte Szenario-Technik deutlich weniger den Bias-Effekten, einer subjektiv verzerrten Einschätzung des zu bewertenden Ereignisses, als die weiteren Schulen der Szenario-Technik. Durch den hohen Grad der Formalisierung ist bei den konsistenzbasierten Ansätzen, ähnlich zu den Ansätzen der PMT, eine Abhängigkeit von Expertenwissen gegeben. Das benötigte Expertenwissen liegt hier in der Unterstützung zur Durchführung von Szenario-Workshops und der Anwendung der Tools zur Szenario-Berechnung. Das Vorgehen der Aufgaben- und Einflussanalyse ermöglicht die Erstellung von Szenarien mit sowohl unternehmensspezifischem als auch allgemeingültigem Betrachtungsbereich.

### 3.2.4 Vergleich der Vorgehensmodelle der Szenario-Technik

Aufbauend auf den Ergebnissen der Kapitel 3.2.1, 3.2.2 und 3.2.3 können die verschiedenen Schulen der Szenario-Technik nun miteinander verglichen werden. Der Vergleich baut dabei auf dem Vergleich aus „Szenario-Technik“ von GRÄBLER, THIELE und SCHOLLE auf [GTS22, S. 1002]. In Tabelle 6 werden die jeweiligen Ausprägungen gemäß der Kriterien-Gruppen Input, Modell, Modellierung und Methoden, Anwendung und Output zusammengefasst. Die Ausprägungen entsprechen den Kategorien der Anforderungen, die an die Entwicklung des Lösungsansatzes gestellt werden (vgl. Kapitel 4). Ein durchgängiges Modell der Szenario-Technik muss die Ausprägungen der Kriterien vollständig abdecken. Ein Vergleich der Vorgehensmodelle bezüglich der Spezifität und Komplexität der jeweiligen Schritte der Vorgehensmodelle ist in Anhang A1 dargestellt.

**Fazit:** Allen Schulen ist gleich, dass an verschiedenen Stellen heuristische Daten, in Form von Experteninterviews oder Workshops, eingebracht werden. Insbesondere in den Methoden der PMT, aber auch in den konsistenzbasierten Ansätzen, wird diese Datengrundlage um Zeit- und Datenreihen ergänzt. Ebenfalls gemein ist allen Methoden die Notwendigkeit externer Unterstützung, beispielsweise des internen Szenario-Team bei der Anwendung der Methode in Form von Fachexpertise. Der zentrale Unterschied liegt in der grundlegenden Logik der Ableitung der Szenarien. Während in den Ansätzen der Intuitive Logics verstärkt qualitativ vorgegangen wird, in den PMT-Ansätzen dagegen verstärkt quantitativ, vereinen die konsistenzbasierten Ansätze ein qualitatives und quantitatives Vorgehen. Dies schlägt sich in der Nutzung von Berechnungsalgorithmen nieder, die vornehmlich in den PMT und konsistenzbasierten Ansätzen verwendet werden. Die Methoden können jeweils unterschiedlich gut für verschiedene Betrachtungs- und Anwendungsbereiche eingesetzt werden – während Methoden der Intuitive Logics sich insbesondere für einen allgemeinen Betrachtungsbereich eignen, können sie für einen kleinen, spezifischen Bereich schlecht eingesetzt werden. Für die Methoden der PMT-Ansätze verhält es sich genau andersherum.

*Tabelle 6: Gegenüberstellung unterschiedlicher Schulen der Szenario-Technik (aufbauend auf [GTS22, S. 1002])*

Schule	Intuitive Logics	Probabilistic Modified Trends	konsistenzbasierte Ansätze
<b>Input</b>			
<b>Grundlage</b>	Expertenmeinungen	Expertenmeinungen, Zeit- und Datenreihen	Expertenmeinungen, Zeit- und Datenreihen
<b>Modell, Modellierung und Methoden</b>			
<b>Methodik</b>	prozessorientiert, beruhend auf subjektiven Einschätzungen	ergebnisorientiert, objektiv quantitativ und analytisch auf simulativer Basis, teilweise subjektiv	ergebnisorientiert, quantitativ und qualitativ unter Hinzunahme von subjektiven Einschätzungen
<b>Szenario-Raum</b>	zumeist globaler und allgemeingültiger Anspruch	fokussierte Analyse von Ereignissen und Zeitreihen	globale Analyse oder auch fokussiertes Betrachtungsobjekt
<b>Einflussfaktor-analyse</b>	Experteninterviews und weitere qualitative Methoden	Experteninterviews zur Sammlung und Zeitreihenanalyse zur Ermittlung der Schlüsselfaktoren	Experteninterviews zur Sammlung und algorithmische Bestimmung der Schlüsselfaktoren
<b>Auswahlkriterien der Szenarien</b>	innere Konsistenz, Zusammenhang, Verständlichkeit und Neuheit	Plausibilität und Wahrscheinlichkeit	insb. Innere Konsistenz, Unterschiedlichkeit, Plausibilität und Stabilität
<b>Szenario-Bildung</b>	Thematische Gruppierung der Szenario-Logik auf qualitativer Basis	Simulation zur Ermittlung des wahrscheinlichsten Szenarios	Konsistenzbewertung in Experteninterviews und algorithmische Szenario-Berechnung
<b>Anwendung</b>			
<b>Szenario-Team</b>	internes Szenario-Team mit Methodenkompetenz	externes Szenario-Team, unterstützt durch Experteninterviews	Von Experten geführtes Team, unterstützt durch interne Experten
<b>Externer Bedarf</b>	evtl. Moderation durch Externe	Szenario-Berechnung und Erstellung durch Externe	Moderation und Bereitstellung der Werkzeuge durch externe Berater
<b>Output</b>			
<b>Ergebnis</b>	mehrere, gleich plausible qualitative Prosa-Szenarien	quantitatives Grundszenario mit oberen und unteren Grenzen	mehrere, unterschiedliche, konsistente Prosa-Szenarien

### 3.2.5 Durchgängige Modellbildung der Szenario-Technik

Bei der Betrachtung der vorgestellten Ansätze und Methoden der Szenario-Technik wird deutlich, dass sich bisher kein einheitliches Vorgehen der Szenario-Entwicklung durchgesetzt hat [KS08, S. 167]. So enthalten viele Vorgehensmodelle ähnliche Schritte und ähneln sich auch in den einzelnen Ansätzen. Darüber sind gewisse Vorgehensmodelle für spezifische Anwendungszwecke entwickelt worden und während andere Modelle auf einzelne Schritte den Schwerpunkt setzen. Ein generisches Vorgehensmodell der Szenario-Technik konnte jedoch bisher nicht allgemeingültig definiert werden, obwohl beispielsweise eine solche Definition durch KEOUGH und SHANAHAN anhand der Diskussion der Vorgehensmodelle der Intuitive Logics versucht wurde [KS08, S. 168].

Die veröffentlichten Beschreibungen und Modellierungen der Szenario-Technik beziehen sich zumeist auf die Durchführung der notwendigen Prozessschritte. Die Daten, wie Einfluss- und Konsistenzwerte, werden in Workshops erhoben und stehen jeweils in Matrizenform formal unverknüpft nebeneinander. In Vorgehensmodellen, in denen der Umgang mit Daten und Zeitreihen, inklusive der Definition von Deskriptoren für Einflussfaktoren, beschrieben wird, wird die Verwaltung und Verknüpfung der Daten nicht genauer thematisiert [Enz80, Gor94a]. Ein Datenmodell der Szenario-Technik wurde dabei erst von GRÄBLER und POTTEBAUM durch das Integrierte Szenario-Datenmodell (ISDM) beschrieben [GPS17, S. 5, PG16, S. 107]. Beim ISDM stehen dabei insbesondere die Dokumentation der in der Durchführung erhobenen Daten sowie der informationstechnische Zugriff auf externe Daten im Vordergrund [GPS17, S. 5].

Eine mathematische Modellierung von einzelnen Elementen der Szenario-Technik wird durch MIßLER-BEHR erarbeitet. MIßLER-BEHR [Miß93] definiert eine durchgängige Benennung der Variablen und Elemente der Szenario-Technik, insbesondere der Einflussfaktoren [Miß93, S. 24–26] und Szenarien [Miß93, S. 94]. Dabei wird eine Modellierung des zur Hilfe gezogenen Prozessmodells gegeben und es werden insbesondere die vorkommenden Elemente anstatt der Verknüpfung der Elemente untereinander betrachtet. Eine Modellierung der zugrundeliegenden mathematischen Räume, denen die Elemente entstammen, existiert nicht, obwohl erst durch solch eine Beschreibung die saubere Definition neuer Algorithmen zur Automatisierung der Durchführung der Szenario-Technik möglich ist. Eine Verknüpfung unterschiedlicher Schritte der Szenario-Technik durch die Nutzung von Einflusswerten in der Konsistenzanalyse wird durch GRIENITZ und SCHMIDT beschrieben, wobei die Durchgängigkeit lediglich in einzelnen Methodenschritten existiert [GS10, S. 8]. Insgesamt sind innerhalb der einzelnen Vorgehensmodelle somit, bis auf wenige Ausnahmen, Brüche zwischen den Artefakten vorhanden.

**Fazit:** Eine durchgängige und mathematische Modellierung der Szenario-Technik wurde bisher nicht entwickelt. Es existieren lediglich Ansätze, die einzelne Prozessschritte miteinander verknüpfen oder einzelne Schritte der Szenario-Technik mathematisch beschreiben.

### 3.3 Methoden der konsistenzbasierten Szenario-Technik

Insbesondere die konsistenzbasierten Ansätze der Szenario-Technik stellen einen Methodenmix dar. So werden zur Erstellung von Szenarien verschiedene einzelne Methoden aneinandergereiht. Neben dem Einsatz von unterstützenden Methoden, wie dem Business Wargaming zum Szenario-Transfer [SRR19] oder der STEP Analyse zur Erhebung von Einflussfaktoren [ADJ13, S. 28, BWB05, S. 807–808], sind insbesondere die Schritte der Einfluss- und Konsistenzanalyse durch die Nutzung von Methoden gekennzeichnet. Demnach wird nachfolgend auf die Methoden der Einflussanalyse (Kapitel 3.3.1) und der Konsistenzanalyse (Kapitel 3.3.2) tiefer eingegangen.

#### 3.3.1 Methoden zur Einflussanalyse

Ziel der Einflussanalyse ist es, Aussagen über die Systemdynamik des Szenario-Umfelds zu erhalten, um final die Einflussfaktoren zu identifizieren, die den größten Einfluss auf das betrachtete System haben [Rei92, S. 33]. Hierzu wird, wie in Kapitel 3.2.3 dargestellt, eine Einflussmatrix definiert. In den Zeilen und Spalten der Einflussmatrix stehen alle Einflussfaktoren des betrachteten Systems, womit sich eine quadratische Matrix ergibt. Die Einträge der Matrix sind definiert als das Maß der Einflussstärke, den eine Änderung des Einflussfaktors in der Zeile auf den Einflussfaktor in der jeweiligen Spalte hat. Im Vergleich zu den Cross-Impact Methoden spielen dabei die Trends der Einflussfaktoren und Eintrittswahrscheinlichkeiten keine Rolle [Gor94b]. Die Erstellung der Einflussmatrix (Tabelle 7) geschieht in einem Szenario-Projekt auf Basis eines Workshops, wobei die Festlegung der Einflusswerte kooperativ durch ein Gruppengespräch oder rechnerisch als Mittelwertbildung geschehen kann [Sch99, S. 139–144].

*Tabelle 7: Beispielhafte Darstellung einer Einflussmatrix [GTS22, S. 696]*

	<b>Einflussfaktor 1</b>	<b>Einflussfaktor 2</b>	<b>Einflussfaktor 3</b>	<b>Einflussfaktor 4</b>	<b>Aktivsumme</b>
<b>Einflussfaktor 1</b>	-	2	0	2	<b>4</b>
<b>Einflussfaktor 2</b>	1	-	2	1	<b>4</b>
<b>Einflussfaktor 3</b>	0	2	-	1	<b>3</b>
<b>Einflussfaktor 4</b>	0	2	2	-	<b>4</b>
<b>Passivsumme</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	

**Legende:**

- |   |                                 |   |                    |
|---|---------------------------------|---|--------------------|
| - | kein Einfluss (Diagonaleintrag) | 1 | schwacher Einfluss |
| 0 | kein Einfluss                   | 2 | starker Einfluss   |

Durch die Analyse der Einflussmatrix werden die relevantesten Einflussfaktoren, die Schlüsselfaktoren, identifiziert. Häufig genutzte Entscheidungskriterien zur Identifikation sind die Aktiv- und Passivsumme. Die Aktivsumme (AS) als Zeilensumme der

Einflussmatrix sagt pro Einflussfaktor aus: *Wie sehr werden andere Einflussfaktoren durch einen Einflussfaktor beeinflusst?* Die analog definierte Passivsumme (PS) sagt als Spaltensumme aus: *Von wie vielen anderen Einflussfaktoren wird ein Einflussfaktor beeinflusst?* [GFS96] Eine beispielhafte Einflussmatrix ist in Tabelle 7 gegeben. Der Einfluss wird nach REIBNITZ auf der Skala von 0 bis 2 definiert [GTS22, S. 696]. Die jeweils gebildeten Summen aus der Einflussmatrix werden in einem System Grid gegeneinander aufgetragen (hellblaue Punkte links in Bild 11). Die Ordnung der Einflussfaktoren zueinander und die Selektion von Schlüsselfaktoren wird über den Vergleich der Aktiv- und Passivsumme eines Einflussfaktors (AS bzw. PS) mit der durchschnittlichen Aktiv- und Passivsumme aller Einflussfaktoren ( $\emptyset AS$  bzw.  $\emptyset PS$ ) vorgenommen:

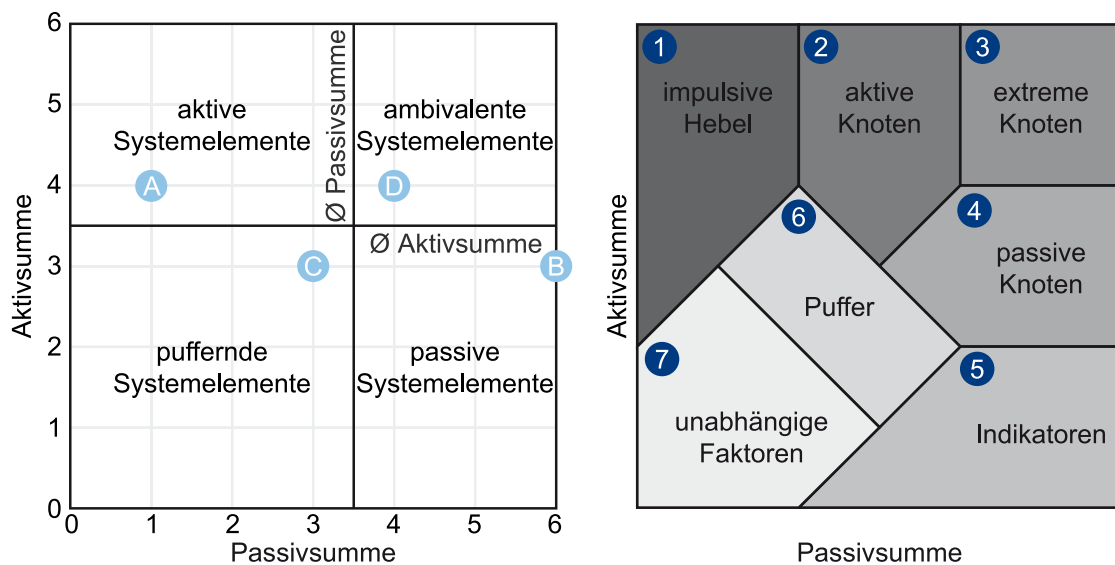


Bild 11: links – System Grid zur Einflussmatrix aus Tabelle 7 [GTS22, S. 696];  
rechts – nach Gausemeier [Sch99]

REIBNITZ schlägt die Selektion anhand der Aufteilung in vier verschiedenen Gruppen vor: den aktiven ( $AS > \emptyset AS$  und  $PS \leq \emptyset PS$ ), ambivalenten ( $AS > \emptyset AS$  und  $PS > \emptyset PS$ ), passiven ( $AS \leq \emptyset AS$  und  $PS > \emptyset PS$ ) und puffernden ( $AS \leq \emptyset AS$ ,  $PS \leq \emptyset PS$ ) Systemelementen [Rei92, S. 37–38]. Während REIBNITZ die Wahlreihenfolge „aktiv“ – „ambivalent“ – „passiv“ – „puffernd“ vorschlägt, wählt MIBLER-BEHR an dritter Stelle die puffernden und zuletzt die passiven [Miß93, S. 58]. Durch Gausemeier hingegen wird das System Grid detailliert und in sieben verschiedene Gruppen eingeteilt [Sch99]. Die Reihenfolge der Auswahl folgt, trotz anderer Einteilung des System Grid, der Logik, dass die Felder von oben links beginnend im Uhrzeigersinn gewählt werden (vergleiche Bild 10 – rechts). Die Zuweisung zu den jeweiligen Gruppen im System Grid ist eindeutig an den jeweiligen Kriterien orientiert. Sowohl in der Auswahllogik von REIBNITZ als auch in der Auswahllogik von GAUSEMEIER grenzen dabei die zuerst und zuletzt zu wählenden Gruppen aneinander. Eine kleine Änderung in der Einflussmatrix kann dazu führen, dass ein Einflussfaktor, der zuvor hoch priorisiert wurde, nachfolgend nicht mehr gewählt wird. Die Auswahlfunktion der Einflussfaktoren ist somit nicht stetig [GTS19, S. 138–139].

Aufbauend auf der Einflussmatrix können neben der Aktiv- und Passivsumme auch alternative Indikatoren zur Schlüsselfaktoridentifikation genutzt werden. Dies können beispielsweise die Dynamik (Produkt aus Aktiv- und Passivsumme) oder die Impulsivität (Quotient aus Aktiv- und Passivsumme) sein [Sch95a, S. 827], oder Aktiv- und Passivwerte, die auf komplexen Algorithmen basieren (wie dem Page Rank). [GTS19, S. 141]

Bei den zuvor dargestellten Betrachtungen werden jedoch nur Einflüsse erster Ordnung betrachtet, das heißt die direkte Abhängigkeit von Einflussfaktoren untereinander. Für diese Auswahl der Schlüsselfaktoren müssen neben den direkten Einflüssen auch indirekte Einflussketten höherer Ordnung betrachtet werden. Eine indirekte Einflusskette zweiter Ordnung von Einflussfaktor A auf Einflussfaktor C ist zum Beispiel, dass Einflussfaktor A den Einflussfaktor B beeinflusst, welcher wiederum den Einflussfaktor C beeinflusst. Zur Berücksichtigung dieser indirekten Einflüsse existieren verschiedene Berechnungsmethoden (siehe [AGM99, LF09, LF10]). In der MICMAC-Methode nach GODET werden hierzu ungewichtete Matrizen verwendet. Die Einflussmatrix wird dazu zu einer ungewichteten Einflussmatrix transformiert, indem alle Einträge  $>0$  auf 1 gesetzt werden und alle Einflusswerte, die gleich 0 sind, bestehen bleiben. Die Information über die Stärke der Einflüsse geht somit verloren. Im Ansatz nach GODET wird die Einflussmatrix dann so häufig mit sich selbst multipliziert, bis sich die Reihenfolge der gewählten Einflussfaktoren mindestens fünfmal nicht mehr ändert [AGM99]. Die Multiplikation der Einflussmatrix konvergiert dabei nicht. Für die aufbauende AVDIAN-Methode nach LINSS und FRIED [LF09, LF10] wird ein ähnliches Vorgehen der Multiplikation der Einflussmatrix mit sich selbst verwendet, wobei jedoch die Stärke der Einflüsse berücksichtigt wird. [GTS22, S. 697]

**Fazit:** In der Einflussanalyse stehen mehrere Methoden zur Verfügung, um Einflussfaktoren unabhängig von der Eintrittswahrscheinlichkeit den priorisierten Gruppen zuzuordnen. Die Zuweisung zu den Gruppen ist jedoch nicht stetig. Die Betrachtung der direkten Einflüsse kann zudem um indirekte Einflüsse erweitert werden. Die Algorithmen konvergieren jedoch im mathematischen Sinne nicht und betrachten den indirekten Einfluss nicht im Gesamtkontext aller Einflüsse.

### 3.3.2 Methoden zur Konsistenzanalyse

In der Konsistenzanalyse werden die abgeleiteten Projektionen bzw. Deskriptoren der Schlüsselfaktoren paarweise auf ihre Konsistenz hin bewertet. Verschiedene Definitionen von Konsistenz sind in Kapitel 3.2.3 dargestellt. Für den Verlauf dieser Arbeit wird dabei aufgrund der prägnanten und anschaulichen Formulierung die auf DÖNITZ aufbauende Definition mit der Ordinalskala von 1 bis 5 genutzt:

*Der Konsistenzwert stellt das Ausmaß dar, in welchem sich die zwei Annahmen gegenseitig vertragen oder ausschließen. [Dön08, S. 37]*

Zwei Annahmen, die sich ohne Ausnahme vertragen, sind demnach widerspruchsfrei. Ein Ausschnitt einer beispielhaften Konsistenzmatrix ist in Bild 12 dargestellt. Die Konsistenzmatrix ist die in dem Thesenpapier „Automation 2030“ definierte Konsistenzmatrix (vgl. Anhang A12.2), bei deren Erstellung nach der Definition von DÖNITZ vorgegangen wurde und die Konsistenzen entweder mit 1, 3 oder 5 bewertet [GTS22, S. 697] wurden.

Deskriptoren	Projektionen	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	6A	6B	7A	7B	8A	8B	9A	9B	10A	10B	11A	11B	12A	12B	13A	13B	14A	14B
Bedeutung der Automatisierung	Bedeutung steigt an	1A																											
	Bedeutung sinkt	1B																											
Druck zur Veränderung auf Gesellschaft	Druck nimmt zu	2A																											
	Druck nimmt ab	2B																											
Bedeutung der Automatisierung	Bedeutung steigt an	1A																											
	Bedeutung sinkt	1B																											
Prozentualer Anteil erfüllter (Mindest-) Anforderungen an Safety & Security	Prozentualer Anteil steigt	6A																											
	Prozentualer Anteil sinkt	6B																											
Prozentualer Anteil von Daten aus den Informationen gewonnen werden kann	Prozentualer Anteil steigt	7A																											
	Prozentualer Anteil sinkt	7B																											
Inkrementelle Entwicklungen führen zu schneller/langsameren Veränderungen	mehr schnelle Veränderungen	8A																											
	mehr langsame Veränderungen	8B																											
Impact auf die Wirtschaftsleistung durch disruptive Technologien	großer Impact	9A																											
	Kleiner Impact	9B																											
Anzahl der Nutzer bezogen auf Dienste mit entsprechenden Qualitätskriterien	Anzahl steigt	10A																											
	Anzahl sinkt	10B																											
wirtschaftliche Leistungsfähigkeit von Deutschland (BIP)	BIP steigt an	11A																											
	BIP stagniert/sinkt leicht	11B																											
Menge an benötigten Kapital- und anderen Ressourcen	Menge steigt an	12A																											
	Menge sinkt	12B																											
Marktsättigung	nahezu gesättigte Märkte	13A																											
	vielen ungesättigten Märkten	13B																											
Politische Stabilität	Stabilität steigt	14A																											
	Stabilität sinkt	14B																											

Es ist sehr stimmig, dass der gesellschaftliche Druck zunimmt und das BIP sinkt

Sinkender gesellschaftlicher Druck und ein sinkendes BIP können nicht in einem Szenario zusammen vorkommen

Bild 12: Konsistenzmatrix der Automation 2030

(eigene Darstellung, aufbauend auf den Ergebnissen aus [GTD21])

Für die Berechnung und Bildung der Szenarien wird die Konsistenzmatrix zu Grunde gelegt. Die Grundlogik der Szenario-Bildung ist dabei, dass jedes Szenario von jedem Schlüsselfaktor je eine Projektion enthält. Zur Berechnung dieser Szenarien können grundlegend zwei verschiedene Vorgehen identifiziert werden: Bei der **Voll-Enumeration** werden alle denkbaren Szenarien a-priori aufgeschrieben. Erst in einem nächsten Schritt werden alle theoretisch möglichen Szenarien (auch Rohszenarien genannt) gebildet und untersucht. Da die Anzahl der zu bildenden Rohszenarien exponentiell mit der Anzahl der Einflussfaktoren wächst, ist diese Herangehensweise rechenintensiv, betrachtet jedoch stets die gesamte Datenbasis. Bei der **Teil-Enumeration** werden die Szenarien sukzessive gebildet. So werden vom ersten Schlüsselfaktor aus weitere Faktoren hinzugenommen und jene Teilszenarien verworfen, die ein gesetztes Kriterium nicht erfüllen. Ein derartiger Branch-and-Bound-Algorithmus ist bei NITZSCH et al. [NWW85] zu finden, während GRIENTZ und SCHMIDT evolutionäre Algorithmen nutzen [GS09]. Durch die frühzeitige Elimination von inkonsistenten Szenarien aus der Menge der Rohszenarien wird die Komplexität reduziert. Die bei beiden Vorgehen angelegten Kriterien zur Szenario-Filterung sind die Konsistenz, Unterschiedlichkeit und Stabilität [Miß93, S. 15]. Die erste Filterung geschieht über die Anzahl an absoluten Inkonsistenzen (Konsistenzwert 1) und partiellen Inkonsistenzen (Konsistenzwert 2). Standardmäßig werden in einem Szenario keine totale Inkonsistenz und maximal fünf partielle Inkonsistenzen zugelassen [Miß93, S. 96]. Die zweite Filterung der Szenarien erfolgt auf Basis der Konsistenzsummen, die die Summe der Konsistenzwerte aller Projektionspaare in einem Szenario darstellen. Bei der Teil-Enumeration wird in jedem Schritt eine Teilsumme gebildet. Durch die Definition von oberen und unteren Schranken werden Szenarien

anhand der Teilsumme und einer Abschätzung der maximal erreichbaren Konsistenzsumme verworfen [FS97, Sen97, S. 58–59]. Übrig bleiben Szenarien, die ein Mindestmaß an Konsistenz und keine totalen Inkonsistenzen aufweisen. [GTS22, S. 697–698]

Die Bestimmung der Unterschiedlichkeit der Szenarien geschieht auf Basis einer Clusteranalyse. Dies bedeutet, dass ähnliche Einflussfaktoren in gemeinsame Gruppen, sogenannte Cluster, eingeordnet werden. Als Grundlage hierzu dient die paarweise Unterschiedlichkeit aller Szenarien zueinander, gebildet über die Subtraktion der Ausprägungsvektoren der Szenarien voneinander, dargestellt in einer Distanzmatrix. Über eine multidimensionale Skalierung in den zweidimensionalen Raum können auf dem sich ergebenden Bild bekannte Clusteralgorithmen angewandt werden [GFS96]. Eine ausführliche Erklärung der Distanzmatrix und multidimensionalen Skalierung ist in Kapitel 6.4.4 und Anhang A8.2 gegeben. Wird die Anzahl an Clustern vorgegeben, kann beispielsweise der k-means-Algorithmus [GTS22, S. 698, Llo82] angewandt werden, um Cluster zu bilden. Repräsentanten der Cluster können auf Basis der Konsistenzsumme bestimmt werden und stellen das Szenario mit der höchsten Konsistenzsumme dar [Miß93]. Alternativ kann beispielsweise das Zentroid der Cluster gewählt werden. Die a priori vorgegebene Anzahl an Clustern entspricht der Anzahl an selektierten Szenarien und liegt in der Regel zwischen 2 und 6 [ADJ13, S. 33]. Durch Betrachtung des Bilds der multidimensionalen Skalierung oder unter Anwendung des Ellenbogenkriteriums kann eine sinnvolle Anzahl an Szenarien gewählt werden. [GTS22, S. 697–698]

Die Werte der Konsistenzmatrix werden, ähnlich der Einflussmatrix, standardmäßig im Workshopformat erhoben, wobei entweder alle Konsistenzwerte kooperativ erhoben [Sch99, S. 178–180] oder vollständige Konsistenzmatrizen rechnerisch zusammengeführt werden [Sch99, S. 180–187]. Ansätze zur Automatisierung der Konsistenzbewertung wurden erstmals durch den consistency accelerator von DÖNITZ veröffentlicht [Dön08, S. 116] und nutzen die Dreiecks- und Vierecks-Beziehungen in einer Konsistenzmatrix (vgl. Tabelle 8). Es wird eine teilweise ausgefüllte Matrix genutzt, um auf Basis der ausgefüllten Werte Vorschläge für die verbleibenden Werte zu generieren. In Tabelle 8 bedeutet dies, dass auf Basis der Werte von 1A-3A und 3A-5A der Wert für 1A-5A vorgeschlagen wird. Zur Erhöhung der Genauigkeit kann eine Fuzzy-Logik implementiert werden, da die Anwender selbst schwierig zwischen den Konsistenzwerten der partiellen und totalen (In-)Konsistenz unterscheiden können. [GTS22, S. 698]



Tabelle 8: Beispiel einer Dreiecksbeziehung in einer Konsistenzmatrix aus  
([Dön08, S. 116] in Anlehnung an GESCHKA, REIBNITZ 1981, Anhang I, S. 3)

Deskriptoren	Projektionen		1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	5C
Komponentenzuverlässigkeit	billiger	1A			3	3	2	4	4	2	1	4	4
	zuverlässiger	1B			4	3	4	2	4	4	4	3	2
Arbeitszufriedenheit (Skala 0-10)	8	2A					4	4	3	3	3	3	3
	2	2B					3	3	3	3	3	3	3
Akzeptanz neuer Technologien	hoch	3A							2	4	5	4	5
	niedrig	3B							4	2	2	4	4
Investitionshorizont	kurzfristig	4A									2	4	5
	langfristig	4B									5	4	1
F&E-Ausgaben der Industrie	+ 10%	5A											
	+/- 0	5B											
	- 10%	5C											

**Fazit:** In den Methoden der konsistenzbasierten Szenario-Technik werden verschiedene rechnerische Kriterien zur Selektion der vielversprechendsten Szenarien angewandt. Die Anwendung der Kriterien geschieht jedoch sukzessive. Um insbesondere das Kriterium der Unterschiedlichkeit durch eine Clusteranalyse anzuwenden, muss die Menge an Rohszenarien reduziert werden. Über Werkzeuge, wie den consistency accelerator, können zudem semi-automatisiert Konsistenzwerte vorgeschlagen werden.

### 3.4 Handlungsbedarf und Forschungslücke

In Kapitel 3.2 und Kapitel 3.3 wurde der Stand der Technik zur Szenario-Technik, insbesondere zu den Vorgehensmodellen und Methoden der konsistenzbasierten Szenario-Technik, dargestellt. Aus der Analyse der einzelnen Aspekte werden in den jeweiligen Zwischenfaziten Lücken im Stand der Technik identifiziert. Diese Lücken werden im Rahmen der vorliegenden Arbeit adressiert, in Handlungsbedarfe überführt und sind in Tabelle 9 gegen das eigene Vorhaben aufgetragen.

Auf Basis der Analyse des Stands der Technik können unterschiedliche Handlungsbedarfe für die Definition einer durchgängigen, transparenten Modellierung der Szenario-Technik zur Reduktion des Anwendungsaufwands identifiziert werden. So müssen durch das Modell als Datenbasis verschiedene Arten von Daten, insbesondere **heuristische Daten und Datenreihen**, abgebildet werden. Durch die Nutzung von heuristischen Daten kann das im Unternehmen vorherrschende heuristische Expertenwissen einbezogen werden, während durch die Nutzung von Datenreihen die Nutzung von Algorithmen ermöglicht wird. Der **Betrachtungshorizont** muss darüber hinaus **anwendungsspezifisch** anpassbar sein, demnach sowohl unternehmensspezifische als auch allgemeingültige Ergebnisse liefern können. Um die Durchgängigkeit eines Modells zu erreichen, muss das Modell selbst sowohl auf beschreibender Ebene als auch auf der

**mathematischen** Ebene **durchgängig** und unabhängig von einem konkreten Vorgehensmodell sein. Die mathematische und durchgängige Modellierung ermöglicht die Definition verschiedener Methoden auf Anwendungsseite. Die Modellierung muss mathematisch definiert werden, um zum einen eine **stetige** Auswahlfunktion der Schlüsselfaktoren, die somit robust gegenüber Änderungen ist, und zum anderen Methoden zu entwickeln, die durch eine **Automation** sowie durch die **parallele** Anwendung von Kriterien der Szenario-Selektion den Anwendungsaufwand reduzieren.

Tabelle 9: Abgrenzungsmatrix (eigene Darstellung)

Abgrenzungskriterium	[Wac85a, Wac85b] P. Wack	[GH68] T. J. Gordon	[Rei92] U. Reibnitz	[LF10] V. Linss, A. Fried	[Miß93] Prof. O. Opitz	[Dön08] E. Dönitz	[FS16] A. Fink, A. Siebe	[GPS17] Prof. I. Gräßler	[Gri15] PD. V. Grienitz	[Mar21] Prof. A. Albers	[GK18] Prof. D. Krause	eigenes Vorhaben
<b>Anwendung</b>												
Nutzung von heuristischen Daten und Datenreihen (3.2.1, 3.2.2 und 3.2.3)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
anwendungsspezifischer Betrachtungsbereich (3.2.4)	●	●	–	–	–	–	○	○	○	●	●	○
<b>Modell</b>												
durchgängiges Vorgehensmodell der Szenario-Technik (3.2.5)	○	○	●	–	●	○	○	○	○	○	○	●
mathematische Modellierung der Szenario-Technik (3.2.5)	–	–	–	–	●	●	–	–	–	–	–	●
<b>Methoden</b>												
stetige Algorithmen der Einflussanalyse (3.3.1)	–	–	–	●	○	–	●	–	–	–	–	●
automatisierte Konsistenzanalyse (3.3.2)	–	–	–	–	●	–	●	–	●	–	–	●
parallele Anwendung der Kriterien zur Szenario-Auswahl (3.3.2)	–	–	○	–	–	–	○	○	–	–	–	●

**Legende:**

- |                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| ● Kernthema           | ○ Randthema       |
| ◐ teilweise behandelt | – nicht behandelt |

## 4 Anforderungen an den Lösungsansatz

Um die in Kapitel 3.4 definierten Handlungsbedarfe zu erfüllen, werden Anforderungen formuliert, die an den, in der vorliegenden Arbeit erarbeiteten, Lösungsansatz gestellt werden. In der Formulierung der Anforderungen wird sowohl auf die Satzschablonen als auch die Gütekriterien zur Anforderungsformulierung der SOPHISTEN zurückgegriffen, um die Qualität in der Anforderungsspezifikation zu gewährleisten. Durch die Nutzung der Anforderungsschablonen wird beispielsweise gewährleistet, dass gewisse negative, sprachliche Effekte von vornherein in den Anforderungen nicht auftauchen. Genutzt wird die Schablone in zweiter Auflage, veröffentlicht durch die SOPHISTen in Zusammenarbeit mit RUPP in „Requirements-Engineering und -Management“ [RS14, S. 215–246]. Durch die Überprüfung der gestellten Anforderungen wird über die Handlungsbedarfe auf das Erreichen des Forschungsziels geschlossen. Die Anforderungen stellen den konkreten Rahmen und die detaillierte Zielformulierung für die Erarbeitung des Lösungsansatzes der vorliegenden Arbeit dar. Dem wissenschaftlichen Vorgehen (vgl. Bild 2) folgend beruht die Ableitung der Anforderungen auf drei Eingangsgrößen, der Literaturrecherche und nachfolgenden Analyse sowie zweier bilateraler Forschungsprojekte. Für jede Anforderung wird aufgezeigt, welchem Kontext – Literaturrecherche, bilaterales Forschungsprojekt oder beidem – die Anforderungen jeweils entstammen.

Die Strukturierung der Anforderungen orientiert sich an der Dissertation von WICKEL, die aufbauend auf HAMRAZ [Ham13, S. 65], die vier Kategorien „Input-orientierte Anforderungen“, „Anforderungen an Modell und Modellbildung“, „Ergebnisorientierte Anforderungen“ und „Anwendungsorientierte Anforderungen“ verwendet [Wic17, S. 46]. Die Kategorien werden als **Input**, **Modell und Modellbildung**, **Output** und **Anwendung** in dieser Arbeit als Grundlage genommen. Insgesamt sind alle Aspekte, die an die Entwicklung eines anwendbaren Modells und Methoden gestellt werden können, abgedeckt.

Vom **Input** ausgehend muss die Einbindung von sowohl heuristischen Daten als auch Datenreihen möglich sein. Die Nutzung von heuristischen Daten schließt dabei insbesondere die Nutzung von Erfahrungswissen der Anwender ein, das in der Form von Diskussionen in Workshops erhoben wird. Die Datenreihen beziehen sich insbesondere auf Datensätze, die für Einfluss- und Schlüsselfaktoren zur Verfügung stehen, um die direkte Berechnung von Einfluss- und Konsistenzwerten zu ermöglichen. Durch die Fähigkeit zur Verarbeitung von heuristischen Daten und Datenreihen können die jeweiligen Vorteile der genutzten Datengrundlage der verschiedenen Schulen der Szenario-Technik genutzt werden (A1: Einbindung von heuristischen Daten und Datenreihen). Diese Anforderung wurde im Rahmen der Literaturrecherche hergeleitet und stellt die Verbindung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Schulen der Szenario-Technik dar (vgl. Kapitel 3.2.1, 3.2.2 und 3.2.3). Die Anforderung deckt sich mit den Anforderungen an das bilaterale Forschungsprojekt in der Praxis, in dem sowohl das unternehmenseigene Wissen nutzbar gemacht werden muss als auch die externe Perspektive eingebracht werden soll.

Auf der Umsetzungsebene können Anforderungen an das **Modell und die Modellbildung** formuliert werden. Bei den Anforderungen an das Modell kann ebenso zwischen dem Vorgehensmodell der Szenario-Technik und der zugrundeliegenden Modellierung unterschieden werden. Das Vorgehensmodell muss im Sinne der ausführenden Ebene alle relevanten Schritte der Szenario-Technik durchgängig abbilden (A2: Durchgängiges Vorgehensmodell). Die zugrundeliegende mathematische Modellierung baut auf dem definierten Vorgehensmodell auf. In der Modellierung müssen die Artefakte der jeweiligen Schritte vollumfänglich aufeinander abgebildet werden. Die Anforderungen an das Modell resultieren dabei ebenso aus der Analyse des Stands der Technik und Forschung und führen in ihrer Erfüllung zu einem durchgängigen, transparenten Vorgehensmodell der Szenario-Technik (A3: Transparente, mathematische Modellierung). Auf Basis der Modellierung und des Vorgehensmodells können Algorithmen zur Reduktion des Anwendungsaufwands abgeleitet werden. Durch die Algorithmen werden die Anwender in der Durchführung einer Szenario-Studie unterstützt, aber nicht ersetzt. Im Rahmen der Einflussanalyse muss der Algorithmus dabei eine stetige (A4: Stetiger Algorithmus der Einflussanalyse) und robuste (A5: Robuster Algorithmus der Einflussanalyse) Auswahl der Schlüsselfaktoren erlauben. Durch die Stetigkeit im mathematischen Sinne wird eine eindeutige Auswahlreihenfolge der Einflussfaktoren erreicht und durch die Robustheit haben kleine Änderungen in der Datengrundlage keine Auswirkungen auf die Reihenfolge der Auswahl. Im Rahmen der Konsistenzanalyse wiederum müssen durch die Anwendung von Algorithmen Konsistenzwerte effektiv, im Sinne eines niedrigen Fehlerquotienten, vorgeschlagen werden (A6: Automatisierte Konsistenzanalyse) und mehrere Kriterien zur Szenario-Auswahl gleichzeitig anwendbar sein (A7: Parallele Anwendung der Kriterien zur Szenario-Auswahl). Der Bedarf der Reduktion des Anwendungsaufwands durch Algorithmen der Szenario-Technik entstammt den Anforderungen an das Szenario-Projekt im Industriekontext. So hat sich in den Anforderungen an die bilateralen Forschungsprojekte gezeigt, dass Szenario-projekte im industriellen Einsatz knappen Ressourcenbeschränkungen unterliegen. Die spezifischen Anforderungen an die expliziten Algorithmen der Szenario-Technik basieren auf der Analyse des Stands der Technik und Forschung (vgl. Kapitel 3.2.5 und 3.3).

In der **Anwendung** muss das Modell sowohl ein allgemeines als auch spezifisches Anwendungsfeld erlauben, um die Vorteile der verschiedenen Schulen der Szenario-Technik zu vereinen. Dabei ist eine Verankerung der Ergebnisse der Szenario-Technik im ingenieurwissenschaftlichen Kontext essenziell, um die Identifikation neuer Produkte und Märkte zu ermöglichen (A8: Anwendungsfeld/ Betrachtungsfeld (insb. Maschinenbau)). Durch die Ermöglichung der agilen Anwendung des Vorgehensmodells kann zudem der Anwendungsaufwand in der langfristigen Implementierung im Unternehmenskontext auf ein Minimum reduziert werden (A9: Agiles Vorgehen). Die Anforderungen entstammen dabei sowohl der Literaturrecherche als auch dem bilateralen Forschungsprojekt. So wurde der Bedarf nach der Anwendung der Szenario-Technik durch verschiedene Projekte in unterschiedlichen Anwendungsfeldern, in den bilateralen

Forschungsprojekten mit den mittelständischen Technologieunternehmen insbesondere aus dem Ingenieurwissenschaftlichen Kontext herausgestellt.

An das **Ergebnis** werden zwei verschiedene Anforderungen gestellt. So muss das Ergebnis interpretierbar sein, um eine Umsetzung des Ergebnisses grundsätzlich zu ermöglichen (A10: Interpretierbarkeit). Die Umsetzung der Anforderung zeigt in letzter Konsequenz die geforderte Transparenz. Zudem muss für das Ergebnis Akzeptanz gefordert werden, um die Umsetzung nicht nur grundlegend zu ermöglichen, sondern auch zu fördern (A11: Akzeptanz & Anwendung). Beide Anforderungen basieren dabei sowohl auf der Literaturrecherche (vgl. Kapitel 3.2.4) als auch der Anwendung in der industriellen Praxis. So müssen die Ergebnisse der Szenario-Studie in der industriellen Anwendung leicht anwendbar sein und von allen beteiligten akzeptiert werden.

*Tabelle 10: Anforderungen an den Lösungsansatz*

Titel		Anforderung
<b>Input</b>		
<b>A1</b>	Einbindung von heuristischen Daten und Datenreihen	Als Datengrundlage der Szenario-Technik müssen sowohl heuristische Daten als auch Datenreihen nutzbar sein.
<b>Modell, Modellierung und Methoden</b>		
<b>A2</b>	durchgängiges Vorgehensmodell	Das Vorgehensmodell muss alle relevanten Schritte der Szenario-Technik beinhalten.
<b>A3</b>	transparente, mathematische Modellierung	In der mathematischen Modellierung müssen alle Artefakte der Szenario-Technik eindeutig aufeinander abgebildet werden.
<b>A4</b>	stetiger Algorithmus der Einflussanalyse	Der Algorithmus der Einflussanalyse muss stetig im mathematischen Sinne bezüglich der Wahl der Schlüsselfaktoren sein.
<b>A5</b>	robuster Algorithmus der Einflussanalyse	Der Algorithmus der Einflussanalyse muss robust bezüglich der Wahl der Schlüsselfaktoren sein.
<b>A6</b>	automatisierte Konsistenzanalyse	Durch den Algorithmus der Konsistenzanalyse können effektiv Konsistenzwerte vorgeschlagen werden.
<b>A7</b>	parallele Anwendung der Kriterien zur Szenario-Auswahl	Durch den Ansatz der Konsistenzanalyse können parallel mehrere Kriterien der Szenario-Auswahl angewandt werden.
<b>Anwendung</b>		
<b>A8</b>	Anwendungsfeld/ Betrachtungsfeld	Die Szenario-Technik kann für verschiedene Anwendungs- und Betrachtungsfelder angewandt werden.
<b>A9</b>	agiles Vorgehen	Das Vorgehensmodell der Szenario-Technik ermöglicht eine agile Anwendung.
<b>Ergebnis</b>		
<b>A10</b>	Interpretierbarkeit	Die Ergebnisse der Szenario-Technik sind interpretierbar.
<b>A11</b>	Akzeptanz & Anwendung	Die Ergebnisse der Szenario-Technik werden akzeptiert und sind anwendbar.



## 5 Entwicklung des Vorgehensmodells

### 5.1 Entwicklung des generischen Vorgehensmodells

In den Schulen der Szenario-Technik sind jeweils unterschiedliche Ablaufmodelle veröffentlicht worden. Die Modelle und damit auch die Methoden unterscheiden sich in verschiedenen Aspekten, wie den zugrundeliegenden Bewertungsgrößen oder auch der Anzahl an Ablaufschritten. So wird im Modell nach GORDON in acht Schritten die Eintrittswahrscheinlichkeit als Bewertungsgröße [Gor94b] und im Modell nach GRIENITZ die Konsistenz genutzt, um in vier Schritten Szenarien herzuleiten [Gri15].

Für eine durchgängige, mathematische Modellierung der Szenario-Technik muss das zugrundeliegende Modell ebenfalls durchgängig sein. Ein Referenzmodell ist dabei ein Modell, das gültig für eine Klasse an Problemen ist und die Darstellung allgemeingültiger betrieblicher Sachverhalte anstrebt [Bar15, S. 22, BRS99, S. 23]. Ein Referenzmodell kann darüber hinaus zur Konstruktion von expliziten Modellen genutzt werden [Bar15, S. 22–23, Tho06, S. 16]. Die Herleitung eines solchen allgemeingültigen Referenzmodells ist durch den Vergleich verschiedener, repräsentativer Modelle möglich, wobei die Entwicklung des Referenzmodells der Szenario-Technik in dieser Arbeit dem Vorgehen von KREIMEYER [Kre09, S. 108–111] angelehnt wird. Das aus dem Referenzmodell abgeleitete Modell ist das Vorgehensmodell der modellbasierten Szenario-Technik nach GRÄBLER, THIELE und SCHOLLE [GTS22].

In der Definition des Referenzmodell der Szenario-Technik wird in fünf Schritten vorgegangen und auf der Arbeit von KIRCHBERG aufgebaut [Kir21]:

- 1) **Identifikation repräsentativer Vorgehensmodelle der Szenario-Technik:** Auf Basis des Stands der Technik in Kapitel 3.2 werden repräsentative Vorgehensmodelle der verschiedenen Schulen der Szenario-Technik identifiziert.
- 2) **Entwicklung von Vergleichsmodellen:** Die jeweiligen Ablaufdarstellungen werden in ein einheitliches Format überführt, um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen. Dabei werden insbesondere die Beziehungen zwischen den Ablaufschritten beschrieben. Die so in eine vereinheitlichte Form gebrachten Modelle werden nachfolgend Vergleichsmodelle genannt.
- 3) **Entwicklung der Referenzmodellschritte:** Durch Analyse der einzelnen standardisierten Modelle werden die repräsentativen Ablaufschritte und Beziehungen zwischen diesen Ablaufschritten identifiziert und zusammengeführt.
- 4) **Entwicklung des Referenzmodells:** Auf Basis der Referenzmodellierungsschritte und den identifizierten Vorgehensmodellen wird das Referenzmodell entwickelt.
- 5) **Visualisierung des Referenzmodells der Szenario-Technik:** Durch Analyse des Referenzmodells der Szenario-Technik wird eine Visualisierung abgeleitet.

### 5.1.1 Identifikation repräsentativer Modelle der Szenario-Technik

Die relevanten Vorgehensmodelle der Szenario-Technik werden auf Basis einer Literaturrecherche identifiziert. Dazu wird die Methode nach BRINER und DENYER angewandt [BD14], die sich in vier Schritte unterteilt:

#### Identifikation der Forschungsfrage

Um die Literaturrecherche durchführen zu können, muss zunächst eine spezifische Forschungsfrage für die Recherche definiert werden. Durch BRINER und DENYER werden verschiedene Möglichkeiten zur Ableitung der Forschungsfrage gegeben [BD14, S. 117–120] und Werkzeuge wie die CIMO-Methode [DT09, S. 683] sowie Negativ-Beispiele zur Formulierung von Forschungsfragen gegeben. Auf Basis dieser Werkzeuge wurde die folgende Forschungsfrage definiert: Welcher Ansatz der Szenario-Technik enthält Vorgehensmodelle mit eindeutig definierten Schritten?

#### Finden und Auswählen relevanter Studien

Im zweiten Schritt werden die Vorgehensmodelle der Szenario-Technik identifiziert. Hierzu wird zunächst ein Forschungsprotokoll für den Rahmen angelegt [BD14, S. 120–122]. Die Recherche wird primär in der Datenbank Science Direct ausgeführt und darüber hinaus werden Übersichtstudien zu Methoden der Szenario-Technik genutzt, um alle relevanten Methoden identifizieren zu können. Science Direct wird als Datenbasis gewählt, da die beinhalteten Veröffentlichungen einem wissenschaftlichen Mindeststandard genügen und die einschlägigen Veröffentlichungsorgane der zugrundeliegenden Disziplinen der Arbeit beinhalten. Als Suchterme werden die Folgenden gewählt, (vgl. Tabelle 3): scenario method, scenario approach, scenario methodology, scenario-technique. Diese Suchterme werden im Titel, im Abstract und in den Keywords gesucht.

*Tabelle 11: Suchstrategie der relevanten Vorgehensmodelle der Szenario-Technik*

Kategorie	Schritt	
<b>Suchstrategie</b>	1	Science Direct: Advanced Search
	2	find articles with these terms
	3a	"scenario method" AND ("scenario approach" OR "scenario methodology" OR "scenario technique" OR "scenario process")
	3b	„scenario planning“ AND ("scenario approach" OR "scenario methodology" OR "scenario method" OR "scenario process" OR "scenario technique")
	3c	„scenario method“ AND (approach OR methodology OR process)
	4	Language: English
	5	Time span: offen
<b>Kriterien</b>	Ausschluss irrelevanter Artikel durch Titel, Abstract und Schlagworte	
	Analyse identifizierter Artikel	



Ferner wurde der Übersichtsartikel von AMER ET AL. [ADJ13] analysiert, da dieser einen breiten Überblick über die in der Industrie und Wissenschaft verwendeten Methoden der Szenario-Technik sowie über die historische Entwicklung der verschiedenen Schulen gibt. Auf Basis der in Tabelle 11 dargestellten Suchstrategie konnten insgesamt 364 Veröffentlichungen identifiziert werden. Die resultierenden Publikationen werden weiter auf ihren Inhalt hin analysiert und darauf hin, ob sie keine, eine oder mehrere Vorgehensmodelle der Szenario-Technik und entsprechende Ablaufmodelle enthalten.

### Die Studien kritisch würdigen

Die zuvor identifizierten Veröffentlichungen wurden nachfolgend auf ihre Relevanz für die Forschungsfrage bewertet. Dazu werden die Ergebnisse in vier verschiedene Kategorien eingeteilt:

- 1) **Modelle und Methoden:** In der Veröffentlichung wird ein Vorgehensmodell oder eine (Teil-)Methode der Szenario-Technik beschrieben.
- 2) **Szenario-Studien:** In der Veröffentlichung wird eine Case-Study oder eine Anwendung der Szenario-Technik beschrieben.
- 3) **Übersicht/ Diskussion:** In der Veröffentlichung werden entweder verschiedene Vorgehensmodelle und Methoden zusammengetragen oder kritisch diskutiert.
- 4) **Verworfen:** Aus der Veröffentlichung lässt sich kein relevantes Vorgehensmodell oder keine relevante Methode der Szenario-Technik extrahieren.

Ein Teil der Veröffentlichungen wurde dabei durch mehr als einen Suchterm identifiziert, nachfolgend Duplikate genannt. Ohne Duplikate sind insgesamt 332 Veröffentlichungen zu klassifizieren. Die Zusammenfassung der Klassifizierung ist in Tabelle 12 dargestellt und die Liste aller klassifizierten Veröffentlichungen ist in Anhang A3 aufgeführt.

*Tabelle 12: Ergebnis der kritischen Würdigung der Literaturrecherche zu Vorgehensmodellen der Szenario-Technik*

Quelle	Anzahl Quellen	Modelle und Methoden	Szenario-Studien	Übersicht/ Diskussion	verworfen
[ADJ13]	139	77	19	33	10
Suchterm 1	165	27	45	5	88
Suchterm 2	43	19	13	8	3
Suchterm 3	19	9	8	0	2
Summe	366	132	85	46	103
Ohne Duplikate	332	113	74	44	101

Nach der ersten Durchsicht der Veröffentlichungen blieben 231 relevante Publikationen übrig, welches der Summe aller Modelle und Methoden, Szenario-Studien und Übersichts-/ Diskussionspapiere entspricht. Die hohe Zahl der verworfenen Veröffentlichungen ist auf die Mehrdeutigkeit (vgl. Kapitel 3.1.1) und die multidisziplinäre Verwendung von Szenarien zurückzuführen. Da Science Direct beispielsweise Satzzeichen und Singular/ Plural in den Suchoptionen ausschließt, führen abstrakte Ausdrücke wie "In this scenario, methods for Training Set Selection" [AHT18] zur Identifizierung von Publikationen für den Term „scenario method“. Die identifizierten 231 Publikationen werden im nächsten Schritt näher analysiert.

## Analyse und Synthese der Ergebnisse aus den Studien

Im vierten Schritt der Literaturrecherche werden die verbleibenden 231 Publikationen auf die in ihnen beschriebenen Vorgehensmodelle und Methoden hin analysiert – mit dem Ziel, standardisierte Szenario-Ablaufmodelle, oder kurz: Modelle, ableiten zu können. Für die einzelnen Kategorien wird jeweils unterschiedlich vorgegangen. Die Veröffentlichungen der ersten Kategorie „Modelle und Methoden“ enthalten jeweils das weiter zu nutzende Modell. Für die Publikationen der zweiten Kategorie „Szenario-Studien“ ist jeweils das genutzte Modell zu recherchieren, da dieses zum Teil nur referenziert und nicht erläutert ist. Für die Publikationen der dritten Kategorie „Übersicht/ Diskussion“ sind die in den Publikationen enthaltenen Modelle ebenso zu recherchieren.

Die so identifizierten Modelle werden in einem ersten Schritt den Schulen der Szenario-Technik nach AMER ET AL. [ADJ13], aufbauend auf der Klassifizierung nach BRADFIELD ET AL. [BWB05], zugeordnet. In einem zweiten Schritt werden nun auftretende Dopplungen und eng verknüpfte Modelle identifiziert. Insbesondere die Modelle, die der Literaturrecherche der Science-Direct Datenbank entstammen, stellen oft Weiterentwicklungen oder Anpassungen von etablierten Modellen dar. Ohne die Dopplungen konnten insgesamt 71 verschiedene Modelle identifiziert werden. Die identifizierten Modelle werden dabei in die drei Schulen der Szenario-Technik eingeteilt, wobei als vierte Kategorie die Modelle der La Prospective und der konsistenzbasierten Ansätze explizit unterschieden werden und zusätzlich als eine Kategorie der nicht klassifizierten Ansätze geführt wird. Die Modelle teilen sich dabei wie folgt auf: Intuitive Logics: 11; PMT: 16; La Prospective: 5; Konsistenzbasierte Methoden; 11; Weitere: 35. Die komplette Liste wird in Anhang A4 detailliert dargestellt.

Im weiteren Verlauf werden nur die Modelle berücksichtigt, die ein Ablauf- oder Vorgehensmodell mit eindeutig definierten Schritten enthalten. Ausgeschlossen werden zudem die Modelle, die keine bedeutende Erweiterung oder Änderung eines bestehenden Modells oder Vorgehens, wie beispielsweise die Verwendung von Synonymen der Ablaufschritte, darstellen. Somit können die 71 Modelle auf 18 Modelle reduziert werden. Diese sind mit Zuordnung zur Schule, Namen der Methode, Autoren, Anzahl der Ablaufschritte und der Quelle in der Tabelle 13 aufgeführt:

Tabelle 13: Identifizierte Vorgehensmodelle der Szenario-Technik

Name	Autoren	Anzahl der Schritte	Quelle
<b>Intuitive Logics</b>			
GBN	SCHWARTZ	8	[Sch96]
SRI	WACK	8	[HH87, Wac85a, Wac85b]
scenario planning	VAN DER HEIJDEN	6	[van05]
scenario planning	SCHOEMAKER	6	[Sch95b]
augmented IL approach	DERBYSHIRE; WRIGHT	8	[DW17]
scenario-driven technology roadmapping	HUSSAIN, TAPINOS, KNIGHT	6	[HTK17]
<b>weitere Methoden</b>			
modelbased logic	Battelle-Institut	8	[Mey92]
<b>Probabilistic Modified Trends</b>			
Futures Group - Trend-Impact-Analyse	GORDON	8	[GBG74, GH68, Gor94b]
IFS (vorher BASIC)	Battelle-Institut	7	[HH87]
INTERAX	ENZER	8	[Enz80]
<b>La Prospective</b>			
La Prospective	GODET	9	[God90]
PPA	BOURGEOIS, PENUNIA, BISHT, BORUK	8	[BPB17]
<b>konsistenzbasierte Ansätze</b>			
Szenario-Technik	REIBNITZ	8	[Rei92]
regelbasierte Szenarioanalyse	HOFMEISTER	8	[Hof99]
integrated process model for agile strategic planning	GRÄßLER, SCHOLLE, POTTEBAUM	7	[GPS17]
Szenario-Technik	GÖTZE	10	[Göt93]
Siegener Ansatz	GRIENITZ	4	[Gri18, GS09]
Szenario-Management	GAUSEMEIER	5	[FS16, GFS96]

### 5.1.2 Entwicklung von Vergleichsmodellen

Für die Ableitung des Referenzmodells werden die in Kapitel 5.1.1 identifizierten Vorgehensmodelle auf ein einheitliches, vergleichbares Format mit gleichen Begriffen für die Schritte und deren Beziehungen überführt – sogenannte Vergleichsmodelle. Hierzu werden zunächst vorgehensmodellübergreifend alle Schritte in der Benennung

vereinheitlicht, um Synonyme und die Formulierung anzugleichen. So wurde beispielsweise der Ablaufschritt „Ableitung von Projektionen“ zu „Projektionsableitung“ umformuliert. Die Schritte sind dabei jeweils in einem Begriff als Substantivierung angegeben. In einem zweiten Schritt werden für jeden Schritt die jeweils benötigten Vorinformationen und erforderlichen Eingangsgrößen definiert. Die Übersicht über alle 18 Vergleichsmodelle ist im Anhang A5 aufgeführt. Um das Format darzustellen, wird beispielhaft die Vergleichsdarstellung am Vorgehensmodell der agilen strategischen Planung von GRÄBLER, POTTEBAUM und SCHOLLE [GPS17] in Tabelle 14 gezeigt. In der Spalte „Schritt“ sind die Schritte gegeben, wie sie in originaler Form veröffentlicht wurden, die Spalte „Vergleichsschritt“ gibt die vereinheitlichten Schritte wieder und die Spalte „erforderliche Eingangsgröße“ die Ergebnisse, die für den jeweiligen Schritt aus vorherigen oder nachgelagerten Schritten benötigt werden.

*Tabelle 14: Standardisiertes Vorgehensmodell der agilen Strategischen Planung nach GRÄBLER, POTTEBAUM und SCHOLLE [GPS17]*

Nr.	Schritt	Vergleichsschritt	Erforderliche Eingangsgröße
1	Aufgabenanalyse	Aufgabenanalyse	aus 7: Vergangene Szenario-Projekte
2	Einflussanalyse	Einflussanalyse	aus 1: identifizierte Aufgabenstellung aus 5: entwickelte Szenarien
3	Ableitung von Projektionen	Projektionsableitung	aus 2: identifizierte Schlüsselfaktoren
4	Konsistenzbewertung	Konsistenzanalyse	aus 3: entwickelte Zukunftsprojektionen aus 2: identifizierte Einflussfaktoren historische Daten der Einflussfaktoren
5	Szenario-Entwicklung	Szenario-Entwicklung	aus 4: Konsistenz der Szenarien aus 1: identifizierte Problemstellung
6	Ableitung von Konsequenzen	Konsequenzenableitung	aus 5: entwickelte Szenarien aus 2: identifizierte Einflussfaktoren
7	Transfer	Transfer	aus 6: entwickelte Implikationen aus 6: Störereignisse aus 1: identifizierte Problematik aus 2: identifizierte Einflussfaktoren

### 5.1.3 Entwicklung der Referenzmodellschritte

Für die Ableitung der Ablaufschritte werden die vereinheitlichten Ablaufschritte der Vergleichsmodelle betrachtet, geclustert und für die Beziehungen werden die zuvor identifizierten erforderlichen Eingangsgrößen den neuen Ablaufschritten abgebildet. Die Clusterung der Vergleichsschritte ist in Tabelle 15 zusammengefasst, wobei der Spalte „Vergleichsschritt“ jeweils der Eintrag in der Spalte „Referenzschritt“ zugeordnet wird.

Tabelle 15: Zuordnung der standardisierten Schritte zu den Referenzschritten

Referenzschritt	standardisierter Schritt
<b>Aufgabenanalyse</b>	Aufgabenanalyse, Problemanalyse, Problemdefinition, Problemidentifikation, Simulationsspezifikation, Stakeholder-Analyse, Teamzusammensetzung
<b>Einflussanalyse</b>	Deskriptordefinition, Einflussanalyse, Einflussdefinition, Einflussidentifikation, Einflusspriorisierung, Entscheidungsfaktorenidentifikation, Entscheidungsfaktoridentifikation, Identifikation Einflussfaktoren, Schlüsselfaktoridentifikation, Umwelteinflussanalyse, Umwelteinflussidentifikation, Umweltfaktoridentifikation
<b>Projektionsableitung</b>	Projektionsableitung, Trendanalyse, Trendidentifikation
<b>Szenario-Definition und -Analyse</b>	Auswirkungsanalyse, Sensitivitätsanalyse, Störereignisanalyse, Szenario-Analyse, Szenario-Ausarbeitung, Szenario-Beschreibung, Szenario-Entwicklung, Szenario-Entwicklung/ Konsistenzanalyse/ Plausibilitätsanalyse/ Robustheitsanalyse, Szenario-Interpretation, Konsistenzprüfung, Konsistenzanalyse, Rohszenario-Entwicklung, Rohszenario-Analyse, Szenario-Bildung, Szenario-Definition, Szenario-Entwicklung/ Szenario-Beschreibung, Wahrscheinlichkeitsdefinition
<b>Transfer</b>	Implikationsanalyse, Implikationsanalyse/ Transfer, Implikationsentwicklung, Konsequenzenableitung, Transfer
<b>Maßnahmenumsetzung</b>	Strategieanpassung, Umfeldbeobachtung

Im Schritt „**Aufgabenanalyse**“ werden alle Schritte der Problem- und Aufgabenanalyse zusammengefasst. Ergebnis der einzelnen Methoden ist jeweils der Rahmen der Szenario-Studie, eine Aufgabenstellung beziehungsweise ein Problem und ein Ziel der Szenario-Studie. Da die Begriffe Problem und Aufgabe synonym verwendet werden und neben der reinen Definition der Aufgabenstellung unter Umständen auch Analyseschritte ausgeführt werden, wurde der Begriff „Aufgabenanalyse“ für den Referenzschritt gewählt.

Im Schritt „**Einflussanalyse**“ werden die Schritte mit direktem Bezug zu den Einflussfaktoren zusammengefasst. Neben der Identifikation und Definition dieser Einflussfaktoren werden Einflussfaktoren in einem Teil der Modelle priorisiert sowie für die weitere Verwendung in der Szenario-Methode selektiert. Synonyme für Einflussfaktoren sind Entscheidungsfaktoren und Umweltfaktoren. Selektierte Einflussfaktoren werden auch Schlüsselfaktoren genannt. Durch die Selektionsschritte kann nicht nur von einer Einflussfaktordefinition gesprochen werden und so wird der Referenzschritt „Einflussanalyse“ genannt.

Aufbauend auf den Einflussfaktoren werden die Projektionen der Einflussfaktoren abgeleitet. Synonym zu Projektionen wird auch der Begriff Trends genutzt. Die Projektionen können dabei definiert werden oder auch berechnete Extrapolationen darstellen und folglich wird der Schritt als „**Projektionsableitung**“ zusammengefasst.

Die Handhabung der Szenarien wird im Schritt „Szenario-Definition und -Analyse“ behandelt. In der „**Szenario-Definition**“ werden die Schritte gebündelt, die zur reinen

Erstellung der Szenarien dienen. Dabei werden in einem Teil der Methoden zunächst Rohszenarien erstellt und abhängig von der Methode Konsistenzen oder Wahrscheinlichkeiten ermittelt. In der „**Szenario-Analyse**“ werden die zuvor ermittelten Szenarien auf verschiedene Faktoren hin analysiert und nachfolgend ausformuliert.

Die Vorbereitung des Praxistransfers der Szenarien wird im Schritt „**Transfer**“ zusammengeführt. Es werden aufbauend auf den berechneten, selektierten und interpretierten Szenarien Konsequenzen und Handlungsempfehlungen abgeleitet. Zu den Konsequenzen gehören zum Beispiel die Normstrategie für ein Unternehmen, die auf dem am meisten gewünschten Szenario basiert, und alternative Strategien für die anderen Szenarien.

Die Umsetzung der abgeleiteten Maßnahmen wird im Schritt „**Maßnahmenumsetzung**“ durch die im Transfer definierten Schritte zur Einführung der Normstrategie durchgeführt. In regelmäßigen Abständen wird die Validität der Prämissen durch die Umfeldbeobachtung, mit einem sogenannten Umfeldbeobachtungssystem überprüft.

#### 5.1.4 Entwicklung des Referenzmodells

Das Referenzmodell wird nun dadurch gebildet, dass alle sechs Schritte der Referenzmodellierungssprache untereinander in Beziehung gesetzt werden. Für die Beziehungen, die die Referenzschritte in Verbindung zueinander setzen, werden die erforderlichen Eingangsgrößen der jeweiligen Schritte betrachtet. Die zuvor identifizierten erforderlichen Eingangsgrößen werden anhand der identifizierten Referenzmodellschritte zueinander geordnet und in der Formulierung einander angepasst. So benötigt im Vorgehensmodell nach GRÄBLER, POTTEBAUM und SCHOLLE [GPS17] der Schritt der „Ableitung der Projektionen“ die identifizierten Schlüsselfaktoren aus dem Schritt der „Einflussanalyse“ (vgl. Tabelle 14). Dies wird überführt in die Beziehung „identifizierte Schlüsselfaktoren“ vom Schritt „Einflussanalyse“ in den Schritt „Projektionsableitung“. In Summe konnten so 63 verschiedene abstrahierte erforderlichen Eingangsgrößen zwischen den sechs Schritten des Referenzmodells identifiziert werden, die jeweils mehrfach auftauchen können. So fließen die „entwickelten Szenarien“ aus dem Schritt „Szenario-Definition und -Analyse“ sowohl in den Schritt „Transfer“ als auch in den Schritt „Maßnahmenumsetzung“ ein.

Die Schritte des ausführlichen Referenzmodells sind durch die Abstraktion der Inhalte zwar als ungeordnet anzusehen, jedoch implizieren die untersuchten Vorgehensmodelle eine Reihung. Die statistisch am häufigsten vorkommende Reihung der Schritte ist dabei: 1. Aufgabenanalyse, 2. Einflussanalyse, 3. Projektionsableitung, 4. Szenario-Definition und -Analyse, 5. Transfer, 6. Maßnahmenumsetzung. Diese statistisch am häufigsten vorkommende Reihung wird in Kapitel 6 als sachlogische Reihenfolge der Schritte und Artefakte zugrunde gelegt. Werden die Schritte in der Reihenfolge gegeneinander aufgetragen, ergibt sich die folgende Bedeutung:

Um das Referenzmodell in ein handhabbares Modell zu überführen, wird die Anzahl der Ergebnisse für jede Kombination an Referenzschritten betrachtet (vgl. Tabelle 16). So werden besonders viele Vorergebnisse aus den Schritten Projektionsableitung und Einflussanalyse in die Schritte Szenario-Definition und -Analyse gegeben. Bei Betrachtung der Ergebnisse kommen diese teilweise nur einfach vor oder sind sich sehr nahe („Ausprägungen der kritischen Deskriptoren“ & „Ausprägungen der Einflussfaktoren“).

*Tabelle 16: Vorkommen der Ergebnisse im Referenzmodell*

Eintrag in Zeile ist Vorergebnis für Eintrag in Spalte	Aufgaben-analyse	Einfluss-analyse	Projektions-ableitung	Szenario-Definition und -Analyse	Transfer	Maßnahmen-umsetzung
<b>Aufgabenanalyse</b>	2	3	3	3	3	2
<b>Einflussanalyse</b>	1	4	8	12	1	3
<b>Projektionsableitung</b>	0	2	5	17	0	2
<b>Szenario-Definition und -Analyse</b>	1	2	3	12	6	2
<b>Transfer</b>	1	0	0	0	3	6
<b>Maßnahmenumsetzung</b>	1	0	0	0	0	0

Das ausführliche Referenzmodell ist in Anhang A6 gegeben. Als vereinfachtes Referenzmodell der Szenario-Technik wird die Darstellung in Tabelle 17 abgeleitet. Die Schritte sind in einer quadratischen Matrix gegeneinander aufgetragen und ein Eintrag ist wie folgt zu lesen: Das Vorergebnis in der Zeile N fließt als Vorergebnis in den Schritt der Spalte M ein. Das vereinfachte Modell in Tabelle 17 wird nachfolgend kurz als das Referenzmodell der Szenario-Technik bezeichnet. Unter Betrachtung der Ähnlichkeit der Ergebnisse sowie der Häufigkeit ihres Auftretens können die Ergebnisse jeweils zu einer griffigen Beschreibung der benötigten Ergebnisse zusammengefasst werden. Die Ergebnisse sind dabei insbesondere die Aufgaben, Einflussfaktoren, Deskriptoren, Schlüsselfaktoren, Projektionen, Szenarien, selektierte Szenarien, Lösungen. Diese Ergebnisse werden im weiteren Verlauf auch Artefakte der Szenario-Technik genannt. Zur einfacheren Lesbarkeit sind die drei Teilmatrizen farblich markiert mit der Diagonalen in Dunkelgrau, der oberen Dreiecksmatrix in Hellgrau und der unteren Dreiecksmatrix in Weiß.

Tabelle 17: Referenzmodell der Szenario-Technik (eigene Darstellung)

Zeile ist Vorergebnis für Spalte	Aufgabenanalyse	Einflussanalyse	Projektionsableitung	Szenario-Definition und -Analyse	Transfer	Maßnahmenumsetzung
<b>Aufgabenanalyse</b>	Verständnis der Problemstellung und identifizierter Szenario-Rahmen	Identifizierter Szenario-Rahmen, Ausgangszustand und Problemstellung	identifizierter Szenario-Rahmen, Ausgangszustand und Problemstellung	identifizierter Szenario-Rahmen, Ausgangszustand und Problemstellung	identifizierter Szenario-Rahmen, Ausgangszustand und Problemstellung	identifizierter Szenario-Rahmen, Ausgangszustand und Problemstellung
<b>Einflussanalyse</b>	identifizierte Einflussfaktoren	identifizierte Einflussfaktoren, Einflussbereiche und Deskriptoren	identifizierte Schlüsselfaktoren und Deskriptoren	identifizierte Schlüsselfaktoren und Deskriptoren und historische Daten der Einflussfaktoren	identifizierte Schlüsselfaktoren	Schlüsselfaktoren und deren Einfluss- & Abhängigkeitsverknüpfungen
<b>Projektionsableitung</b>		identifizierte Trends und Deskriptoren	identifizierte Vergangenheits-(Trends) und Zukunftsprojektionen	Ausprägungen/ Trends/ Projektionen und Unsicherheiten der Einflussfaktoren und Deskriptoren		Ausprägungen/ Trends/ Projektionen und Unsicherheiten der Einflussfaktoren und Deskriptoren
<b>Szenario-Definition und -Analyse</b>	Beziehungen unter den Szenarien	entwickelte Szenarien	Eintrittswahrscheinlichkeit und Konsistenz von Auslösern	Menge der selektierten Rohszenarien sowie Konsistenz, Eintrittswahrscheinlichkeit und Unsicherheiten der Szenarien	entwickelte, analysierte und bewertete Szenarien	entwickelte, analysierte und bewertete Szenarien
<b>Transfer</b>	vergangene Szenario-Projekte				entwickelte Implikationen und Störereignisse	kommunizierbare und analysierte Szenarien, Implikationen und Auslöser
<b>Maßnahmenumsetzung</b>	vergangene Szenario-Projekte					



Die Elemente der **Diagonale** des Referenzmodells bedeuten, dass der spezifische Referenzschritt Vorergebnisse aus sich selbst benötigt. Dies ist in der der Zusammenlegung von mehreren standardisierten Schritten zu einem Referenzschritt begründet. Die Elemente **oberhalb der Diagonalen** des Referenzmodells sind die Ergebnisse, die in sequenzieller Flussrichtung in einen nachfolgenden Schritt einfließen. Diese Richtung ist dabei die intuitive Richtung und die Ergebnisse sind für eine einmalige Ausführung der Szenario-Technik notwendig. Die Elemente **unterhalb der Diagonalen** des Referenzmodells fließen als Ergebnisse in einen der vorhergehenden Schritte zurück. Diese Ergebnisse werden dann genutzt, wenn die Schritte im Referenzmodell nicht in der oben gegebenen Reihung durchlaufen oder die Schritte iterativ ein zweites Mal durchlaufen und so die Ergebnisse aus einem vorhergehenden Schritt genutzt werden.

### 5.1.5 Visualisierung des Referenzmodells der Szenario-Technik

Das Referenzmodell stellt detailliert alle Beziehungen zwischen den zusammengefassten Schritten der am häufigsten verwendeten Methoden der Szenario-Technik dar und eignet sich gut für den Vergleich von Vorgehensmodellen der Szenario-Technik. Um die allgemeingültige Struktur des Vorgehens der Szenario-Technik zu verdeutlichen, wird das Referenzmodell in einem weiteren Schritt vereinfacht und visualisiert mit der grafischen Darstellung des Referenzmodells als das Hauptartefakt.

Bei der Vereinfachung der sechs Referenzschritte kann ein Muster innerhalb der Ablaufschritte identifiziert werden. Im Allgemeinen wird sowohl in der Gegenwart als auch in der Zukunft zunächst ein Analyseschritt und dann ein anschließender Syntheseschritt durchgeführt. Die Kombination aus Analyse und Synthese kann iterativ durchgeführt werden, wobei die Ergebnisse jeder Iteration integriert werden.

Zunächst wird ein Bedarf erhoben (**Aufgabenanalyse**), der durch die Szenario-Studie erfüllt werden soll. In einem Analyseschritt wird dann die Gegenwart analysiert (**Einflussanalyse**), um sie in einem Syntheseschritt zu extrapolieren (**Projektionsableitung**). Auf der Seite der Zukunft werden in einem Analyseschritt Szenarien generiert und analysiert (**Szenario-Definition und -Analyse**) und anschließend in einer Synthese (**Transfer**) verarbeitet. Die Umsetzung in die Realität (**Maßnahmenumsetzung**) ist die Erfüllung des zuvor erhobenen Bedarfs. Durch die regelmäßige Überprüfung der Grundannahmen der Szenario-Studie (**Prämissencontrolling**) wird die Erfüllung der Bedürfnisse mit den zuvor erhobenen Bedürfnissen verglichen, um die nächste Iteration des Prozesses der Szenario-Technik anzustoßen. Im Zentrum der Erstellung der Szenarien steht ein Integrationsprozess, der auf methodenabhängigen Kennzahlen basiert. Dies kann die (bedingte) Eintrittswahrscheinlichkeit oder die Konsistenz der Projektionen sein.

Die sachlogische Reihenfolge der Schritte ist in Bild 13 als Hauptinformationsfluss dargestellt. In jedem der Schritte werden frühere Ergebnisse und Informationen sowie externe Informationen und Wissen verwendet. Die Nutzung von Wissen und Informationen wird durch eine **Wissensdatenbank** dargestellt, die jeden Schritt des

Referenzmodells unterstützt. Zusätzliche Daten, die nicht in den Schritten der Szenario-Studie erhoben werden, werden ebenfalls in der Wissensdatenbank gespeichert.

Diese Denkweise lässt sich in der Visualisierung des Referenzmodells der Szenario-Technik darstellen.

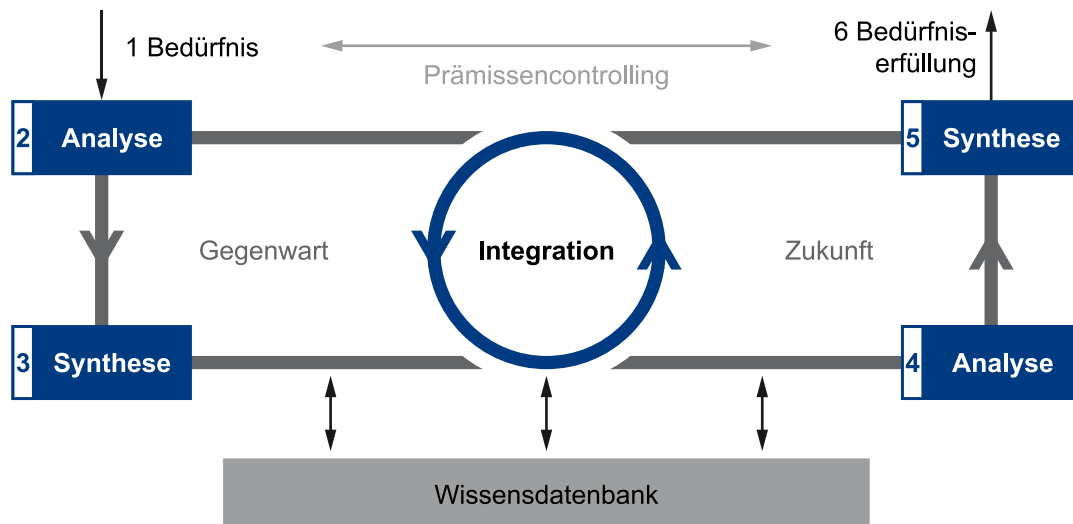


Bild 13: Referenzmodell der Szenario-Technik (aufbauend auf [GTS22, S. 703])

## 5.2 Ableitung eines Vorgehensmodells

Auf Basis des Referenzmodells der Szenario-Technik können nun spezifische Vorgehensmodelle der Szenario-Technik für die Anwendung im industriellen Kontext abgeleitet werden.

### 5.2.1 Vorgehensmodell der modellbasierten Szenario-Technik

Für die Ableitung eines spezifischen Vorgehensmodells der Szenario-Technik ist es notwendig, die zu Grunde liegende Kennzahl zur Szenario-Definition zu definieren. Aufbauend auf Tabelle 17 sind dies insbesondere die Eintrittswahrscheinlichkeit, die Konsistenz von Projektionen oder eine Kombination dieser. Für den weitflächigen Einsatz in der industriellen Praxis eignet sich dabei insbesondere die Konsistenz als Kenngröße.

Im Vergleich zu der Schätzung von Wahrscheinlichkeiten haben Bias-Phänomene, also eine verzerrte Einschätzung des zu bewertenden Ereignisses, bei der Schätzung von Konsistenzen einen deutlich geringeren Einfluss auf die Ergebnisgüte. Diese Bias-Phänomene treten bei den Cross-Impact Ansätzen insbesondere in der Schätzung bedingter Wahrscheinlichkeiten auf. Durch das Bias-Phänomen schätzen die Nutzer insbesondere die bedingte Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses höher ein, als sie es in der Realität ist (vgl. Kapitel 3.2.2).

Da diese Bias-Phänomene nur durch unparteiische Experten behoben werden können, wird nachfolgend die Konsistenz als Kenngröße gewählt. Die Schätzung von Konsistenzen bietet dabei Potenziale insbesondere für unerfahrene Anwender. Sich ergebende Hauptanforderungen sind die Reduktion des Aufwands zur Erstellung, die Senkung der Abhängigkeit der Ergebnissgüte von Expertenwissen sowie die Erhöhung der Intuitivität der resultierenden Szenarien und eine automatisierte Entwicklung der Szenarien.

Auf den Annahmen aufbauend wird nachfolgend das Vorgehensmodell der modellbasierten Szenario-Technik definiert, welches ursprünglich durch GRÄBLER, THIELE und SCHOLLE veröffentlicht wurde<sup>1</sup> [GTS22, S. 702–705]. Das Modell baut insbesondere auf dem Vorgehensmodell der agilen strategischen Planung [GPS17] auf, welches auf dem Vorgehensmodell nach REIBNITZ [Rei92] fußt. Als Unterschied zu der Erstveröffentlichung von GRÄBLER, THIELE und SCHOLLE werden die Schritte der Konsistenzanalyse und der Szenario-Analyse zusammengefasst, da diese nach Tabelle 15 zwei Teilschritte eines übergeordneten Schrittes umfassen. Das Vorgehen der modellbasierten Szenario-Technik besteht aus sechs Ablaufschritten, die nach einem anfänglich sequenziellen Ausführen der Schritte abhängig von den zwischenzeitlichen Veränderungen der Rahmenbedingungen iterativ durchlaufen werden (siehe Bild 14).

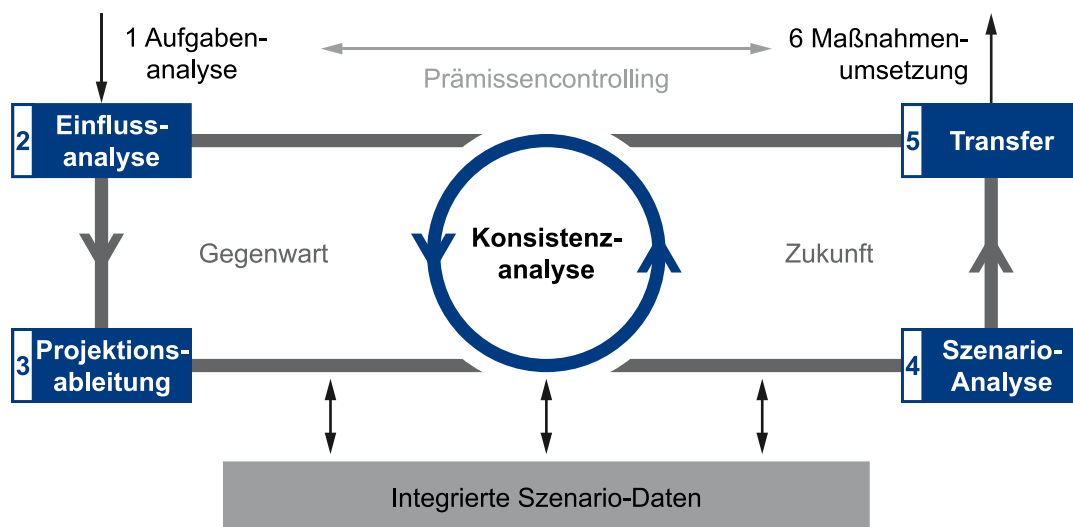


Bild 14: Vorgehensmodell der modellierten Szenario-Technik [GTS22, S. 703]

- 1) **Aufgabenanalyse:** In der Aufgabenanalyse werden alle Prämissen des Szenario-Projektes definiert. Dies schließt insbesondere den zeitlichen Betrachtungshorizont des Szenarios ein. Die Prämissen können a priori vorgegeben sein oder durch eine Analyse und Workshops identifiziert werden. [GTS22, S. 703]
- 2) **Einflussanalyse:** Ziel der Einflussanalyse ist es, diejenigen Einflussfaktoren zu bestimmen, die den in der Aufgabenanalyse definierten Untersuchungsgegenstand beschreiben. Hierzu werden zunächst alle möglichen Einflussfaktoren erhoben. Die

<sup>1</sup> Wo zutreffend, sind die Beschreibungen der Schritte wörtlich aus der Erstveröffentlichung übernommen.

projektübergreifenden Einflussfaktoren werden aus dem Integrierten Szenario-Datenmodell nach GRÄBLER und POTTEBAUM (ISDM; siehe Kapitel 5.2.2) selektiert. Diese projektübergreifenden Einflussfaktoren bilden die Datenbasis aller Szenario-Projekte in einem Themenfeld. Jedem Einflussfaktor wird ein Deskriptor als beschreibende Datenreihe zugeordnet. Die projektübergreifenden Einflussfaktoren werden bei Bedarf um projektspezifische Einflussfaktoren ergänzt, die dann ebenfalls im ISDM abgebildet werden. Zur Reduktion der Anzahl der Einflussfaktoren werden diejenigen Einflussfaktoren als Schlüsselfaktoren selektiert, die die Treiber des zu untersuchenden Systems darstellen. Die Wirkbeziehungen zwischen den Einflussfaktoren werden in einer Einflussmatrix bewertet. Für die projektübergreifenden Einflussfaktoren ist eine Bewertung der Wirkbeziehungen im ISDM hinterlegt. Die Bewertung muss für die projektspezifischen Einflussfaktoren durch den Nutzer vorgenommen werden. Im Anschluss an die Szenario-Studie werden neu erhobene Daten im ISDM ergänzt, um Synergieeffekte in Bezug auf den Aufwand der Einflussanalyse für zukünftige Szenario-Studien zu erreichen. Die Schlüsselfaktoren werden auf Basis einer modifizierten System-Grid Logik nach REIBNITZ [Rei92] selektiert. Hierzu wird zusätzlich die relative Gewichtung der Einflussfaktoren in die Betrachtung integriert. Das Ergebnis sind die Schlüsselfaktoren als Teilmenge der Einflussfaktoren. Schlüsselfaktoren sind diejenigen Einflussfaktoren, welche einen maßgeblichen Einfluss auf die zukünftige Entwicklung des Betrachtungsfelds haben. [GTS22, S. 703]

- 3) **Projektionsableitung:** Für alle Schlüsselfaktoren werden Entwicklungsrichtungen („(Trend-)Projektionen“) hergeleitet. Diese Projektionen sind mögliche zukünftige Entwicklungen der Schlüsselfaktoren. Im Sinne einer „multiplen Zukunft“ sind die Projektionen offen zu gestalten, d.h. auch bei scheinbar eindeutigen Entwicklungsrichtungen (offensichtliche weitere Zunahme eines Schlüsselfaktors in Zukunft) sollen auch gegenläufige Entwicklungen (die als unwahrscheinlich erachtete Abnahme dessen) als mögliche Entwicklungsrichtung aufgenommen werden. Wird beispielsweise das Bruttoinlandsprodukt betrachtet, so steigt dieses äußerst wahrscheinlich über einen zehnjährigen Horizont. Trotzdem müssen weitere Entwicklungsmöglichkeiten betrachtet werden. Im ISDM werden die Projektionen der projektübergreifenden Einflussfaktoren gespeichert. Zusätzlich werden die Projektionen mit relevanten Daten aus statistischen Datenbanken (z.B. Statista<sup>1</sup>, Destatis<sup>2</sup>) verknüpft. Für die projektspezifischen Einflussfaktoren erfolgt die Ableitung der Projektionen durch den Nutzer. Ausgehend von den projektübergreifenden Einflussfaktoren ist eine Automatisierung darauffolgender Ablaufschritte möglich. [GTS22, S. 704]
- 4) **Szenario-Definition und -Analyse:** Die definierten Projektionen der Schlüsselfaktoren werden paarweise bezüglich ihrer Konsistenz bewertet. Das Intervall zur Konsistenzbewertung in der Konsistenzmatrix ist hierbei [1, 5], wobei der Wert 1

---

<sup>1</sup> <https://de.statista.com/api>

<sup>2</sup> <https://www.destatis.de/DE/Service/OpenData/genesis-api-webservice-oberflaeche.html>

einer totalen Inkonsistenz entspricht. Ein gemeinsames Auftreten beider Projektionen in einem Szenario ist dann inkonsistent und kann nicht vorkommen. Der Wert 5 ist als totale Konsistenz definiert. Für die projektübergreifenden Einflussfaktoren sind die Konsistenzbewertungen im ISDM hinterlegt, für die zusätzlichen projektspezifischen Einflussfaktoren müssen demnach die Bewertungen ergänzend vorgenommen werden und können durch eine automatisierte Konsistenzbewertung unterstützt werden. Diese Konsistenzwerte werden anschließend im ISDM ergänzt, um Vorschlagswerte für folgende Szenario-Projekte nutzen zu können. Alle möglichen Projektionsbündel werden zu Rohszenarien kombiniert. Die errechneten Szenarien werden auf ihre Unterschiedlichkeit und Konsistenz hin untersucht. Die Unterschiedlichkeit zweier Szenarien wird aus der Anzahl der verschiedenen Projektionen bestimmt und Szenarien, die absolute Inkonsistenzen enthalten, werden direkt verworfen. Auf der Basis der Konsistenz und der Unterschiedlichkeit werden anschließend Cluster gebildet. Ziel ist es, möglichst konsistente und unterschiedliche Szenarien als Repräsentanten auszuwählen. Durch eine optionale Sensitivitätsanalyse, der Analyse auf Empfindlichkeit bezüglich der Änderung der Dateneingabe, können mögliche Stabilitäten der Szenarien in die Betrachtung integriert werden. Bei der Sensitivitätsanalyse wird für jeden der ermittelten Schlüsselfaktor überprüft, ob durch die Änderung der Ausprägung eine größere Konsistenzsumme erreichbar ist. Sollte dies der Falls ein, wird das entsprechende Szenario verworfen. Das Ergebnis ist eine geringe Anzahl von Szenarien (vgl. [Rei92, S. 59]). [GTS22, S. 704–705]

- 5) **Transfer:** Im Transferschritt werden für die entwickelten Szenarien Konsequenzen und Maßnahmen abgeleitet. Dies schließt auch die Bewertung möglicher disruptiver Ereignisse ein (siehe hierzu [Rei92, S. 59]). Hierbei können die einmal getroffenen Annahmen zur Selektion von Schlüsselfaktoren und deren Projektionen sowie zur Szenario-Bildung angepasst werden. Eine Anpassung kann dabei entweder exploratorisch vor (proaktiv) oder nach (reaktiv) dem Auftreten eines disruptiven Ereignisses erfolgen. Im Rahmen der exploratorischen proaktiven Anpassung können Einflussfaktoren von dem Nutzer nachträglich als Schlüsselfaktoren definiert werden. Dem Nutzer werden dann die Auswirkungen auf die selektierten Szenarien im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse dargestellt. Aufbauend werden die resultierenden Maßnahmen und Konsequenzen mit der Unternehmensstrategie abgeglichen und als Leitstrategie formuliert. Zu der Leitstrategie werden Alternativstrategien formuliert und ein Umfeldbeobachtungssystem wird erstellt. Durch das Erkennen von Änderungen im Umfeld kann von der gewählten Leitstrategie in eine vorbereitete Alternativstrategie gewechselt werden. Durch den Abgleich mit der Unternehmensstrategie werden die direkten Implikationen identifiziert und zur Umsetzung vorgeschlagen. [GTS22, S. 705]
- 6) **Maßnahmenumsetzung und Prämissencontrolling:** Die gewählte und entwickelte Leitstrategie sowie das Umfeldbeobachtungssystem müssen im Unternehmen implementiert werden. Dies geschieht durch den Schritt der Maßnahmenumsetzung.

Durch ein regelmäßiges Controlling wird einerseits überprüft, ob das der Leitstrategie unterliegende Szenario weiterhin gültig ist und andererseits, ob die grundlegenden Prämissen weiterhin gültig sind. Beide Überprüfungen geschehen regelmäßig, wobei eine tiefergehende Überprüfung der Strategie in höherer Frequenz (jährlich) als die tiefergehende Überprüfung der Prämissen (3-jährlich) geschieht. [GTS22, S. 705]

Bei der Durchführung der Szenario-Technik ist der einmalige Durchlauf von Schritt eins bis einschließlich Schritt vier notwendig. Danach können auf Basis der alternativen Schritte in Tabelle 17 bedarfsgerecht Schritte wiederholt und iteriert werden. So kann beispielsweise die Analyse der berechneten Szenarien zu einem besseren Verständnis der Zusammenhänge im Untersuchungsgegenstand führen. Durch das Hinzufügen von neuen Einflussfaktoren oder der Änderung der zuvor definierten Einflusswerte kann sich die Auswahl der Schlüsselfaktoren ändern.

Durch das gezielte Anpassen und Variieren von zuvor getroffenen Annahmen können die generierten Szenarien auf Sensitivität geprüft werden. Durch die Varianz und die Durchgängigkeit des zugrunde liegenden Datenmodells werden die Zusammenhänge zwischen zuvor getroffenen Maßnahmen und ihren Auswirkungen auf die Szenarien transparent gemacht. Die Durchgängigkeit ermöglicht zudem durch das Anpassen von Prämissen die Reaktion auf Änderungen, die sich aus dem Umfeldbeobachtungssystem ergeben.

### 5.2.2 Integriertes Szenario-Datenmodell

Um die zuvor beschriebenen Anpassungen in den Prämissen und den Rückgriff auf vergangene Szenario-Studien sowie externe Datenquellen zu ermöglichen, wird eine Wissensdatenbank benötigt. Diese Wissensdatenbank wird basierend auf dem Integrierten Szenario Datenmodell (ISDM) modelliert. Das ISDM wurde durch POTTEBAUM und GRÄBLER [PG16] erstmals veröffentlicht und ist in einem Grundschemata in Bild 15 sowie als ausdetailliertes Modell im Anhang A7 gegeben. Die während der Durchführung der Szenario-Technik erzeugten Daten werden in der Wissensdatenbank abgelegt. Für die jeweiligen Schritte der Szenario-Technik sind dies beispielsweise die folgenden Daten:

*Tabelle 18: Mögliche Daten der Wissensdatenbank*

Schritt	Daten	Beispiel
<b>Aufgabenanalyse</b>	Szenario-Horizont	10 Jahre
<b>Einflussanalyse</b>	Deskriptor	Umsatz von Produkt A in €
<b>Projektionsableitung</b>	mögliche Projektion und Schwellwerte	Umsatz von Produkt A steigt im Jahr 2030 auf über 100 Mio. €
<b>Szenario-Definition und Analyse</b>	Konsistenzmatrix	Konsistenzwerte zum Umsatz von Produkt A mit Produkt B
<b>Transfer</b>	Reaktionsstrategien	Investition in neue Produktgeneration
<b>Maßnahmenumsetzung</b>	eingetretene Ereignisse	Extremwetterereignis

Die in der Wissensdatenbank enthaltenen Daten werden in einem semantischen Meta-Modell mit der Web Ontology Language (OWL) modelliert und somit untereinander verknüpft. Durch die Modellierung wird die Möglichkeit geboten, externe Datenquellen an die Wissensbank anzubinden.

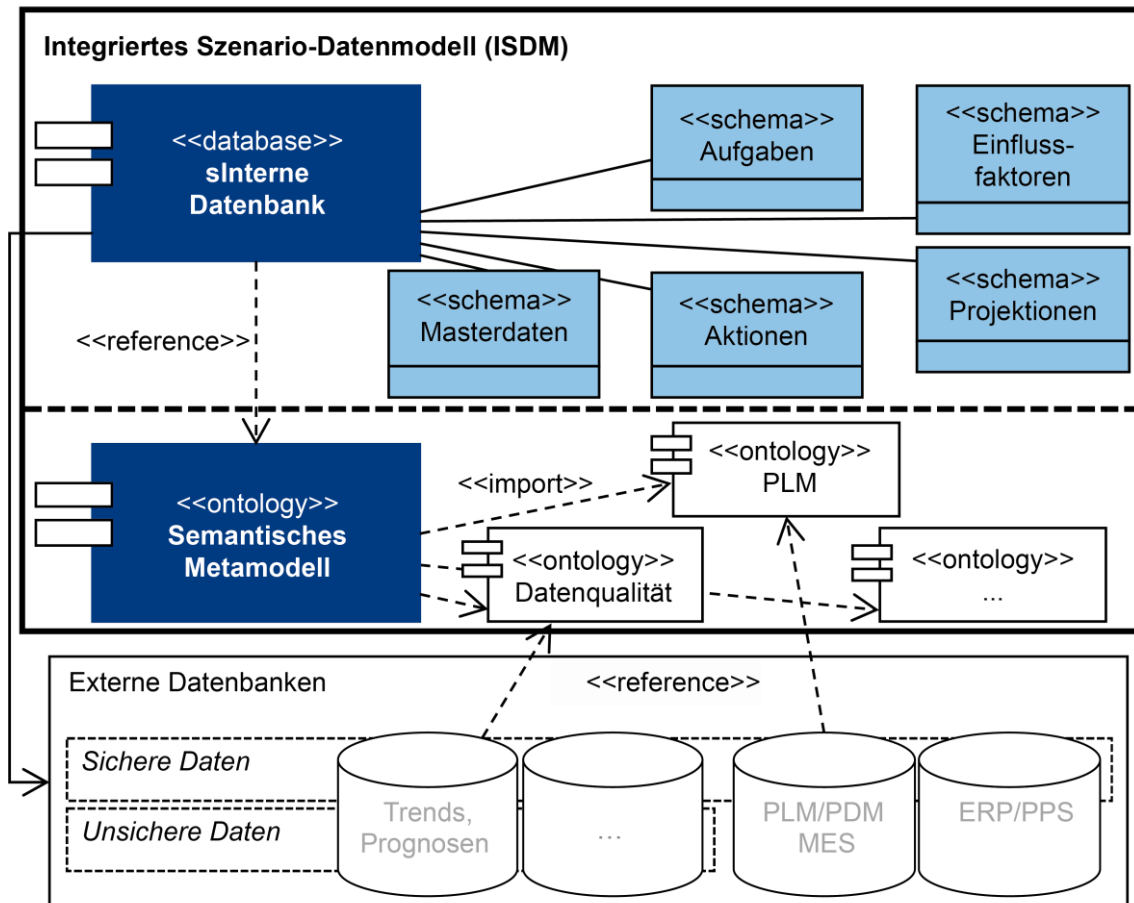


Bild 15: Grundstruktur des ISDM [PG16, S. 107]

Die externen Datenbanken können dabei unterschiedlicher Natur sein. So können statistische Datenbanken eingebunden werden, um allgemeine und spezifische Deskriptoren mit Daten zu stützen. Für einen Automobilzulieferer ist ein Beispiel hierfür das Nutzen der API-Schnittstelle der Datenbank des Statistischen Bundesamtes Destatis zum Abruf von Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen in Deutschland während der vergangenen fünf Jahre. Darüber hinaus können spezifische, im Unternehmen vorhandene Datenquellen eingebunden werden, wie das Enterprise Resource Planning (ERP) oder Product Lifecycle Management-Systeme (PLM). Ein Beispiel hierfür ist die Bildung eines Deskriptors zu unternehmensspezifischen Umsatzzahlen eines spezifischen Produktes aus den Daten des ERP heraus. Durch die so erstellten Deskriptoren werden in jedem Schritt der Szenario-Technik zusätzliche Daten bereitgestellt und Entscheidungen auf Basis dieser Daten nachvollziehbar gemacht. Zudem sind diese Daten Input für die automatisierte Berechnung von Einfluss- und Konsistenzwerten (vgl. Kapitel 7).





## 6 Entwicklung der mathematischen Modellierung

Im folgenden Kapitel wird die mathematische Modellierung der Szenario-Technik hergeleitet, um die Artefakte und die Beziehungen dieser Artefakte untereinander eindeutig darzustellen. Somit wird das in Kapitel 5 entwickelte Vorgehensmodell im nachfolgenden Kapitel um eine belastbare mathematische Modellierung erweitert. In erster Linie ermöglicht die mathematische Modellierung die transparente Darstellung der Beziehung der Elemente der Szenario-Technik untereinander. Durch die mathematische Modellierung wird die Definition von Algorithmen ermöglicht, die sowohl automatisierbar sind als auch die Schwäche der Unstetigkeit ausgleichen. Über die entwickelte Modellierung kann darüber hinaus eine Visualisierung jedes Teilschrittes der Szenario-Technik erreicht werden.

Die mathematische Modellierung stellt die Basis der in Kapitel 7 entwickelten Berechnungsmethoden dar. Zunächst werden, aufbauend auf dem Stand der Technik, Definitionen für die zentralen Begriffe, identifiziert in der Herleitung des Referenzmodells der Szenario-Technik, vorgenommen und direkte Aussagen aus den Definitionen abgeleitet (Kapitel 6.1). Unter Verwendung dieser Definitionen und Aussagen wird nachfolgend die mathematische Modellierung erarbeitet (Kapitel 6.2 - Kapitel 6.6). Die Erarbeitung teilt sich dabei in eine allgemeine Verknüpfung der Artefakte (Kapitel 6.2), Detaillierung der Artefakte, ihrer Räume und den Verknüpfungen (Kapitel 6.3 - 6.6). Die Ergebnisse der mathematischen Modellierung werden in Kapitel 6.7 zusammengefasst dargestellt. Auf der Basis der Modellierung können nachfolgend Algorithmen zur Einflussanalyse und Konsistenzberechnung entwickelt werden. Die jeweiligen Elemente der Modellierung, die für die Definition der Methoden benötigt werden, sind in Kapitel 7 an der jeweils passenden Stelle referenziert. Dies sind insbesondere die Definition der Selektionsabbildung der Einflussfaktoren (Gleichung 12 in Kapitel 6.4.3) und die Mehrzieloptimierung der Szenario-Auswahl (Gleichung 18 in Kapitel 6.5.3). Grundlegend werden bei der Herleitung der mathematischen Modellierung der Szenario-Technik verschiedene Konstrukte für Aussagen genutzt:

- **Definition:** Eine Aussage, die keines mathematischen Beweises bedarf, da die Bedeutung eines Begriffs gegeben wird.
- **Satz:** Eine zu beweisende Aussage basierend auf Definitionen und Sätzen.
- **Korollar:** Eine Aussage, die sich aus Definitionen oder bereits bewiesenen Sätzen ohne zusätzlichen Beweis ergibt.

Definitionen bilden das Grundgerüst der mathematischen Modellierung der Szenario-Technik. Alle Aussagen lassen sich lückenlos auf Definitionen zurückführen und ergeben ein in sich geschlossenes und konsistentes System. Zu beweisende Aussagen werden Sätze genannt und falls der Beweis trivial im Auge des Autor ist und die Aussage ohne

nennenswerten zusätzlichen Beweisaufwand direkt gefolgert werden kann, wird ein Satz Korollar genannt. Das Ende des Beweises wird mit dem Symbol ■ gekennzeichnet.

## 6.1 Definitionen und zentrale Aussagen

In einem ersten Schritt werden zunächst die grundlegenden Definitionen der mathematischen Modellierung der Szenario-Technik formuliert. Die Definitionen orientieren sich dabei an vorhandenen Definitionen und Konzepten der Szenario-Technik, der Vorausschau und der Ingenieurwissenschaften. Bei Begriffen, die nicht nachfolgend oder in Kapitel 2 und 3 schon definiert worden sind, wird auf die Definition nach Duden [Dud20] zurückzugriffen; sie sind dem normalen Sprachgebrauch entlehnt. Beispiele für aus dem Duden entlehnte Begriffsdefinitionen sind Aufgabe, Lösung, Workshop oder Maßnahme.

**Definition 1** Die Szenario-Technik ist die zugrundeliegende Technik der Herleitung von Bildern der Zukunft (Szenarien), einschließlich des Rahmens, der Methode und der Anwendungsparameter (vgl. Kapitel 3.1.1).

Eine Methode wird dabei in Anlehnung an die Definition der VDI 2221:2019 [VDI19], aufbauend auf EHRENSPIEL und MEERKAMM, wie folgt definiert:

**Definition 2** Eine Methode ist das planmäßige Vorgehen in einer Abfolge von Tätigkeiten zum Erreichen einer bestimmten Aufgabenstellung. [EM13]

Um ein umfassendes Verständnis für die Szenario-Technik zu entwickeln, werden Definitionen für die Elemente entlang der Methodenschritte benötigt. Aufbauend auf Kapitel 5.1 werden diese Elemente in die folgenden Mengen einsortiert (vgl. Kapitel 5.1.4 zur Herleitung der Artefakte der Szenario-Technik):

*Aufgaben, Lösungen, Einflussfaktoren, Deskriptoren,  
Schlüsselfaktoren, Projektionen, Szenarien, selektierte Szenarien.*

Während für die Definitionen von Aufgaben und Lösungen die Definitionen des normalen Sprachgebrauchs hinreichend sind, besitzen die übrigen Artefakte im Sinne der Szenario-Technik eine disziplinspezifische Definition. Aufbauend auf den in den Kapiteln 2, 3 und 5 vorgenommenen Definitionen werden nachfolgend auf der Reihenfolge des jeweiligen Auftretens (vgl. Kapitel 5.1.4 und insbesondere Tabelle 16) in der Szenario-Technik aufbauend die zentralen Artefakte definiert. Für die Definition des zentralen Begriffs des Szenarios werden zunächst der Einflussfaktor und die Projektionen definiert:

**Definition 3** Ein Einflussfaktor ist ein Element, das zur Beschreibung des Betrachtungsobjektes dient (eigene Definition, aufbauend auf Kapitel 3.2.3).

**Definition 4** Ein Deskriptor beschreibt einen Einflussfaktor in Form einer Datenreihe (eigene Definition, aufbauend auf Kapitel 3.2.3).

**Definition 5** Für die Szenario-Bildung ausgewählte Einflussfaktoren werden als Schlüsselfaktoren bezeichnet (eigene Definition, aufbauend auf Kapitel 3.2.3).

**Definition 6** Eine Projektion ist eine mögliche zukünftige Entwicklung eines Einflussfaktors bzw. Schlüsselfaktors (eigene Definition, aufbauend auf Kapitel 3.2.3).

Aufbauend auf diesen Definitionen kann nun nachfolgend das Szenario definiert werden:

**Definition 7** Ein Szenario ist eine Menge an Projektionen von Schlüsselfaktoren, wobei jede Projektion höchstens einmal in der Menge enthalten ist (eigene Definition, aufbauend auf [Rei92, S. 49]).

Somit sind alle Artefakte der Szenario-Technik im Allgemeinen definiert. Zur weiteren Verwendung wird aus den Definitionen direkt auf folgende Aussagen geschlossen. Durch das planmäßige Vorgehen (vgl. Kapitel 5.2) und das Ziel, verschiedene und mögliche Zukünfte abzuleiten, ist die Szenario-Technik eine Methode der Vorausschau.

**Korollar 1** Die Szenario-Technik ist eine Methode der Zukunftsvorausschau.

**Korollar 2** Die Szenario-Technik wird zur Lösung von Aufgaben verwendet.

Dies folgt direkt aus der Methodendefinition. Im Sinne der Durchführung der Szenario-Technik wird somit vor der Durchführung beispielsweise des ersten Workshops einer Szenario-Studie mindestens eine Aufgabe benötigt oder muss explizit erarbeitet werden.

**Korollar 3** Die Schlüsselfaktoren sind eine Teilmenge der Einflussfaktoren.

**Korollar 4** Jedem Einflussfaktor kann im Rahmen einer Szenario-Studie eineindeutig ein Deskriptor zugewiesen werden.

Eineindeutig ist synonym zu bijektiv. Das heißt, dass jedem Deskriptor eindeutig ein Einflussfaktor und jedem Einflussfaktor eindeutig ein Deskriptor zugeordnet werden kann.

**Korollar 5** Jedem Einflussfaktor kann im Rahmen einer Szenario-Studie eineindeutig eine Menge an Projektionen zugewiesen werden.

Durch Korollar 3, Korollar 4 und Korollar 5 ist es möglich, die zukünftigen Entwicklungen von Einflussfaktoren exakt zu beschreiben.

**Korollar 6** Jedem Szenario können konkrete Maßnahmen zugeordnet werden.

**Korollar 7** Es besteht eine Abbildung zwischen den Aufgaben und den Lösungen.

Durch Korollar 6 und Korollar 7 besteht somit eine Verbindung vom ersten zum letzten Artefakt der sachlogischen Kette der Szenario-Technik.

## 6.2 Allgemeine Modellierung

Die in Kapitel 6.1 definierten Elemente bilden nach Kapitel 5.1.4 alle Elemente der etablierten Methoden der Szenario-Technik vollständig ab. Somit kann die Verbindung dieser Elemente betrachtet werden. Die Verknüpfung aller Elemente stellt dabei den ersten Schritt der mathematischen Modellierung der Szenario-Technik dar. Für eine ganzheitliche Modellierung muss über die reine Verknüpfung hinaus der exakte Zusammenhang in Form mathematischer Abbildungen untereinander definiert werden. Somit ergibt sich, aufbauend auf dem Referenzmodell der Szenario-Technik (vgl. Tabelle 16), zunächst der folgende Zusammenhang der Mengen der Elemente der Szenario-Technik:

$$\begin{aligned} &\{\text{Aufgaben}\} \rightarrow \{\text{Einflussfaktoren}\} \rightarrow \{\text{Deskriptoren}\} \rightarrow \{\text{Schlüselfaktoren}\} \\ &\rightarrow \{\text{Projektionen}\} \rightarrow \{\text{Szenarien}\} \rightarrow \{\text{selek. Szenarien}\} \rightarrow \{\text{Lösungen}\} \end{aligned}$$

*Gleichung 1: Zusammenhang der Mengen der Szenario-Technik*

Der sachlogische Zusammenhang der Mengen kann durch eine Betrachtung der Beziehungen unter den Objekten vereinfacht werden. Gemäß Korollar 4 ist die Abbildung zwischen Deskriptoren und Einflussfaktoren eineindeutig. Nach Korollar 5 gilt Gleiches für die Projektionen, die sich eineindeutig den Deskriptoren zuordnen lassen, da das Betrachtungsobjekt und der Betrachtungszeitraum a priori für die Szenario-Studie festgelegt sind. Damit folgt aus Gleichung 1 der vereinfachte sachlogische Zusammenhang:

$$\begin{aligned} &\{\text{Aufgaben}\} \rightarrow \{\text{Einflussfaktoren}\} \rightarrow \{\text{Schlüselfaktoren}\} \\ &\rightarrow \{\text{Szenarien}\} \rightarrow \{\text{selek. Szenarien}\} \rightarrow \{\text{Lösungen}\} \end{aligned}$$

*Gleichung 2: Vereinfachter Zusammenhang der Mengen der Szenario-Technik*

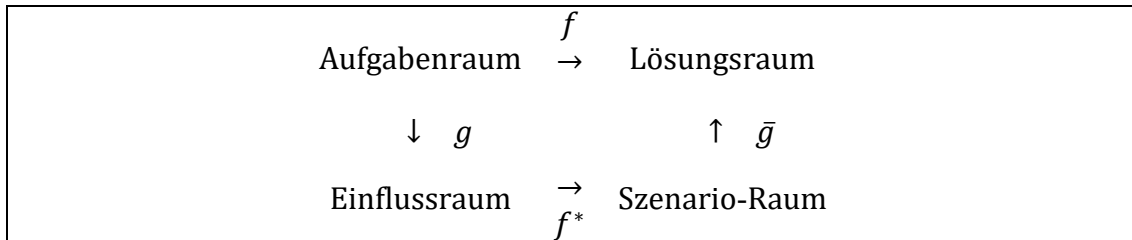
Korollar 7 folgend kann eine sinnvolle Abbildung von den Aufgaben zu den Lösungen gebildet und somit Gleichung 2 um einen weiteren Zusammenhang ergänzt werden:

$$\begin{array}{ccccccc} \{\text{Aufgaben}\} & & & & & & \{\text{Lösungen}\} \\ & \downarrow & & \rightarrow & & & \uparrow \\ \{\text{Einflussfaktoren}\} & \rightarrow & \{\text{Schlüselfaktoren}\} & \rightarrow & \{\text{Szenarien}\} & \rightarrow & \{\text{selek. Szenarien}\} \end{array}$$

*Gleichung 3: Verknüpfter Zusammenhang der Mengen der Szenario-Technik*

Um mathematische Funktionen zu den oben genannten Zusammenhängen definieren zu können, wird die Menge aller möglichen Einflussfaktoren als Einflussraum bezeichnet und die Menge aller möglichen Szenarien als Szenario-Raum. In der Mengenbetrachtung bilden die Schlüsselfaktoren eine Teilmenge der Einflussfaktoren, ebenso wie die selektierten Szenarien eine Teilmenge aller Szenarien bilden. Somit befinden sich

Einflussfaktoren und Schlüsselfaktoren im Einflussraum und die selektierten Szenarien und alle Szenarien im Szenario-Raum. Damit kann die Verkettung in Gleichung 2 unter Betrachtung der Räume in folgendem Diagramm dargestellt werden:

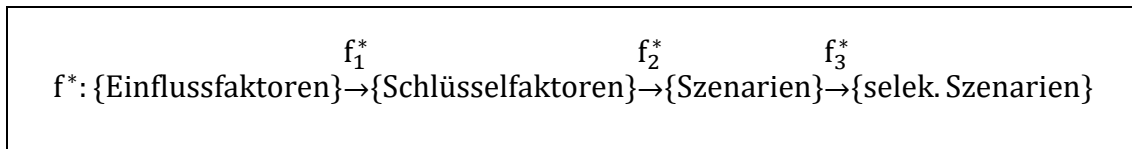


*Gleichung 4: Vereinfachtes kommutatives Diagramm der Szenario-Technik*

Gleichung 4 ist ein kommutatives Diagramm. Das bedeutet, dass die Abbildung  $f$  vom Aufgabenraum zum Lösungsraum dieselbe ist, wie die Verknüpfung der Abbildung von dem Aufgabenraum in den Einflussraum ( $g$ ), in den Szenario-Raum ( $f^*$ ) und zurück in den Lösungsraum ( $\bar{g}$ ). Insgesamt bedeutet dies für ein Element  $x$ , dass  $f(x) = g(f^*(\bar{g}(x)))$ , bzw. in Funktionsschreibweise  $f = g \circ f^* \circ \bar{g}$ . Die Elemente „Aufgaben“ und „Lösungen“ liegen in erster Linie in narrativer Form vor und für die Einflussfaktoren und Szenarien kann jeweils eine textuelle Beschreibung gefunden werden. Damit sind die Abbildungen  $g$  und  $\bar{g}$  von narrativer Form.

Für  $g$  bedeutet dies beispielsweise, dass aus den mündlich formulierten Aufgaben einer Szenario-Studie in Diskussionen Einflussfaktoren definiert und abgeleitet werden. Der Zusammenhang zwischen Aufgaben und Einflussfaktoren besteht somit nur auf narrativer Ebene. Ebenso verhält es sich mit der Abbildung  $\bar{g}$ . Während die Szenarien aus den Einflussfaktoren berechnet werden, werden die Lösungen auf Basis der Szenarien in Diskussionen entwickelt und sind somit auch narrativ verbunden.

Verbleibend in der Betrachtung ist nun die Abbildung  $f^*$ , um  $f$  zu beschreiben.  $f^*$  verknüpft den Einflussraum mit dem Szenario-Raum und bildet insgesamt die Einflussfaktoren auf die selektierten Szenarien ab. Die untere Zeile in Gleichung 3 entspricht somit der unteren Zeile in Gleichung 4 und stellt die folgenden Verknüpfungen dar:



*Gleichung 5: Teilabbildungen der Abbildung  $f^*$*

Die Abbildung  $f^*$  ist aus den drei Abbildungen  $f_1^*$ ,  $f_2^*$  und  $f_3^*$  zusammengesetzt. In der klassischen Szenario-Technik werden für diese Abbildungen Algorithmen, wie die Aktiv-Passivsumme, genutzt und die Selektion der Schlüsselfaktoren aus den Einflussfaktoren wird über die Einflussanalyse mit Hilfe der Einflusswerte durchgeführt.

Das Ziel, die Aufgaben der Szenario-Technik auf die Lösungen abzubilden, wird somit über die Einflussfaktoren und Szenarien erreicht. Die Abbildung von Einflussfaktoren auf die selektierten Szenarien teilt sich dabei auf die Einflussfaktoren, Schlüsselfaktoren, Szenarien und selektierten Szenarien auf (vgl. Bild 16).

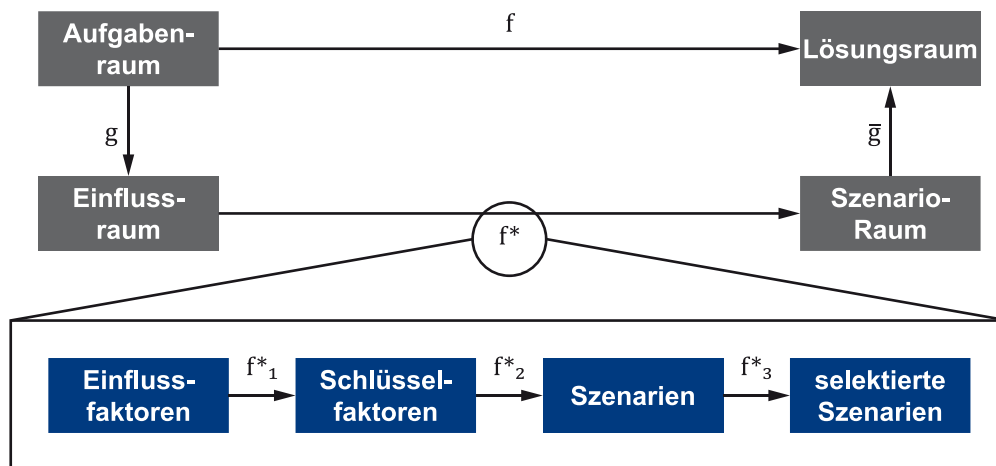


Bild 16: Grafische Darstellung des vereinfachten kommutativen Diagramms der Szenario-Technik (eigene Darstellung)

Zentral für die Auswahl der Schlüsselfaktoren ist der Einfluss, den die Einflussfaktoren aufeinander haben. Dieser Einfluss wird über den Einflusswert beschrieben, welcher nachfolgend definiert wird:

**Definition 8** Der Einflusswert eines Einflussfaktors A auf einen anderen Einflussfaktor B ist der Grad der Wirkung von A auf B (eigene Definition auf Basis von [GFS96]).

Die Selektionsabbildung  $f_1^*$  wird aufbauend auf der Definition des Einflusses der Schlüsselfaktoren in Kapitel 6.4 vollständig definiert und modelliert.

Im Rahmen der vorliegenden Modellierung werden die Konsistenz und Unterschiedlichkeit als Kriterien für die Ableitung der Zukunftsbilder (vgl. Definition 1) genutzt und stehen damit im Einklang mit dem Vorgehensmodell der modellbasierten Szenario-Technik in Kapitel 5.2. Die Argumentation zur Auswahl der Konsistenz wird in Kapitel 5.2 geführt. Die Szenarien werden durch Kombination und Konsistenzbewertung aller paarweisen Projektionskombinationen erzeugt. Der Konsistenzwert, wird dabei folgendermaßen definiert:

**Definition 9** Der Konsistenzwert stellt das Ausmaß dar, in welchem sich die zwei Annahmen gegenseitig vertragen (eigene Definition auf Basis von [Dön08, S. 37]).

Zwei Annahmen, die sich ohne Ausnahme vertragen, sind demnach widerspruchsfrei. Das Gegenteil der Konsistenz wird als Inkonsistenz bezeichnet. Bei der Bewertung des Grades der Widerspruchsfreiheit ist es Konvention, der absoluten Inkonsistenz den niedrigsten Wert und der absoluten Konsistenz den höchsten Wert zuzuweisen. Da

Inkonsistenz das absolut widersprüchliche Auftreten zweier Projektionen ist, kann dieses Verhalten nicht beobachtet werden. Absolute Konsistenz hingegen ist beobachtbar; in einer vorliegenden Datenreihe kann das Auftreten der Entwicklungen jedoch nicht zwangsläufig beobachtet werden. Denn in der Konsistenzdefinition wird noch keine Aussage über die Auftrittswahrscheinlichkeit getroffen. So ist es beispielsweise konsistent, dass bei der Entdeckung von außerirdischem Leben mehr Geld in die Raumfahrtforschung investiert wird. Der Konsistenzwert steht jedoch nicht damit im Zusammenhang, ob bisher solches Leben gefunden wurde. Die Abbildung  $f_2^*$  ist somit die jeweils paarweise Bewertung der Konsistenz aller Projektionen untereinander und die Menge aller Szenarien ergibt sich durch die Vollenumeration (vgl. Kapitel 3.3.2) aller Kombinationen von Projektionen, wobei jedes Szenario der Definition 7 folgend aus jedem Schlüsselfaktor je eine Projektion enthält. Zur finalen Selektion der Szenarien wird zudem die Definition des Unterschieds zweier Szenarien benötigt:

**Definition 10** Der Unterschied zweier Szenarien ist die Anzahl an anders ausgeprägten Einflussfaktoren des Szenarios (eigene Definition auf Basis von Kapitel 3.3.2).

Dabei ist der Unterschied zweier Szenarien symmetrisch:

**Satz 1** Der Unterschied von Szenario A zu Szenario B ist derselbe wie der von Szenario B zu Szenario A.

**Beweis:** Sei  $g$  die Anzahl der gleich ausgeprägten Einflussfaktoren der Szenarien A und B, dann ist  $d_{AB} = n - g$  der Unterschied von A zu B, wobei  $n$  die Anzahl der Einflussfaktoren in einem Szenario ist. Da die Anzahl an Einflussfaktoren für alle Szenarien in einem Szenario-Projekt gleich ist, gilt für den Unterschied von B zu A ebenso  $d_{BA} = n - g$ . Damit ist der Unterschied von A zu B derselbe wie der von B zu A. ■

Je nach Zweck der Modellierung und auf Unterschiedlichkeit aufbauenden Algorithmen kann eine äquivalente Definition des Unterschieds sinnvoll sein.

**Definition 11** Der Unterschied zweier Szenarien ist die Hälfte der Anzahl der einfach auftretenden Projektionen (eigene Definition).

Die Äquivalenz von Definition 10 oder Definition 11 wird nachfolgend gezeigt:

**Satz 2** Die Unterschiedlichkeitsdefinitionen der Szenarien in Definition 10 und Definition 11 sind äquivalent.

**Beweis:** Für die Szenarien A und B sei  $n$  die Anzahl der Einflussfaktoren pro Szenario,  $G$  die Menge an gleichen Projektionen beider Szenarien,  $X_A$  die Menge der nicht in B enthaltenen Projektionen von A,  $X_B$  die Menge der nicht in A enthaltenen Projektionen von B und der Operator  $\#$  die Anzahl der Elemente einer Menge. Nun gilt:

$$\#(X_A \cup G) = \#A = n = \#B = \#(X_B \cup G),$$

da Szenario A und B gleichviele Elemente haben. Darüber hinaus gilt:

$$\begin{aligned}\#X_A + \#G &= \#X_B + \#G \\ \Leftrightarrow \#X_A &= \#X_B.\end{aligned}$$

Da die Mengen  $X_A$ ,  $X_B$  und  $G$  per Definition jeweils disjunkt sind, kann nun die Äquivalenz der Definitionen gezeigt werden:

$$\frac{\#X_A + \#X_B}{2} = \frac{2\#X_A}{2} = \#X_A = \#(A \setminus G) = \#A - \#G = n - g = d.$$

Somit ist die Definition 11 (linke Seite der Gleichung) gleich der Definition 10 (rechte Seite der Gleichung) und also sind beide Definitionen äquivalent. ■

Zusammenfassend gilt für die Abbildungen in Gleichung 5:  $f_1^*$  wird durch die Einflussbewertung,  $f_2^*$  über die Aufzählung aller Szenarien und Bewertung der Konsistenzen und  $f_3^*$  über die Konsistenzwerte und Unterschiedlichkeit der Szenarien beschrieben.

Damit ist in Gleichung 4 eine mathematische Grundmodellierung definiert. Der Aufgaben- und Lösungsraum werden auf sprachlicher, nicht-mathematischer Ebene beschrieben. Für die Kette von den Einflussfaktoren, Schlüsselfaktoren und Szenarien zu den selektierten Szenarien kann eine mathematische Beschreibung gefunden werden. Die für diese Beschreibung grundlegenden Definitionen sind in diesem Kapitel getroffen worden und auf ihrer Basis werden nachfolgend die relevanten Räume definiert.

### 6.3 Aufgabenraum

Die Aufgaben einer Szenario-Studie definieren den allgemeinen Rahmen und das grundlegende Ziel der Anwendung der Szenario-Technik. Die Aufgaben liegen dabei zumeist in narrativer Form vor und beschreiben unterschiedliche Sachverhalte. So wird durch mindestens eine Aufgabe der Szenario-Horizont – der maximale Betrachtungszeitraum – definiert. Die Modellierung dieser Aufgaben kann durch Modelle und Methoden der Informatik, wie beispielsweise Ontologien (vgl. [PG16]), realisiert werden. Den Aufgaben können aufbauend auf Kapitel 3.2.3 zwei verschiedene Klassen an Elementen zugewiesen werden:

- 1) Die Charakteristika und Grundvoraussetzungen der Szenario-Technik
- 2) Einflussfaktoren

Die Einflussfaktoren sind nach Definition 3 jene Größen, die das Betrachtungsobjekt beschreiben. Dabei sind alle Einflussfaktoren einer Aufgabe zugeordnet und andersherum jeder Aufgabe ein Einflussfaktor oder ein Charakteristikum der Szenario-Technik. Somit ist eine vollständige Abdeckung der Aufgaben der Szenario-Technik gegeben. Die Abdeckung und Zuordnung besteht jedoch nur auf narrativer Ebene und geschieht durch Diskussionen im Szenario-Team und somit nicht durch eine mathematische Abbildung.



## 6.4 Einflussraum

Nachfolgend wird auf der Definition der Einflussfaktoren (Definition 3) und Deskriptoren (Definition 4) aufbauend der Einflussraum, der alle Einflussfaktoren beinhaltet, definiert. Grundlegend ist dabei Korollar 4, demzufolge jedem Einflussfaktor innerhalb einer Szenario-Studie eineindeutig ein Deskriptor zugewiesen werden kann. Nach Definition 4 ist ein Deskriptor eine messbare Datenreihe, die einen Einflussfaktor beschreibt. Zur mathematischen Definition des Einflussraumes kann der Deskriptor genutzt werden und der Einflussfaktor stellt die sprachliche Beschreibung der Datenreihe dar.

Als beschreibendes Beispiel dieses Unterkapitels wird die gesamtwirtschaftliche Lage in der Europäischen Union gewählt. Ein Einflussfaktor sei die gesamtwirtschaftliche Lage Deutschlands und der zugehörige Deskriptor das jährliche Bruttoinlandsprodukt Deutschlands. Das Bruttoinlandsprodukt ist eine eindeutige Kennzahl, die messbar ist und an diskreten Zeitpunkten vorliegt. Demnach genügt sie der Definition eines Deskriptors.

### 6.4.1 Allgemeine Definition des Einflussraums

Um nun den Einflussraum mathematisch zu definieren, muss eine Datenreihe herangezogen werden. Abstrakt betrachtet ist die Datenreihe, die unendlich in die Zukunft fortgeschrieben werden kann, eine Folge auf den reellen Zahlen und damit mathematisch eine Abbildung der Form:

$$x: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}, i \mapsto x_i.$$

*Gleichung 6: Definition einer Folge*

Anschaulich betrachtet ist  $x$  dabei eine Aneinanderreihung von abzählbar unendlich vielen reellen Zahlen. Im gegebenen Beispiel sei  $(x_n)_{n \in \mathbb{N}}$  das Bruttoinlandsprodukt Deutschlands ab dem Jahr 1995 und somit  $(x_n)_{n \in \mathbb{N}} = (BIP_{1995}, BIP_{1996}, BIP_{1997}, \dots)$ . Über die sprachliche Beschreibung wird der Definitionsbereich  $\mathbb{N}$  der Folge  $x$  mit dem Definitionsbereich des Einflussfaktors assoziiert. Der Einflussraum ist nun der Raum, der alle möglichen Deskriptoren enthält. Da alle Deskriptoren in Form einer Folge vorliegen, muss der Einflussraum ein Folgenraum auf  $\mathbb{R}$  sein. Dies bedeutet, dass jedes Element  $(x_n)_{n \in \mathbb{N}}$  des Einflussraumes  $R_E$  der Form  $(x_n)_{n \in \mathbb{N}} = (x_1, x_2, \dots)$  ist, wobei alle  $x_i \in \mathbb{R}$ . Somit wird die folgende Aussage geprüft:

**Satz 3** Der Einflussraum ist ein Folgenraum.

**Beweis:** Ein Folgenraum muss für zwei beliebige Elemente  $x_n$  und  $y_n$  und eine beliebige reelle Zahl  $\alpha$  die folgenden beiden Bedingungen erfüllen (vgl. Kapitel 2.3):

Gleichung 7-1:  $x_n + y_n = (x_1 + y_1, x_2 + y_2, x_3 + y_3, \dots) \in R_E$  und

Gleichung 7-2:  $\alpha \cdot x_n = (\alpha \cdot x_1, \alpha \cdot x_2, \dots) \in R_E$ .

*Gleichung 7: Definition eines Folgenraums*

Die erste Bedingung (Gleichung 7-1: Addition) bedeutet, dass die Addition von zwei Deskriptoren ein Deskriptor ist. Die zweite Bedingung (Gleichung 7-2: Skalarmultiplikation) bedeutet, dass das Vielfache eines Deskriptors wiederum ein Deskriptor ist.

Die Addition im Folgenraum ist das paarweise Addieren der Werte der Datenreihe. Das Ergebnis ist demnach wiederum eine Datenreihe. Da die beiden Deskriptoren eine sprachliche Entsprechung als Einflussfaktor haben, kann für die Addition ebenfalls eine Entsprechung gefunden werden. Somit ist der assoziierte Einflussfaktor zum Ergebnis der Addition zweier Deskriptoren wiederum ein Element im Einflussraum.

Die Skalarmultiplikation bedeutet, dass jeder einzelne Wert der Datenreihe mit der gleichen reellen Zahl multipliziert wird. Da der Deskriptor eine sprachliche Entsprechung als Einflussfaktor hat, kann für die Skalarmultiplikation ebenfalls eine Entsprechung gefunden werden. Somit ist das Ergebnis der Skalarmultiplikation wiederum ein Element im Einflussraum und daher ein Einflussfaktor. ■

Als Beispiel kann hier das Wirtschaftswachstum von Deutschland und Frankreich herangezogen werden. Das Wirtschaftswachstum ist jeweils ein Einflussfaktor und somit ein Element des Einflussraums. Die jeweiligen Deskriptoren sind das jährliche Bruttoinlandsprodukt Deutschlands bzw. Frankreichs. Die paarweise Addition der Datenreihen ergibt wiederum eine Datenreihe, die das gemeinsame Bruttoinlandsprodukt von Deutschland und Frankreich darstellt. Der neue, assoziierte Einflussfaktor ist das gemeinsame Wirtschaftswachstum von Frankreich und Deutschland.

Für die Skalarmultiplikation kann wiederum das Wirtschaftswachstum Deutschlands als Einflussfaktor betrachtet werden. Eine Skalarmultiplikation stellt beispielsweise die Normierung, bei der das erste Jahr einer Datenreihe auf 100 gesetzt wird, dar. Alle Werte der Datenreihe werden mit dem Skalar  $\frac{100}{BIP_{1995}}$  multipliziert. Die normierte Datenreihe beschreibt nun das auf 1995 normierte Bruttoinlandsprodukt, das dem auf das Jahr 1995 normierten Wirtschaftswachstum Deutschlands als Einflussfaktor entspricht.

A priori ist nicht davon auszugehen, dass für jeden Deskriptor der Bereich, an dem die Werte der Datenreihe bekannt sind, gleich ist. So liegt das Wirtschaftswachstum gewöhnlich in Form von Jahresdaten vor und die Arbeitslosenquote in Form von Monatsdaten. Ohne Anpassung der Definitionsbereiche sind Operationen der Einflussfaktoren und deren Deskriptoren zwar definiert, jedoch nicht sinnvoll, da nicht Elemente der gleichen Zeitpunkte miteinander in Verbindung gebracht werden. Daher müssen alle Deskriptoren auf dem gleichen Definitionsbereich definiert werden. Dieser Definitionsbereich muss dabei in der Definition der Szenario-Studie festgelegt und konstant gehalten werden.

Diese Definition des Einflussraums kann nun für die Visualisierung der einzelnen Deskriptoren genutzt werden. In Bild 17 wird der Einflussraum visualisiert. Anschaulich lassen sich die Einflussfaktoren über die Deskriptoren als Punkt in einem Raum darstellen. Jeder Punkt illustriert eine Datenreihe. Ein Deskriptor ist ein solcher Punkt und die Addition zweier Deskriptoren ist wiederum ein Deskriptor und entspricht damit

wieder einem neuen Einflussfaktor. Über die Betrachtung der einzelnen Deskriptoren wird klar, dass es Einflussfaktoren gibt, die sich ähnlicher sind als andere und sich somit näher sein müssen. Dieses Konzept wird mathematisch über die Distanz beschrieben.

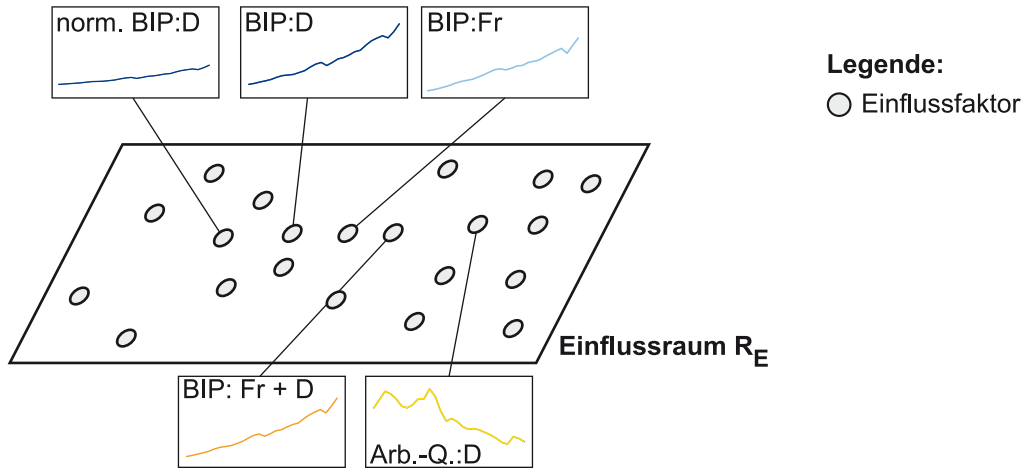


Bild 17: Beispielhafte Visualisierung des Einflussraums (eigene Darstellung)

#### 6.4.2 Abstandsdefinition im Einflussraum

Wie in Kapitel 6.4.1 beschrieben, ist es ersichtlich, dass es in einem solchen Raum ein Konzept der Nähe gibt, denn einige Datenreihen sind sich ähnlicher als andere Datenreihen. Dieses Konzept wird über die Distanz beschrieben.

**Definition 12** Der Unterschied zwischen zwei Einflussfaktoren ist die Distanz der entsprechenden Deskriptoren (eigene Definition).

Für die mathematische Definition der Distanz sind einige Vorüberlegungen notwendig. So sind die Deskriptoren eine Datenreihe von reellen Werten über einen Betrachtungszeitraum. Es existiert eine reelle Zahl, die größer als alle Elemente von  $(x_n)_{n \in \mathbb{N}}$  ist. Zudem sind die realen Werte der Datenreihe nach Ende des Betrachtungszeitraums unbekannt. Damit ergeben sich endlich viele reelle  $x_i$  als Datenpunkte und abzählbar unendlich viele  $x_i$ , die außerhalb des Betrachtungszeitraums als  $x_i = 0$  definiert werden und es gilt insbesondere, dass der Deskriptor  $(x_n)_{n \in \mathbb{N}}$  beschränkt ist.

Ein Distanzmaß misst nun die Distanz zweier Deskriptoren zueinander. Auf einem Vektorraum induziert das eine Norm  $\|\cdot\|$ . Abstrakt ist die Norm, die auf dem Folgenraum betrachtet wird, zunächst wie folgt definiert:

$$\|(x_n)_{n \in \mathbb{N}}\| = \sum_{i=1}^{\infty} |x_i|.$$

Gleichung 8: Die Norm auf einem Vektorraum

Nun besteht der Einflussfaktor  $(x_n)_{n \in \mathbb{N}}$  aus nur abzählbar endlich vielen Punkten, die ungleich 0 sind. Die Menge an Punkten für  $x$ , zu denen der Wert von  $(x_n)_{n \in \mathbb{N}}$  bekannt ist, sei nun als  $W_1^x$  bezeichnet. Die Menge der abzählbar unendlich vielen Folgeglieder, an denen  $x_i = 0$  gilt, sei als  $W_0^x$  bezeichnet. Der hochgestellte Index bezeichnet dabei jeweils den Einflussfaktor, auf welchen sich die Menge bezieht. Damit gilt insbesondere:

$$\sum_{W_0^x} |x_i| = 0 + 0 + \dots = 0.$$

*Gleichung 9: Die Norm auf einem Vektorraum*

Zusammen ergeben  $W_0^x$  und  $W_1^x$  die Menge aller Folgenindizes und nach Gleichung 6 gilt also  $W_0^x \cup W_1^x = \mathbb{N}$ . Die Norm eines Deskriptors kann demzufolge unter Ausnutzung der Gleichung 9 wie folgt vereinfacht werden:

$$\|(x_n)_{n \in \mathbb{N}}\| = \sum_{i=1}^{\infty} |x_i| = \sum_{W_1^x} |x_i| + \sum_{W_0^x} |x_i| \stackrel{\text{Gleichung 9}}{=} \sum_{W_1^x} |x_i| \in \mathbb{R}.$$

*Gleichung 10: Norm eines Einflussfaktors*

Für die Deskriptoren  $(x_n)_{n \in \mathbb{N}}$  und  $(y_n)_{n \in \mathbb{N}}$  gilt für die durch die Norm  $\|\cdot\|$  induzierte Distanz also:

$$\|(x_n)_{n \in \mathbb{N}} - (y_n)_{n \in \mathbb{N}}\| = \sum_{W_1^x} \sum_{W_1^y} |x_i - y_i|$$

*Gleichung 11: Distanz zweier Deskriptoren*

Die Distanz zwischen zwei Deskriptoren ist demnach die Addition der Absolutbeträge der Differenz der Deskriptoren zu jedem Zeitpunkt des Betrachtungszeitraums. Im Rückgriff auf das vorherige Beispiel bedeutet dies anschaulich, dass beispielsweise die jeweilige Distanz in der wirtschaftlichen Entwicklung aller Länder zu Deutschland in den letzten 25 Jahren betrachtet werden kann. Da jedoch die Deskriptoren alle in unterschiedlichen Einheiten vorliegen, werden die Deskriptoren so normiert, dass der Wert des ersten vorliegenden Jahres aller Deskriptoren jeweils 1 ist. Die Distanz gibt nun an, wie ähnlich die Entwicklung des jeweiligen Landes zu der Entwicklung von Deutschland ist. Zu erwarten ist beispielsweise, dass Frankreich als enger Handelspartner im gleichen Wirtschaftsraum eine geringe Distanz aufweist, während die Distanz zu einem Land mit wenig Handelsbeziehungen in einem anderen Wirtschaftsraum größer sein und die Arbeitslosenquote als wirtschaftliche Kennzahl in der Nähe, jedoch nicht allzu nah liegen wird. Damit folgt die zusammengefasste, vereinfachte Visualisierung in Bild 18:

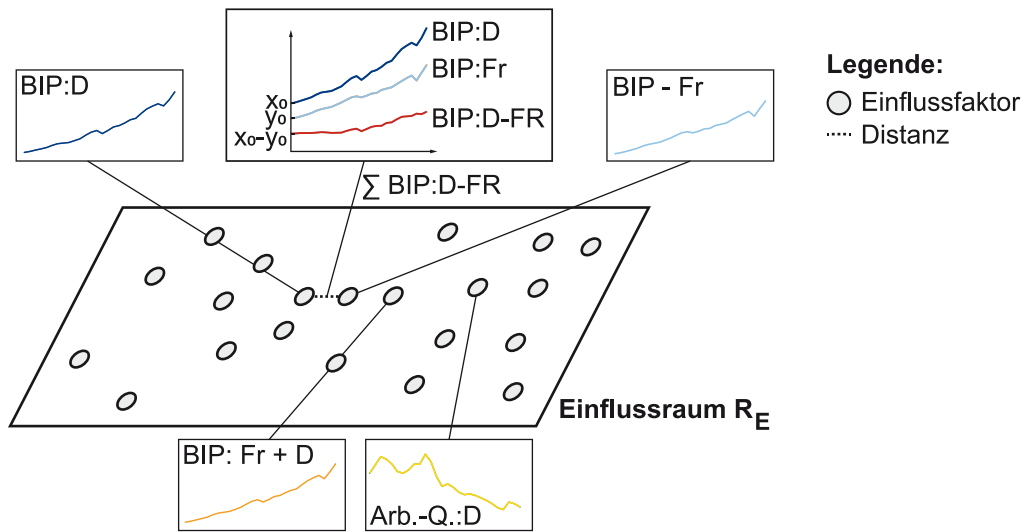


Bild 18: Beispielhaft Visualisierung des Einflussraums mit Distanz (eigene Darstellung)

### 6.4.3 Schlüsselfaktoren im Einflussraum

Aufbauend auf der Menge an Einflussfaktoren werden mit Hilfe von verschiedenen Methoden Schlüsselfaktoren selektiert, denn Korollar 3 folgend sind die Menge der Schlüsselfaktoren eine Teilmenge der Einflussfaktoren. Dementsprechend liegt die Menge der Einflussfaktoren  $M_{EF}$  und Schlüsselfaktoren  $M_{SF}$  im Einflussraum  $R_E$ . Es gilt also insgesamt  $M_{SF} \subseteq M_{EF} \subseteq R_E$ . Die Auswahl der Schlüsselfaktoren wird jeweils über eine parametrisierte Selektionsregel  $\sigma_i$  beschrieben, sodass  $\sigma_i: M_{EF} \rightarrow M_{SF}$ . Dabei entspricht die Selektionsregel  $\sigma_i$  der Abbildung  $f_1^*$  im Sinne der Gleichung 5. Für verschiedene Parameter und Annahmen ergeben sich durch verschiedene Selektionsregeln  $\sigma_i$  jeweils unterschiedliche  $M_{SF}$ . Durch eine Selektionsabbildung  $\sigma_i$  wird jedem Einflussfaktor ein reeller Wert zugeordnet, über den sich die Einflussfaktoren sortieren und selektieren lassen. Dieser reelle Wert wird auf Basis der Einflüsse (vgl. Definition 8) und der Einflussfaktoren aufeinander abgestimmt.

Die Einflussmatrix  $E$  bildet den paarweisen Einfluss ab und für  $n$  Einflussfaktoren in einer Szenario-Studie ist  $E \in \mathbb{R}^{n,n}$ ,  $e_{ij} \in \mathbb{R}$ . Bei der Bewertung des Einflusses ist es in den existierenden Ansätzen der Szenario-Technik Konvention, keinen Einfluss mit  $e_{ij} = 0$  und einen starken Einfluss mit  $e_{ij} > 0$  zu bewerten (vgl. Kapitel 3.3.1). Eine weit verbreitete Selektionsregel basiert beispielsweise auf der sogenannten Aktiv- und Passivsumme (siehe Kapitel 3.3.1). Die Aktivsumme  $EF_i^{out}$  stellt dabei die Spaltensumme, die Passivsumme  $EF_i^{in}$  die Zeilensumme der einzelnen Einflussfaktoren in der Einflussmatrix und  $a$  die durchschnittliche Aktiv- bzw. Passivsumme dar. Zusätzlich ist  $EF_0$  das leere Element, sodass durch  $\sigma_{sum}$  nur die zu wählenden Einflussfaktoren übrigbleiben und alle anderen Elemente als leeres Element gesetzt werden.

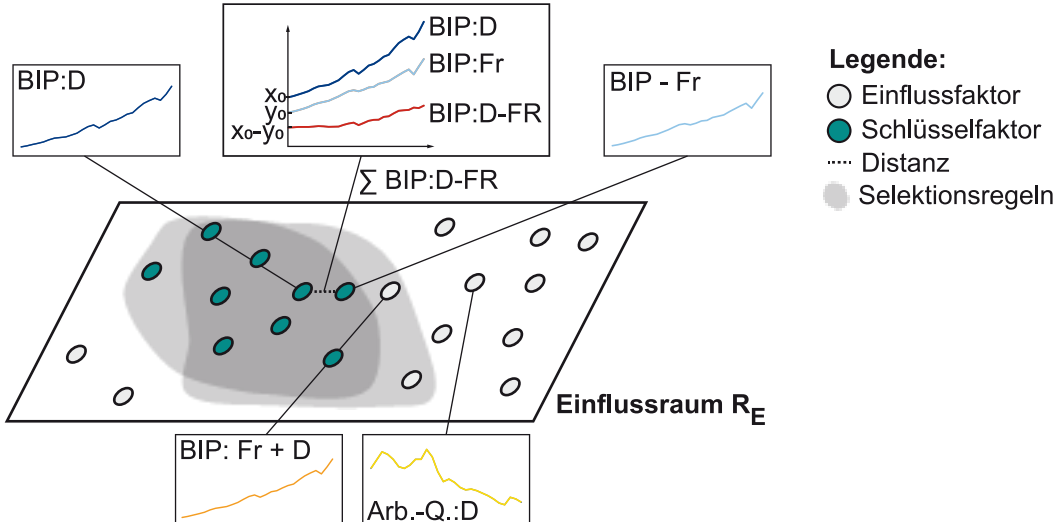
$$E_i^{in} = \sum_k e_{ki}, \quad E_i^{out} = \sum_k e_{ik}, \quad a = \frac{\sum_i E_i^{in}}{n}$$

$$\rho_1: R_E \rightarrow \mathbb{R}, \quad \rho_1(EF_i) = \begin{cases} 1, & \text{falls } E_i^{out} > a \text{ und } E_i^{in} < a \\ 2, & \text{falls } E_i^{out} > a \text{ und } E_i^{in} > a \\ 3, & \text{falls } E_i^{out} < a \text{ und } E_i^{in} > a \\ 4, & \text{falls } E_i^{out} < a \text{ und } E_i^{in} < a \end{cases}$$

$$\sigma_{\text{sum}}: M_{EF} \rightarrow R_E, \quad \sigma_{\text{sum}}(EF) = \begin{cases} EF, & \text{falls } \rho_1(EF) = 1 \\ EF_0, & \text{sonst} \end{cases}$$

*Gleichung 12: Selektionsabbildung definiert über die Aktiv- und Passivsumme*

Die Einflussfaktoren  $EF$ , die durch die Selektionsabbildung gewählt werden, stellen die Schlüsselfaktoren  $SF$  dar. Wird nun die Selektionsregel zur Visualisierung des Einflussraumes (Bild 19) hinzugenommen, ergibt sich die folgende Darstellung:



*Bild 19: Beispielhafte Visualisierung der Selektion im Einflussraum (eigene Darstellung)*

#### 6.4.4 Darstellung des Einflussraums im $\mathbb{R}^2$

Die Visualisierung in Bild 19 ist die idealisierte Darstellung des Einflussraums. Eine Visualisierung im  $\mathbb{R}^2$  lässt sich aufbauend auf der Definition der Distanz durch die multidimensionale Skalierung erstellen. Die natürliche Darstellung aller relevanten Punkte würde für eine Szenario-Studie einen  $n$ -dimensionalen Raum ergeben, wobei  $n$  die Anzahl aller bekannten Elemente der Zeitreihe ist. Die Visualisierung des Raumes stößt jedoch ab  $n = 2$  an die Grenzen der Vorstellbarkeit.

Ein anschauliches Beispiel hierzu ist die Erstellung einer Karte der Hauptstädte Europas. Da die Erdoberfläche gekrümmt ist, ist die 2-dimensionale Abbildung keine triviale Aufgabe. Eine Abbildung im 2-dimensionalen Raum ist dann möglichst verzerrungsfrei und

damit optimal, wenn die Abstände der Städte im 2-dimensionalen Raum (Karte) möglichst den Abständen im 3-dimensionalen Raum (Realität) entsprechen. Die multidimensionale Skalierung ist nun ein Werkzeug der multivariaten Statistik, mit der die Elemente eines höherdimensionalen Raumes in einen niederdimensionalen Raum mit einer möglichst geringen Verzerrung angeordnet werden. Im Kontext des Einflussraumes bedeutet dies, dass die Anordnung der Einflussfaktoren in der Visualisierung im 2-dimensionalen Raum möglichst der Anordnung im  $n$ -dimensionalen Raum entsprechen soll. Somit müssen für die Visualisierung die paarweisen Abstände der Einflussfaktoren bestimmt werden. Die Berechnungsvorschrift ist in Anhang A8.2 gegeben. Die Darstellung ist bis auf Drehung und Skalierung eindeutig, da bei der Drehung die Abstände gleichbleiben und bei der Skalierung die Verhältnisse der Abstände ebenfalls unverändert sind. Die Abstände zwischen den Einflussfaktoren werden somit über dimensionslose Kennzahlen beschrieben, da lediglich das Verhältnis der Einflussfaktoren im Sinne des Abstands untereinander bekannt ist. Im Beispiel der Karte der Welt geben verschiedene Karten mit unterschiedlichen Maßstäben Abstände zwischen den Hauptstädten Europas wieder.

Im Rahmen einer Szenario-Studie lassen sich die Visualisierung und die Abstandsberechnung über die Deskriptoren gestalten. Für das Beispiel des europäischen Wirtschaftsraums lassen sich die Deskriptoren BIP Deutschland, BIP Frankreich und Arbeitslosenquote Deutschland wählen. Für den Zeitraum 1995 bis 2021 und auf das Jahr 1995 normierte Werte (entnommen der Datenbank Statista, Stand 30.06.2021, Rohdaten im Anhang A2.1) ergibt sich die folgende Abstandsmatrix:

*Tabelle 19: Abstände der multidimensionalen Skalierung*

	BIP Frankreich	BIP Deutschland	Arbeitslosenquote Deutschland
BIP Frankreich	0	2,00	10,97
BIP Deutschland	2,00	0	9,41
Arbeitslosenquote Deutschland	10,97	9,41	0

Die auf Tabelle 19 aufbauende multidimensionale Skalierung ergibt die in Bild 20 abgebildete Visualisierung. Dabei sind die Achsen dimensionslose Kennzahlen, da die Darstellung lediglich bis auf Skalierung und Drehung eindeutig ist. Somit stellen die Achsen den relativen Abstand der multidimensional skalierten Einflussfaktoren in der ersten Dimension und in der zweiten Dimension dar. Die Visualisierung ist daher mathematisch hinreichend genau, indem die Distanz der Deskriptoren multidimensional skaliert wird.

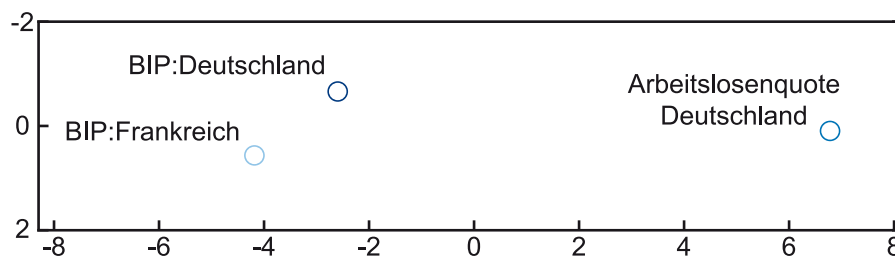


Bild 20: Multidimensionale Skalierung des Einflussraums (eigene Darstellung)

## 6.5 Szenario-Raum

Durch den Einflussraum kann nach Kapitel 6.4 die aktuelle, bekannte Situation dargestellt werden, da in Deskriptoren lediglich die Daten bis zum Zeitpunkt der Szenario-Studie abgebildet werden. Für einen Blick in die Zukunft müssen die Deskriptoren um Daten der Zukunft erweitert werden. Im Rahmen der vorliegenden Modellierung sind die Auswahlkriterien für Szenarien als Widerspruchsfreiheit und Unterschiedlichkeit gesetzt worden (vgl. Kapitel 5.2.1). Der Unterschiedlichkeit folgend können die Deskriptoren in der Zukunft verschiedene Werte annehmen. Die möglichen Entwicklungen von Einflussfaktoren stellen die Projektionen dar (vgl. Definition 6). Nach Definition 7 sind die Szenarien jeweils eine Menge an Projektionen.

### 6.5.1 Definition der Projektionen

Definition 6 folgend stellen die Projektionen jeweils mögliche zukünftige Entwicklungen eines Einflussfaktors dar. Die Zerlegung von  $\mathbb{N}$  in die Mengen  $W_1$  und  $W_0$  aus Kapitel 6.4.2 kann für die Projektionen erweitert werden: Das letzte Folgenglied  $j$  aus  $W_1$  stelle den Zeitpunkt der Szenario-Studie und alle Folgenglieder aus  $W_0$  die zukünftigen Zeitpunkte dar. Für den Zeithorizont der Szenario-Studie  $b$  kann  $W_0$  in die Mengen  $W_0^p$  (Projektionswerte) und  $W_0^u$  (unbekannte Werte) aufgeteilt werden, wobei  $W_0^p$  alle Werte vom Folgenglied  $j$  bis einschließlich  $b$  enthält und  $W_0^u$  alle Glieder ab  $b$ . Eine Fortsetzung des Deskriptors nimmt auf dem Wertebereich  $W_0^p$  eindeutige oder alternative Werte an.

**Definition 13** Ein alternativer Deskriptor besitzt verschiedene mögliche Projektionen auf der Menge  $W_0^p$  (eigene Definition).

**Definition 14** Ein eindeutiger Deskriptor besitzt eine eindeutige Projektion auf der Menge  $W_0^p$  (eigene Definition).

Der eindeutige Deskriptor ist damit ein Sonderfall des alternativen Deskriptors. In Bild 21 wird die Visualisierung eines alternativen Deskriptors gezeigt. Während alle Alternativen von 0 bis  $j$  denselben Verlauf haben (durchgezogene Linie), unterscheidet sich der Verlauf ab  $j$  für die alternativen Verläufe (gestrichelte Linien). Ein eindeutiger Deskriptor besitzt in der Darstellungsweise von Bild 21 nur eine der gestrichelten Fortsetzungen.



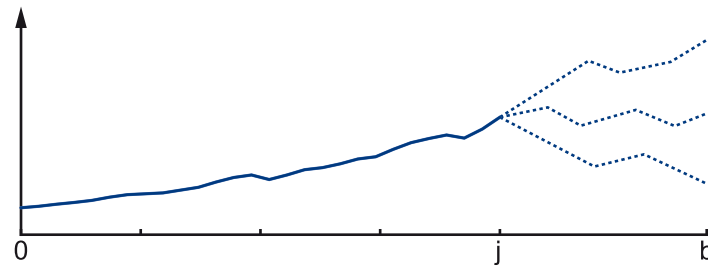


Bild 21: Projektionen eines alternativen Deskriptors (eigene Darstellung)

Definition 7 und Kapitel 6.5 folgend ist eine Projektion ein Element im Szenario-Raum. Für das Beispiel „Wirtschaftswachstum“ bedeutet dies, dass vom Zeitpunkt  $t_0 = 1995$  bis  $t_j = 2022$  alle Werte des Bruttoinlandsprodukts Deutschlands bekannt sind. Die Werte bis zum Ende des Betrachtungshorizonts  $t_j$  sind unbekannt, können aber als Projektionen festgelegt werden. So sind beispielsweise die Entwicklungen Stagnation ( $P(t_b) = P(t_j)$ ), starkes Wachstum ( $P(t_b) \gg P(t_j)$ ), Trendfortsetzung ( $P(t_b) > P(t_j)$ ) und Trendumkehr ( $P(t_b) < P(t_j)$ ) möglich, schematisch dargestellt in Bild 22. Allgemein wird die  $i$ -te Projektion des  $j$ -ten Einflussfaktors notiert als:  $P_j^i$ .

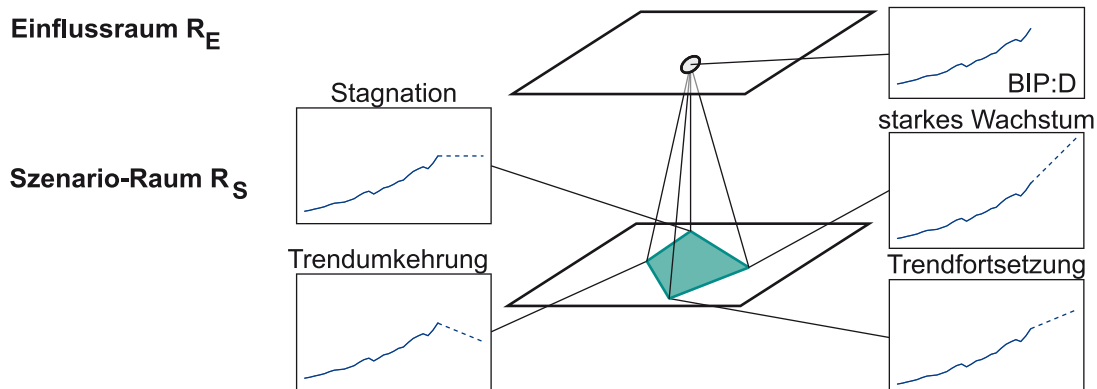


Bild 22: Projektionen des Anwendungsbeispiels im Szenario-Raum (eigene Darstellung)

### 6.5.2 Definition des Szenario-Raums

Der Szenario-Raum enthält als Elemente die Projektionen. Eine Projektion ist dabei eine mögliche Fortsetzung eines Deskriptors des Einflussraumes, denn eine Abbildung ist die Fortsetzung einer anderen Abbildung genau dann, wenn die Definitionsmenge der einen Abbildung eine Teilmenge der Definitionsmenge der anderen Abbildung ist und sich auf dieser Teilmenge beide Abbildungen gleich verhalten.

**Definition 15** Für drei Mengen  $X, Y$  und  $A$  und zwei Abbildungen  $f$  und  $g$  gilt, dass  $f: X \rightarrow Y$  genau dann eine Fortsetzung von  $g: A \rightarrow Y$  ist, wenn  $A \subseteq X$  und  $f(x) = g(x)$  für alle  $x \in A$  (aufbauend auf [Wal16, S. 172]).

Da die Projektionen eine Fortsetzung der Deskriptoren der Einflussfaktoren sind, ist der Szenario-Raum, ebenso wie der Einflussraum, ein Folgenraum. Die Konzepte des

Einflussraumes, wie das der Distanz, können auf den Szenario-Raum übertragen werden. Eine schematische Darstellung ist in Bild 23 gegeben. So kann jedem Einflussfaktor im Einflussraum eine Menge an Projektionen im Szenario-Raum zugeordnet werden.

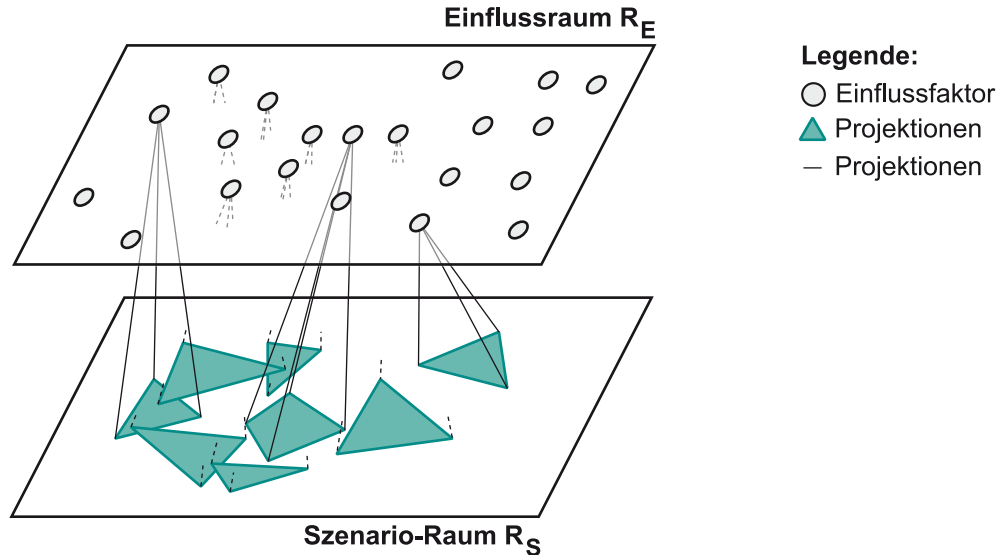


Bild 23: Verknüpfung Einfluss- und Szenario-Raum (eigene Darstellung)

Definition 7 folgend ist ein Szenario eine Menge an Projektionen von mehreren Schlüsselfaktoren, wobei jede Projektion höchstens einmal in der Menge enthalten ist. Die Anzahl an möglichen Szenarien ist dabei von der Anzahl an definierten Projektionen pro Schlüsselfaktor anhängig. Kombinatorisch ermittelt werden kann die Anzahl an Szenarien wie folgt: Sei  $n_i$  die Anzahl an Schlüsselfaktoren mit  $i$  Projektionen, dann ist die Anzahl an Szenarien definiert als:  $n_S = \prod_i i^{n_i}$ .

Für eine Szenario-Studie mit 15 Schlüsselfaktoren, von denen drei eindeutige Deskriptoren haben, fünf alternative Deskriptoren mit je zwei Projektionen, sechs alternative Deskriptoren mit je drei Projektionen und ein alternativer Deskriptor mit vier Projektionen, ist  $n_S = 1^3 \cdot 2^5 \cdot 3^6 \cdot 4^1 = 373.248$ . Jedes der  $n_S$  Szenarien wird unabhängig der Eintrittswahrscheinlichkeit als möglich angenommen. Ein Szenario im Szenario-Raum sei nachfolgend mit  $S_k$  bezeichnet und wird über die Menge aller konvexen Linearkombinationen (konvexe Hülle) der Projektionen  $P_j^i$  eines Szenarios in Bild 24 dargestellt.

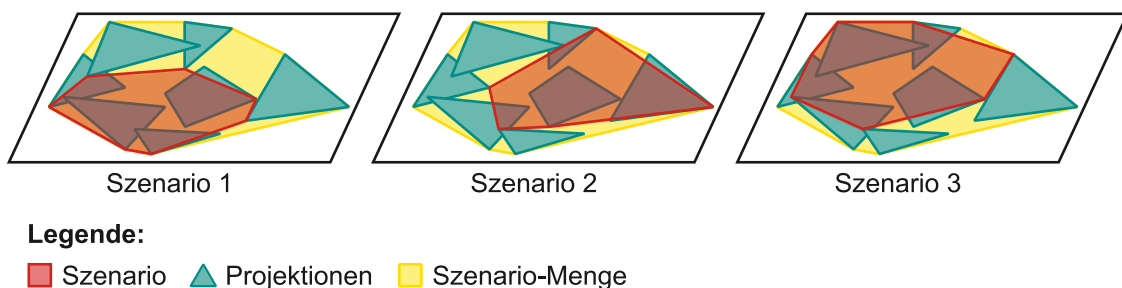


Bild 24: Visualisierung unterschiedlicher Szenarien  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  (eigene Darstellung)

Dabei werden die  $n$  Projektionen des Szenarios  $k$  über die Wahl der jeweiligen Projektion  $i$  des Deskriptors  $j$  gesetzt. Das Szenario  $S_k$  stellt im Szenario-Raum die Eckpunkte des konvexen Polygons dar:

$$S_k = \{\sum_i a_i \cdot P_k^i \mid \forall i, \sum_i a_i = 1, a_i \geq 0\}.$$

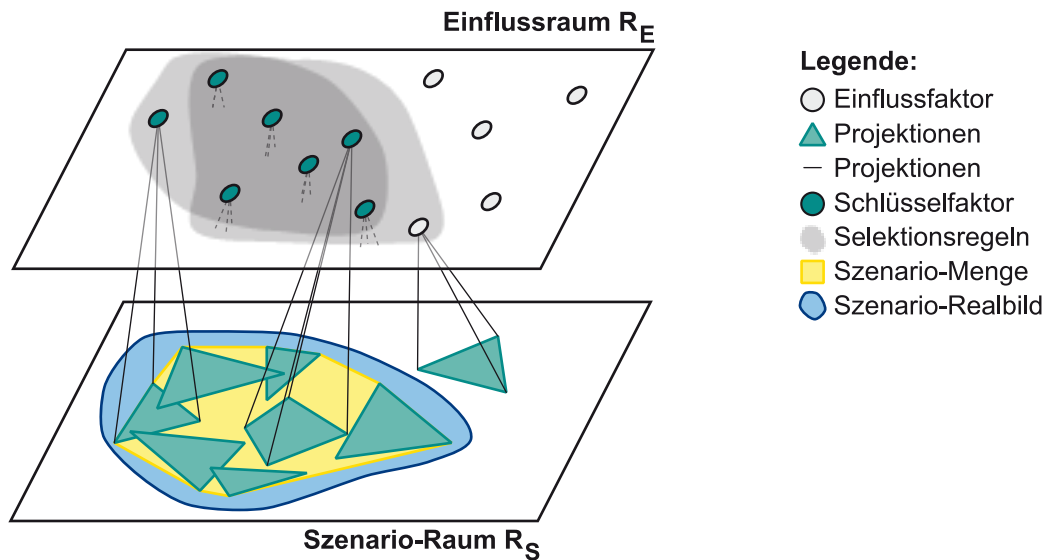
*Gleichung 13: Konvexe Linearkombination eines Szenarios*

Die Szenario-Menge  $M_S$  sei nun die konvexe Hülle aller Projektionen, die die Menge aller Szenarien umschließt. Diese ist größer als die Vereinigung aller Szenarien:

$$M_S \supset \bigcup_k S_k$$

*Gleichung 14: Szenario-Menge  $M_S$  als Übermenge der Szenarien  $S_k$*

Durch die Szenarien wird eine Näherung der realen Zukunft erreicht. Diese reale Zukunft zum Zeitpunkt des Szenario-Horizonts  $b$  und damit die Situation im Szenario-Raum wird als Szenario-Realbild definiert. Im Vergleich zur Szenario-Menge  $M_S$  ist dieses Szenario-Realbild  $M_{RB}$  lediglich eine konvexe Menge und nicht zwangsläufig ein Polygon und führt zur finalen, abstrahierten Visualisierung des Zusammenhangs des Einflussraums mit dem Szenario-Raum in Bild 25:



*Bild 25: Zusammenhang von Einflussraum und Szenario-Raum (eigene Darstellung)*

Da das Szenario-Realbild durch die Szenario-Menge angenähert wird, wird durch eine höhere Anzahl an passenden Schlüsselfaktoren die Genauigkeit der Näherung erhöht. Insgesamt gilt also:

$$M_{RB} = \lim_{\# \{SF\} \rightarrow \infty} M_S.$$

Die Fläche im Szenario-Raum kann dabei durch ein Maß  $\mu$  gemessen werden. Ebenso wird für eine höhere Anzahl an passenden Schlüsselfaktoren die Szenario-Menge der Vereinigung aller Szenarien angenähert. Für eine optimale Wahl, beschrieben durch die Selektionsregel im Einflussraum, an abzählbar unendlich vielen Schlüsselfaktoren gilt demnach:

$$M_{RB} = \lim_{\#\{SF\} \rightarrow \infty} M_S = \lim_{\#\{SF\} \rightarrow \infty} \bigcup_k S_k \quad \text{und} \quad \mu(M_{RB}) = \mu\left(\lim_{\#\{SF\} \rightarrow \infty} \bigcup_k S_k\right).$$

Für das Anwendungsbeispiel können für die Deskriptoren BIP Deutschland ( $E_1$ ), BIP Frankreich ( $E_2$ ) und Arbeitslosenquote Deutschland ( $E_3$ ) jeweils Projektionen definiert werden. Für jeden Deskriptor werden dabei drei Projektionen abhängig von dem letzten bekannten Wert definiert.

Tabelle 20: Projektion für das Anwendungsbeispiel Wirtschaftswachstum

BIP Deutschland	BIP Frankreich	Arbeitslosenquote Deutschland
$P_1^1(2032)$ $= E_1(2022) \cdot 1,2$	$P_2^1(2032)$ $= E_1(2022) \cdot 1,05$	$P_3^1(2032)$ $= E_1(2022) \cdot 1,5$
$P_1^2(2032)$ $= E_1(2022)$	$P_2^2(2032)$ $= E_1(2022)$	$P_3^2(2032)$ $= E_1(2022)$
$P_1^3(2032)$ $= E_1(2022) \cdot 0,85$	$P_2^3(2032)$ $= E_1(2022) \cdot 0,9$	$P_3^3(2032)$ $= E_1(2022) \cdot 0,75$

Für das BIP Deutschlands wird dabei eine höhere Spreizung der Projektionen angenommen als für das BIP Frankreichs, da das prozentuale Wirtschaftswachstum Frankreichs zwischen 1995 und 2022 höher war als das Deutschlands. Für die Arbeitslosenquote wird jeweils eine Trendfortsetzung, Stagnation und Trendumkehr angenommen. Bei der Trendumkehr ist der Wert von 2030 ungefähr der des solchen von 2010. Analog zu Kapitel 6.4.4 in Bild 20 wird der Szenario-Raum über eine multidimensionale Skalierung visualisiert. Die Abstände der jeweiligen Deskriptoren sind in Anhang A9.1.2.2 detailliert dargestellt.

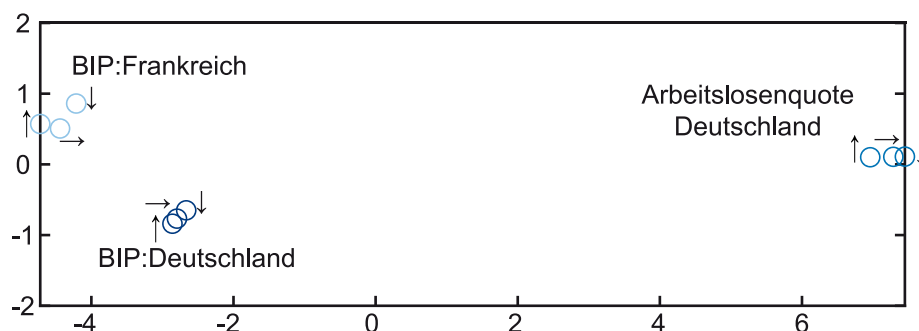


Bild 26: Multidimensionale Skalierung der Projektionen (eigene Darstellung)

Die jeweiligen Projektionen eines Einflussfaktors liegen jeweils in der Nähe der anderen Projektionen eines Einflussfaktors. Analog zu der korrespondierenden Darstellung des Einflussraumes in Bild 20 liegen die jeweiligen Bruttoinlandprodukte nahe aneinander und weiter entfernt zu der Arbeitslosenquote. Durch die multidimensionale Skalierung der Projektionen ist somit eine Darstellungsform des Szenario-Raums gegeben.

### 6.5.3 Selektion der Szenarien

Die Anzahl aller möglichen Szenarien beträgt  $n_s = \prod_i i^{n_i}$  und liegt damit für eine Szenario-Studie oft im Bereich der Millionen Szenarien und wächst exponentiell mit den Schlüsselfaktoren. Aufbauend auf Kapitel 5.2.1 werden die Kriterien „Konsistenz“ und „Unterschied“ zur Auswahl und Reduktion der Anzahl der Szenarien gewählt.

#### Konsistenz

Die Konsistenz ist nach Definition 9 definiert als der Grad der Widerspruchsfreiheit des Auftretens zweier Projektionen. Die Konsistenz ist symmetrisch, das heißt die Konsistenz zwischen A und B ist dieselbe wie die solche zwischen B und A, da das gemeinsame Auftreten als Ereignis betrachtet wird. Für je zwei Einflussfaktoren mit den Projektionen „steigen“, „stagnieren“ und „sinken“ ergeben sich somit neun zu betrachtende paarweise Kombinationen in Bild 27:

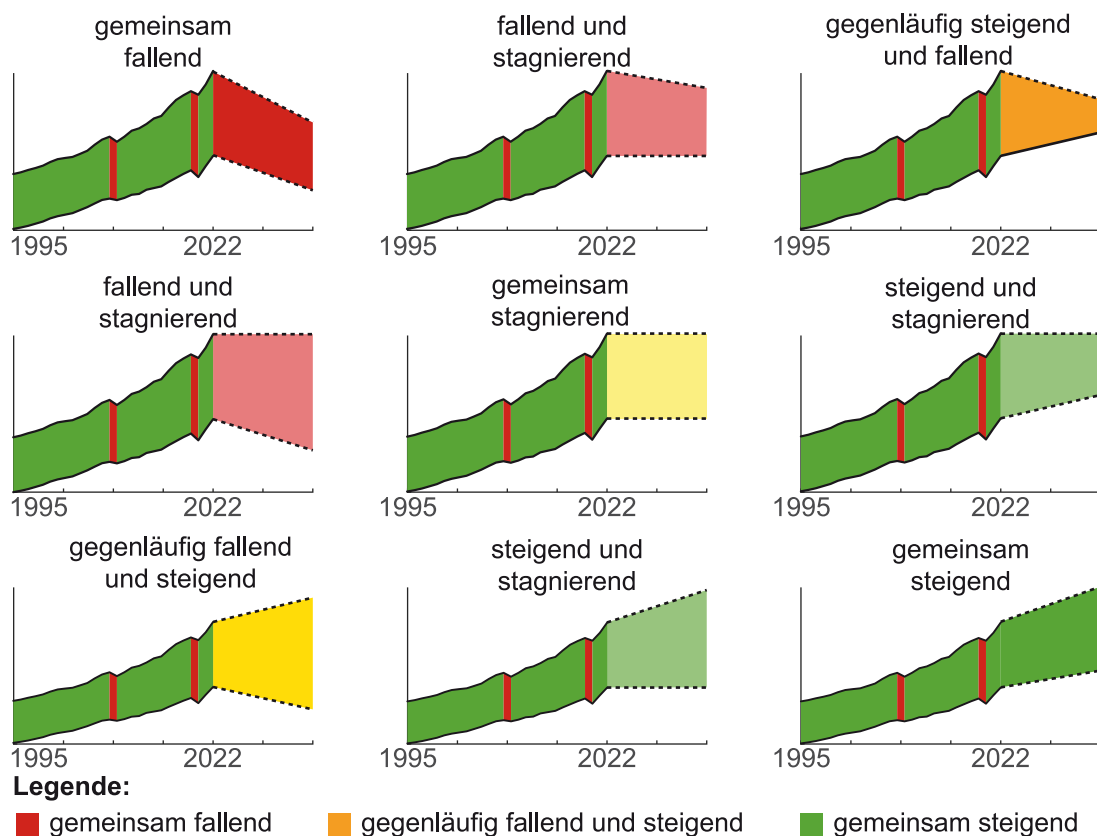


Bild 27: Mögliche Projektionskombinationen (eigene Darstellung)

Daneben wird die Konsistenz zwischen den Projektionen eines Schlüsselfaktors nicht bewertet, da das gleichzeitige Auftreten zweier Projektionen eines Schlüsselfaktors per definitionem ausgeschlossen ist. Für ein Szenario  $S_K$  mit den Projektionen  $P_j^i$ , die jeweils  $n_i$  Projektionen besitzen, ist die Anzahl an Konsistenzwerten  $n_K$  also:

$$n_K = \frac{1}{2} \sum_i \sum_{\substack{j \\ i \neq j}} n_i n_j$$

Gleichung 15: Anzahl der Konsistenzbewertungen

Über die paarweisen Konsistenzwerte aller in einem Szenario enthaltenen Projektionen kann für jedes Szenario eindeutig eine Gesamtkonsistenz berechnet werden. Als Bewertungsskala wird, aufbauend auf Kapitel 5.2.1, die Skala von 1 bis 5 gewählt. Die Konsistenz für zwei Projektionen  $P_j^i$  und  $P_l^k$  wird geschrieben als  $k_{ijkl} = k(P_j^i, P_l^k)$ . Für ein Szenario  $S_K$  und die Menge  $P_K$  als die Menge aller im Szenario enthaltenen Projektionen wird die Konsistenzsumme des Szenarios berechnet als:

$$K_S = \sum_{\substack{i,j,k,l \\ P_j^i, P_l^k \in P_K}} k_{ijkl}$$

Gleichung 16: Berechnung der Konsistenzsumme  $K_S$

Somit kann allen  $n_S$  Szenarien eine Konsistenzsumme zugeordnet werden, über die die Szenarien mit der höchsten Konsistenz selektiert werden können. Für die Selektion können verschiedene Kriterien herangezogen werden: Etabliert sind die Konsistenzsumme ( $K_S$ ), die Anzahl an absoluten Inkonsistenzen ( $k_{ijkl} = 1$ ) und die Anzahl an partiellen Inkonsistenzen ( $k_{ijkl} = 2$ ). Dabei stellt  $K_{S_i}^1$  die Menge der Inkonsistenzen eines Szenarios dar und ist definiert als  $K_{S_i}^1 = \{(p_j^i, p_l^k) | k_{ijkl} = 1, p_j^i, p_l^k \in S_i\}$ . Analog ist die Menge der partiellen Inkonsistenzen definiert als  $K_{S_i}^2 = \{(p_j^i, p_l^k) | k_{ijkl} = 2, p_j^i, p_l^k \in S_i\}$  und  $\#K_{S_i}^1$  und  $\#K_{S_i}^2$  als die Anzahl der Elemente in der jeweiligen Menge. Durch die Selektionsabbildung können die Szenarien mit der höchsten Konsistenzsumme gewählt werden:

$$\sigma_{\text{kons}}: R_S \rightarrow R_S, \quad \sigma_{\text{kons}}(S_i) = \begin{cases} S_i, & \text{wenn } K_S > c_1, K_{S_i}^1 < c_2 \text{ und } K_{S_i}^2 < c_3 \\ S_o, & \text{sonst} \end{cases}$$

Gleichung 17: Selektionsabbildung der Szenarien

Dabei gibt die Schranke  $c_1$  jeweils die Konsistenzsumme an, die ein Szenario mindestens besitzen muss und die Schranken  $c_2$  und  $c_3$  geben an, wie viele partielle und absolute Inkonsistenzen jeweils in einem zu selektierenden Szenario höchstens vorhanden sein dürfen. Als Schranken können zum Beispiel die Werte  $c_1 = 0,9 \cdot \max(K_S)$ ,  $c_2 = 0$ ;

$c_3 = 5$  angenommen werden. Das Szenario  $S_0$  stellt dabei das Nullszenario dar, auf welchem Szenarien abgebildet werden, die nicht den Kriterien der Schranken entsprechen.

Für das Anwendungsbeispiel „Wirtschaftswachstum“ Europas kann, aufbauend auf verschiedenen Annahmen, die Konsistenzmatrix aufgestellt werden. So können in der Vergangenheit drei der neun möglichen gleichzeitigen Entwicklungsrichtungen beobachtet werden (vgl. Bild 27). Für die Bewertungsskala nach Kapitel 5.2.1 von 1 bis 5, wobei 1 für absolute Inkonsistenz und 5 für absolute Konsistenz steht, können für den Betrachtungszeitraum von 10 Jahren für alle Projektionskombinationen die Konsistenzen bewertet werden. Die gesamte Konsistenzmatrix befindet sich im Anhang A9.1.3, wobei ein Ausschnitt in Tabelle 21 gezeigt wird. Die Konsistenzwerte beruhen auf der Beobachtung, dass sich die Wirtschaftsräume Deutschlands und Frankreichs auf lange Sicht ähnlich verhalten werden und über den Zeitraum der vergangenen 40 Jahre gemeinsam gestiegen sind:

*Tabelle 21: Ausschnitt der Konsistenzmatrix des Anwendungsbeispiels*

	BIP Frankreich ↓	BIP Frankreich →	BIP Frankreich ↑
BIP Deutschland ↓	5	3	3
BIP Deutschland →	3	5	3
BIP Deutschland ↑	3	3	5

In dem Beispiel ergeben sich  $n_S = 27$  verschiedene Szenarien mit  $K_S = 27$  Konsistenzwerten. Durch die Schranke  $c_1 = 27 \cdot 0,9 = 24,3$  werden 21 Szenarien verworfen und durch die Schranken  $c_1$  und  $c_2$  jeweils 3 Szenarien. Insgesamt verbleiben 6 selektierte Szenarien. Zur weiteren Selektion kann nun aufbauend auf der Selektion anhand der Konsistenz die Unterschiedlichkeit der Szenarien betrachtet werden.

## Unterschiedlichkeit

Die Unterschiedlichkeit von Szenarien ist nach Definition 10 und Definition 11 über die Anzahl an unterschiedlichen Projektionen in einem Szenario definiert. So sind zwei Szenarien, die sich in allen Projektionen unterscheiden, als maximal unterschiedlich zu betrachten und zwei Szenarien, die sich in genau einer Projektion unterscheiden, so ähnlich wie möglich. Dabei gelten Definition 10 und Definition 11 zunächst für Szenarien, deren Schlüsselfaktoren jeweils genau zwei Projektionen enthalten, da pro Schlüsselfaktor jeweils lediglich eine Übereinstimmung oder keine Übereinstimmung vorliegt. Denn für den Fall des Wirtschaftswachstums Deutschlands kann beispielsweise das BIP sinken, steigen oder stagnieren. So ist ein Szenario, in dem das BIP steigt, logischerweise einem Szenario mit stagnierendem BIP näher als einem Szenario, in dem das BIP sinkt.

Zur Berechnung des Abstands wird hierzu jeder Projektion eines Einflussfaktors eine Ordnungszahl zugewiesen, die die Ordnung der Projektionen untereinander widerspiegelt. Für das obige Beispiel ist die Zuweisung von „BIP steigt“ als 1, „BIP

stagniert“ als 2 und „BIP sinkt“ als 3 genauso naheliegend wie die umgekehrte Ordnung. Hierbei werden die Unterschiede von sinkend und steigend zu stagnierend als gleich betrachtet und spiegeln die logische Ordnung der Projektionen untereinander wider. Für zwei Szenarien  $S_i$  und  $S_j$  wird die Abstandsdefinition deshalb auf die folgende Formel erweitert und analog zur Distanz im Einflussraum definiert:

$$d_A(S_i, S_j) = \|S_i - S_j\|.$$

Die so definierten Szenarien liegen in einem  $n$ -dimensionalen Vektorraum, wobei  $n$  die Anzahl an der Schlüsselfaktoren pro Szenario bezeichnet. Der Abstandsraum  $R_A$  der für die Betrachtung der Unterschiedlichkeit zu Grunde gelegt wird, ist der Raum, der sich aus der multidimensionalen Skalierung der Abstände aller Szenarien zueinander ergibt. Jeder Punkt im Abstandsraum stellt ein Szenario dar und je näher sich zwei Szenarien im Abstandsraum sind, desto ähnlicher sind sich diese Szenarien.

Für das Anwendungsbeispiel „Wirtschaftswachstum“ ist der Abstandsraum in Bild 28 gegeben. Die durch die Konsistenzberechnung verworfenen Szenarien sind grau eingefärbt und die selektierten Szenarien sind vollfarbig eingezeichnet. Am weitesten voneinander entfernt sind dabei die Szenarien 9 und 19, die auch keine gleiche Projektion beinhalten. Szenario 9 und 18 wiederum unterscheiden sich lediglich in einer Projektion und Szenario 18 ist das Nächstliegende für Szenario 9.

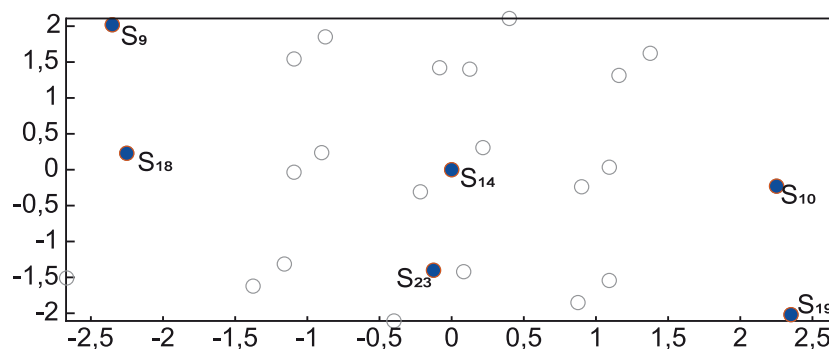


Bild 28: Darstellung des Abstandsraums des Anwendungsbeispiels (eigene Darstellung)

### Optimierungsproblem der Szenario-Auswahl

Ziel der Szenario-Analyse ist es, wie in Kapitel 5.2.1 dargestellt, nun diejenigen Szenarien einer Szenario-Studie auszusuchen, die gleichzeitig in sich möglichst konsistent und zu den anderen Szenarien möglichst unterschiedlich sind. Somit kann erreicht werden, im Sinne der Einzellösungen möglichst gute Szenarien (Konsistenz) und im Sinne der Gesamtlösung ein möglichst weites und allgemeingültiges Bild zu erhalten (Unterschiedlichkeit). Die etablierte, intuitive Vorgehensweise zur Identifizierung ebenjener Szenarien ist dabei das Clustern der Szenarien im Abstandsraum. Eine abstrakte Darstellung findet sich in Bild 29. Für hinreichend gut ausgebildete Gruppen an ähnlichen Szenarien im Abstandsraum können Cluster an Szenarien identifiziert werden. Weiter



ausgewählt wird dann das Szenario mit der höchsten Konsistenz pro Cluster. Bei dieser Auswahlregel kann es jedoch sein, dass zwar Szenarien mit hoher Konsistenz gewählt werden, diese sich jedoch nah aneinander befinden.

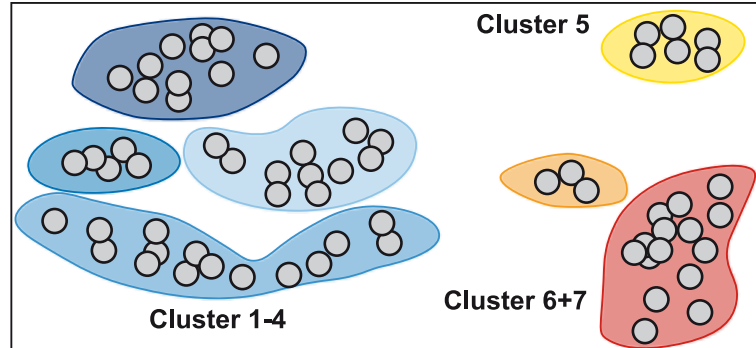


Bild 29: Clusteranalyse des Abstandsraums (eigene Darstellung)

Ziel der Szenario-Analyse ist es jedoch, diejenigen Szenarien zu identifizieren, die sowohl möglichst weit voneinander entfernt sind als auch möglichst konsistent. Somit ergibt sich, aufbauend auf den in den Kapiteln 6.4.3 und 6.5.3 dargelegten Berechnungs- und Auswahlregeln ein Optimierungsproblem mit mehreren Zielfunktionen. Das heißt, dass für eine Funktion  $f: \mathbb{R}^p \rightarrow \mathbb{R}^q$  der minimale Wert für alle  $x$  aus einer Menge  $X \in \mathbb{R}^p$  gefunden werden soll. Dabei gibt  $p$  die Anzahl der Szenarien an, die selektiert werden sollen und  $q$  die Anzahl an Kriterien für die Selektion:

$$\min_{x \in X^p} f(x).$$

Da  $f(x)$  ein Element im  $\mathbb{R}^q$  und damit nicht zwangsläufig eindimensional ist, kann es mehrere mögliche minimale Punkte von  $f(x)$  geben. Dabei wird von einem der Punkte zu einem anderen hin der Wert der Funktion  $f$  in einer Koordinate kleiner, in den anderen Koordinaten jedoch größer. Die Menge all dieser optimalen Punkte ist die Pareto-Menge.

Für die Auswahl der Szenarien wird zunächst eine Zielfunktion benötigt. Diese zu optimierende Zielfunktion ist eine zweidimensionale Funktion, bei der der erste Eintrag die Summe aller Konsistenzen und der zweite Eintrag die Abstände für eine Menge  $X^p$  an  $p$  Szenarien sind. Für die Betrachtung der Konsistenz und Unterschiedlichkeit von Szenarien ist  $p = 2$ . Die Menge  $X^p$  besteht aus allen Mengen  $U$ , die jeweils  $p$  Szenarien des Szenario-Raums beinhalten:

$$X^p = \{U = (S_i, S_i, \dots, S_p) \mid |U| = q, S_i \neq S_j \neq \dots \neq S_p\}.$$

Somit ergibt sich final für die Zielfunktion  $g$ , die die Konsistenzsumme und den Abstand zweier Szenarien berücksichtigt, die folgende Zielfunktion:

$$g_p: X^p \rightarrow \mathbb{R}^2, g_p(X^p) = \begin{bmatrix} \sum_{U \in X^p} \sum_{S_i \in U} K_{S_i} \\ \sum_{U \in X^p} \sum_{S_i, S_j \in U} d(S_i, S_j) \end{bmatrix}$$

*Gleichung 18: Zielfunktion des Optimierungsproblems der Szenario-Auswahl*

Da sowohl für die Konsistenzsumme (erster Eintrag) als auch für den Abstand (zweiter Eintrag) das Maximum ermittelt werden sollen, ist das Optimierungsproblem ein Maximierungsproblem und kann wie folgt aufgeschrieben werden:

$$\max g_m(U) \text{ u.d.B. } U \in X^p$$

*Gleichung 19: Allgemeines Optimierungsproblem der Szenario-Auswahl*

Mit Gleichung 19 ist ein zweidimensionales Optimierungsproblem gegeben. Da für ein solches Optimierungsproblem gemeinhin keine eindeutige oder optimale Lösung gegeben ist, wird die gesamte Pareto-Menge betrachtet. Die Auswahl einer Kombination an Szenarien ist final von der Gewichtung der Werte der Unterschiedlichkeit und Konsistenz zueinander abhängig.

So können alle möglichen Kombinationen aus Szenarien des Anwendungsbeispiels des Wirtschaftsraumes Europas anhand der beiden Achsen Unterschiedlichkeit und Konsistenz aufgetragen werden. Jeder Punkt von Bild 30 stellt dabei eine Kombination von zwei Szenarien dar und die ausgefüllten Punkte links jeweils diejenigen Szenarien, die über die Konsistenz vorselektiert wurden. Alle Werte wurden dabei mit -1 multipliziert, um das Maximierungsproblem zu einem Minimierungsproblem zu transformieren. Diese Transformation ermöglicht die rechnerische Lösung des Problems durch Standardmethoden der Optimierung (Kapitel 2.3). Im Anwendungsbeispiel in Bild 30 wird das Optimierungsproblem durch einen einzigen Punkt und nicht eine Menge an Punkten gelöst. So dominiert der Punkt  $[-56, -6, 20]$ , der mit den Szenarien 9 und 19 assoziiert wird, alle anderen Punkte. Mit einem Wechsel auf einen anderen Punkt wird sich in mindestens einer Dimension verschlechtert. Dies ist konsistent zu der Darstellung des Abstandsraums in Bild 28.

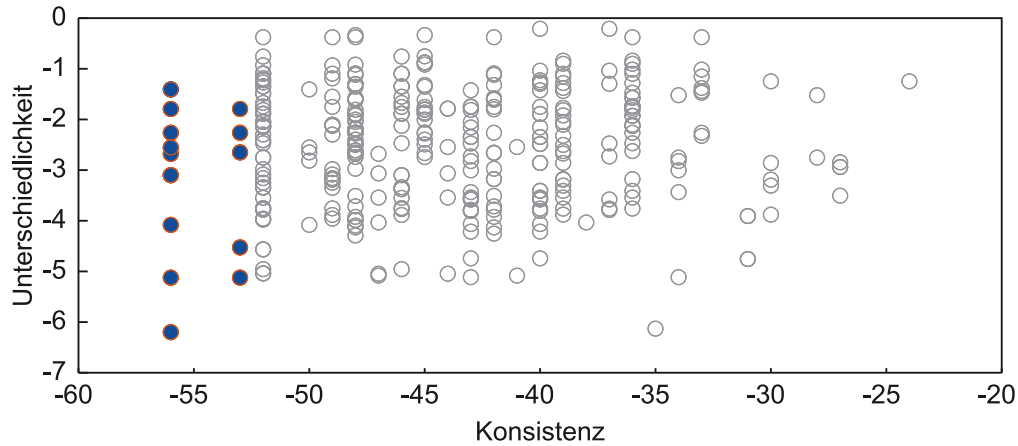


Bild 30: Pareto-Menge des Anwendungsbeispiels (eigene Darstellung)

Bei dem allgemeinen Optimierungsproblem der Szenario-Auswahl (Gleichung 19) wird nicht auf die Ergebnisse einer Clusterung der Szenarien im Abstandsraum Rücksicht genommen. Um eine solche Clusterung in der Auswahl der Szenarien zu berücksichtigen, kann die Berücksichtigung der Mengen als weitere Nebenbedingung der Optimierung eingeführt werden. Eine Clusterung  $C$  mit den  $n$  Clustern  $C_i$  wird so definiert, dass jedes Szenario einer Menge zugewiesen wird:

$$C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}, \text{ mit } \bigcup_i C_i = M_S.$$

So wird schließlich das allgemeine Optimierungsproblem der Szenario-Auswahl als clusterbasiertes Problem dargestellt. Dabei ist wiederum  $p$  die Anzahl an zu wählenden Szenarien und  $U_i$  aus der Menge  $X^p$ :

$$\begin{aligned} & \max g_m(U) \\ & \text{u. d. B., dass} \\ & U \in X^p \\ & U_1 \in C_1, U_2 \in C_2, \dots, U_p \in C_p \end{aligned}$$

Gleichung 20: Clusterbasiertes Optimierungsproblem der Szenario-Auswahl

Im Sinne der Gleichung 5 ist durch das Optimierungsproblem in Gleichung 20 eine Abbildung zwischen den Szenarien und den selektierten Szenarien gegeben. Somit ist für Gleichung 3 bis Gleichung 5 jeweils die Ausgestaltung der Modellierung gegeben.

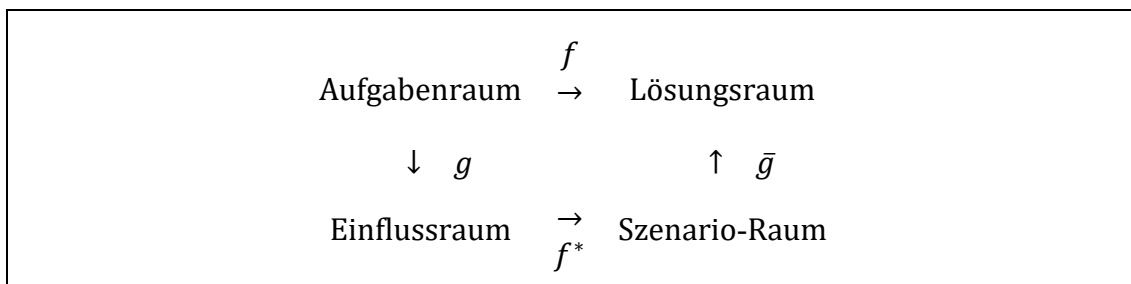
## 6.6 Lösungsraum

Für die Szenarien können jeweils Lösungen formuliert werden. Analog zu den Aufgaben (vgl. Kapitel 6.3) geschieht diese Zuordnung auf narrativer Ebene und kann somit nicht durch eine mathematische Modellierung dargestellt werden. So werden die Lösungen, beispielsweise Reaktionsstrategien auf negativ interpretierte Szenarien in der Diskussion des Szenario-Teams definiert. Die Lösungen können dabei eindeutig den Szenarien

zugeordnet werden. Die Zuordnung liegt dabei auf rein beschreibender, wörtlicher Ebene. Genau wie im Aufgabenraum kann für die Lösungen durch Methoden und Modelle anderer Disziplinen eine Modellierung aufgestellt werden. Die Lösungen bauen dabei auf den Szenarien des Szenario-Raums auf und enthalten somit Einflussfaktoren. Jede Lösung muss mindestens einem Szenario zugeordnet werden.

## 6.7 Zusammenfassung der mathematischen Modellierung

Mit Blick auf das vereinfachte kommutative Diagramm der Szenario-Technik (vgl. Gleichung 4) wird klar, dass jede der Abbildungen  $g$ ,  $g'$  und  $f^*$  definiert wurde.



Für die jeweiligen Räume wurden die folgenden Darstellungen definiert:

- Aufgabenraum: Narrative Darstellung durch Konzepte anderer Disziplinen (Kapitel 6.3).
- Einflussraum: Folgenraum, dessen Elemente die Deskriptoren der Einflussfaktoren in Form einer Datenreihe sind (Kapitel 6.4).
- Szenario-Raum: Folgenraum, dessen Elemente die Projektionen in Form von Fortsetzungen der Deskriptoren sind (Kapitel 6.5).
- Lösungsraum: Narrative Darstellung durch Konzepte anderer Disziplinen (Kapitel 6.6).

Jeder erhobenen Aufgabe können entweder die Charakteristika und Grundvoraussetzungen der Szenario-Technik oder die der Einflussfaktoren zugeordnet werden. Dadurch ist die Abbildung  $g$  gegeben, da jeder Einflussfaktor mindestens einer Aufgabe zugeordnet werden muss (Kapitel 6.3). Die Abbildung  $f^*$  ist durch die drei Abbildungen  $f_1^*$ ,  $f_2^*$ , und  $f_3^*$  gegeben (Kapitel 6.4 und Kapitel 6.5). Die Abbildung  $\bar{g}$  wiederum ist wie die Abbildung  $g$  von narrativer Natur. Jede Lösung wird dabei mindestens einem Szenario zugeordnet (Kapitel 6.6). Somit besteht eine Kette von den Aufgaben bis hin zu den Lösungen und damit für die Abbildung  $f$  über die Verknüpfung der Abbildungen  $g$ ,  $f^*$  und  $\bar{g}$ .

## 7 Entwicklung von Berechnungsmethoden

Aufbauend auf der hergeleiteten mathematischen Modellierung in Kapitel 6 werden im folgenden Kapitel Methoden und Algorithmen der Szenario-Technik entwickelt, die den Anforderungen an die Durchgängigkeit, Transparenz und Automatisierbarkeit aus Kapitel 4 genügen. Die entwickelten Algorithmen ermöglichen erstmalig die Automatisierung des Vorgehens der Szenario-Technik, wobei die getroffenen Annahmen und Parameter klar und ersichtlich sind. Durch die Mehrzieloptimierung der Szenario-Technik ist darüber hinaus die gleichzeitige Anwendung der Kriterien „Konsistenz“ und „Unterschiedlichkeit“ sowie auch weiterer Kriterien erstmalig möglich.

### 7.1 Methoden zur automatisierten Selektion von Schlüsselfaktoren

Die Methoden zur Selektion von Schlüsselfaktoren müssen, aufbauend auf der Definition der Abbildungen  $f_1^*$ ,  $f_2^*$  und  $f_3^*$  in Kapitel 6.4.3, den Anforderungen genügen, dass

- jedem Einflussfaktor eine reelle Ordnungszahl zugeordnet werden kann und
- die Schlüsselfaktoren eine Teilmenge der Einflussfaktoren sind.

Eine Selektionsregel, die diesen Anforderungen genügt, ist die Selektion über die Aktiv- und Passivsumme im System Grid, mathematisch definiert in Kapitel 6.4.3. Dabei werden die Einflussfaktoren, basierend auf den Zeilen- und Spaltensummen in der Einflussmatrix miteinander verglichen und in vier Felder einer zweidimensionalen Abbildung der Summen eingeteilt. Die Selektion der Einflussfaktoren geschieht dann strikt nach der Zuordnung zu einzelnen Feldern [Miß93, S. 58]. Diese Auswahlregel ist jedoch nicht stabil, da kleine Änderungen in der Datenbasis der Einflussmatrix die Einordnung von der zuerst zu wählenden in die zuletzt zu wählende Gruppe bedeuten können [GTS19, S. 138–139]. Dies liegt an der Unstetigkeit der Selektionsabbildung in Gleichung 12, die sich direkt über ihre Gestalt als Treppenfunktion ergibt. Aus der Definition der Reihenfolge der Selektion resultiert zudem eine Phasengrenze zwischen den Feldern der aktiven und denen der puffernden Einflussfaktoren [GTS19, S. 138–139]. Durch die feste Zuordnung der Einflussfaktoren zu den Kategorien ist zudem eine Automatisierbarkeit nicht vollständig umsetzbar. Im Falle einer fest vorgegebenen Anzahl an zu wählenden Schlüsselfaktoren ist ein finaler Auswahlsschritt durch den Anwender notwendig [Miß93, S. 58].

Eine Berechnungsmethode zur Selektion der Einflussfaktoren, die den oben genannten Anforderungen genügt, ist durch die „Methode zur Einflussanalyse in der Szenario-Technik auf Basis gerichteter Graphen“ durch GRÄBLER, THIELE und SCHOLLE gegeben [GTS19, S. 140–142]. Das Selektionsschema wird zweistufig gebildet, indem für jeden Einflussfaktor der eingehende und der ausgehende Impuls berechnet wird:  $r = (PR(M_{EF}), PR(M'_{EF}))$ . Die resultierenden Tupel  $r_i$  werden anhand ihres Winkels zu einem Punkt außerhalb des System Grids, dem Sternenzentrum  $S$ , sortiert. Zunächst wird die Berechnungsregel für den ein- und ausgehenden Impuls berechnet. Dieser basiert auf

der Page-Rank-Algorithmus von BRIN und PAGE [BP98, S. 109–110]. Für das Verständnis des Page-Rank-Algorithmus dienen beliebig agierende Nutzer, die im Internet surfen. Dabei starten die Nutzer auf einer willkürlichen Internetseite und haben die Möglichkeit, entweder einen Link auf dieser Internetseite zu klicken oder eine beliebige andere Internetseite im Browser einzugeben und anzusteuern. Der Page-Rank-Wert gibt nun an, wie anteilig oft eine Website angesteuert wird. Eine Seite A, auf die viele andere Seiten zeigen, erhält dann einen hohen Wert. Sollte diese Seite A darüber hinaus auf eine weitere Seite B zeigen, auf die keine weitere Seite zeigt, erhält diese Seite B auch einen hohen Wert, da Nutzer sehr oft die Seite A aufsuchen und dann mit einer hohen Wahrscheinlichkeit auch die Seite B besuchen.

Für die Anwendung des Page-Rank-Algorithmus wird die Einflussmatrix als die Adjazenzmatrix des Einflussgraphen betrachtet. Der Page-Rank-Algorithmus stellt ein Analogon zur Passivsumme dar. So stellt der Wert des Page-Rank den Impuls dar, der unter Berücksichtigung aller Impulswerte auf einen Knoten in einem Netzwerk wirkt [GTS19, S. 140–141]. Formeltechnisch wird dies iterativ über die Gleichung 21 berechnet. Für jeden Einflussfaktor  $E_i$  wird die Menge der Einflussfaktoren definiert, die auf den Einflussfaktor  $EF_i$  zeigen  $((M_{EF})_i^{in})$ , sowie die Menge der Einflussfaktoren, auf die  $E_i$  zeigen  $((M_{EF})_i^{out})$ . Die Einträge der Einflussmatrix sind die Werte  $e_{ij}$ . Die Wahrscheinlichkeit der Wahl eines beliebigen Knotens ist  $d$  und die Anzahl aller Einflussfaktoren ist  $n$ .

$$PR(EF_i) = \frac{1-d}{n} + d \sum_{EF_j \in (M_{EF})_i^{in}} \left( \sum_{EF_j \in (M_{EF})_j^{out}} \frac{PR(EF_j)}{e_{kj}} \right)$$

*Gleichung 21: Page-Rank Algorithmus der Einflussanalyse [GTS19, S. 141]*

Die Werte  $PR(E_i)$  können nun iterativ durch Anwendung der Berechnungsvorschrift aus Gleichung 21 berechnet werden, wobei die Startwerte auf  $PR(EF_i) = \frac{1}{n}$  gesetzt werden. Der Wert  $d$  kann als Kenngröße für die Unsicherheit in der Datenerhebung betrachtet werden. Falls alle existierenden Einflusswerte bekannt und exakt erhoben sind, kann der Wert als  $d = 1$  gesetzt werden. Damit entfällt der linke Term der Gleichung 21 und die  $PR(EF_i)$  werden lediglich aufbauend auf der Einflussmatrix gebildet. Das Setzen von  $d = 0$  hingegen würde bedeuten, dass der rechte Teil von Gleichung 21 entfiel und alle Knoten das gleiche Gewicht besäßen. Als Wahl des Faktors wird  $d = 0,85$  empfohlen [BP98, S. 109–110], wobei der Algorithmus für jede  $d < 1$  konvergiert [BL06] und Werte von  $d \approx 1$  keine realistischen Lösungen geben [FLT06, S. 432].

Durch das Transponieren des Einflussgraphen kehren sich die Kanten des Einflussgraphen um und die Berechnung der Page-Rank-Werte, geschrieben als  $PR'(EF_i)$ , ergeben den aktiven Impuls, der von einem Knoten in das Netzwerk ausgeht. Somit kann für jeden Einflussfaktor  $EF_i$  das Tupel  $r_i = [PR(EF_i), PR'(EF_i)]$  gebildet und analog zu der Darstellung der Einflussmatrix in einem System Grid dargestellt werden.

Aus der klassischen System Grid-Logik (vgl. Kapitel 3.3.1) werden für die Berechnungsvorschrift zunächst die folgenden Prämissen abgeleitet:

- Ein Einflussfaktor, der sehr aktiv und wenig passiv ist, muss hoch priorisiert werden,
- bevor ein puffernder Einflussfaktor gewählt wird, müssen die aktivsten Einflussfaktoren gewählt worden sein,
- bevor ein puffernder oder passiver Einflussfaktoren gewählt wird, müssen alle aktiven oder ambivalenten Einflussfaktoren gewählt worden sein und
- der am wenigsten aktive und passive Einflussfaktor muss als letztes gewählt werden.

Für die Selektion der Einflussfaktoren wird nun das Sternenzentrum außerhalb des System Grids definiert. Für  $\overline{PR'}$  als durchschnittlicher aktiver Impuls der Einflussfaktoren und ein beliebiges  $y$  wird das Sternenzentrum definiert als  $S = [y, \overline{PR'}]$ . Der Wert zur Selektion ergibt sich nun aus dem Winkel zwischen denen der Senkrechten  $b$  im Sternenzentrum  $S$  und dem Einflussfaktor  $E_i$  (vgl. Bild 31).

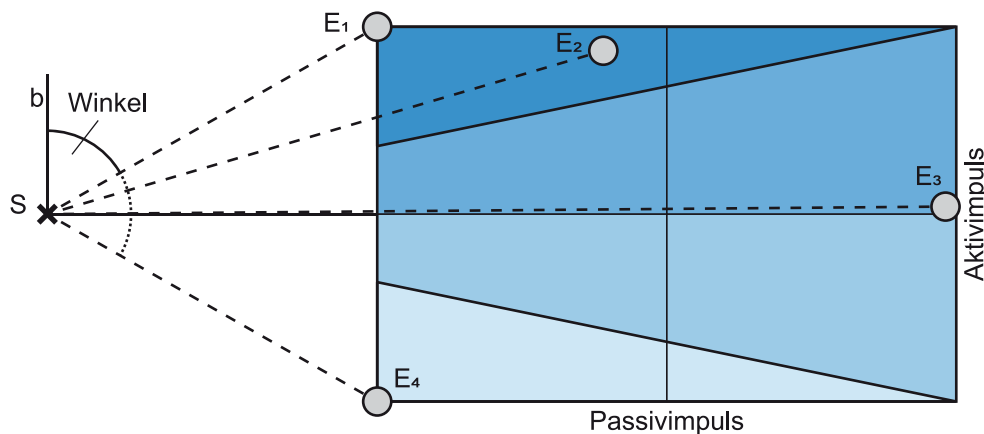


Bild 31: Winkelbasierte Selektionsregel (eigene Darstellung)

Die Erfüllung der Prämissen kann anschaulich an Bild 31 gezeigt werden. So wächst der Winkel von  $E_1$  über  $E_2$  und  $E_3$  bis hin zu  $E_4$ .  $E_1$  stellt dabei einen Einflussfaktor mit dem höchsten aktiven Impuls und sehr niedrigen passiven Impulsen dar. An  $E_3$  wird deutlich, dass alle aktiven oder ambivalenten Einflussfaktoren gewählt werden, bevor alle puffernden oder passiven Einflussfaktoren gewählt werden und zuletzt wird  $E_4$  als Einflussfaktor mit  $r_i = [0,0]$  gewählt. Die resultierende Selektionsvorschrift ist somit:

$$\sigma(EF_i) = \arccos \left( \frac{(r_i - S) \cdot b}{|r_i - S| |b|} \right).$$

Gleichung 22: Selektionsregel der Page-Rank Einflussanalyse [GTS19, S. 142]

Über eine Anpassung des Sternenzentrums  $S$  kann darüber hinaus die Selektionsregel parametrisiert werden. Eine Änderung der Position  $y$  führt dabei zu einer anderen Gewichtung des Passivimpulses. So wird für  $y \rightarrow 0$  der Passivimpuls nicht berücksichtigt.

## 7.2 Entwicklung von Methoden zur automatisierten Konsistenzanalyse

Bei der Entwicklung von Methoden zur automatisierten Konsistenzanalyse wird die Struktur der Konsistenzmatrizen ausgenutzt. Über die Identifikation von Mustern in den Konsistenzmatrizen wird der Ansatz des „consistency accelerators“ von DÖNITZ [Dön08] erweitert, um die Vorhersagegenauigkeit und damit Vorhersagequalität zu erhöhen.

### 7.2.1 Muster der Konsistenzanalyse

Bei der Betrachtung von Konsistenzmatrizen können, unter der Annahme, dass die Projektionen pro Einflussfaktor in sich geordnet sind, drei grundlegende Arten von Mustern identifiziert werden [GST20a, S. 152]. Die Muster treten jeweils in der Kombination der Projektionen zweier verschiedener Einflussfaktoren (Untermatrix) auf.

- 1) Diagonal-dominante Muster: Die Konsistenzwerte der Diagonalen sind größer als die Werte der Gegendiagonalen beziehungsweise umgekehrt. Bei einer Unterart ist dabei die Konsistenz der Diagonalen nur geringfügig größer als die Gegendiagonale.
- 2) Neutrale Muster: Alle Konsistenzwerte einer Untermatrix werden neutral bewertet.
- 3) Nicht-spezifizierte Muster: Die Konsistenzwerte einer Untermatrix folgen keinem der oben definierten Muster.

Die Charakterisierung der Muster geschieht über die Bildung der Summe der Elemente der Diagonalen und Gegendiagonalen. Für den Fall einer 3x3 Untermatrix, der anteilig am häufigsten auftritt, ist die Summe der Diagonalelemente  $S_d$  und Gegendiagonalelemente  $S_g$  einer Untermatrix einer Konsistenzmatrix  $UK_{ij}$  definiert als:

$$\begin{aligned} S_d &= UK_{11} + UK_{22} + UK_{33} \\ S_g &= UK_{13} + UK_{22} + UK_{31} \end{aligned}$$

$S_d$  und  $S_g$  sind nach oben durch 15 und nach unten durch 3 begrenzt, da die Elemente  $UK_{ii}$  mindestens 1 und maximal 5 sind. Eine starke Dominanz der Diagonalen bzw. Gegendiagonalen liegt vor, wenn  $15 \geq S_d/S_g > 12$  und eine teilweise Dominanz, wenn  $12 \geq S_d/S_g > 9$ . Sind die Projektionen aller Einflussfaktoren jeweils von steigend nach fallend geordnet, wird die Dominanz der Diagonalen als unterstützendes Verhalten definiert und bei einer Dominanz der Gegendiagonalen als gegensätzliches Verhalten. Insgesamt ergeben sich somit sechs verschiedene Typen an Konsistenzmatrizen. Diese sechs Typen sind jeweils mit einer beispielhaften Konsistenzmatrix in Bild 32 dargestellt. Das Vorkommen vom nicht spezifizierten Muster 6 liegt dabei im Rahmen in der in [GST20a, S. 152] analysierten Fallstudie zwischen 5% und 12% und ist damit unterdurchschnittlich repräsentiert. Die am häufigsten vorkommenden Muster der Fallstudie sind die Muster 2 und 4 mit einem Anteil von circa jeweils 25%.



	2A	2B	2C
1A	5	3	1
1B	3	5	3
1C	1	3	5

$15 \geq S_d > 12$   
1: unterstützend

	2A	2B	2C
1A	4	3	2
1B	3	4	3
1C	2	3	4

$12 \geq S_d > 9$   
2: teilweise unterstützend

	2A	2B	2C
1A	1	3	5
1B	3	1	3
1C	5	3	1

$15 \geq S_g \geq 12$   
3: gegensätzlich

	2A	2B	2C
1A	4	3	5
1B	3	4	3
1C	5	3	4

$15 \geq S_g \geq 12$   
4: teilweise gegensätzlich

	2A	2B	2C
1A	3	3	3
1B	3	3	3
1C	3	3	3

$S_p = 12$   
5: neutral

	2A	2B	2C
1A	3	1	5
1B	5	1	1
1C	1	1	5

$S_d = S_g = ?$   
6: nicht spezifiziert

Bild 32: Generische Konsistenzmuster (eigene Darstellung)

## 7.2.2 Methode der automatisierten Konsistenzdatenberechnung auf Basis von Mustererkennung

Eine Methode zur Reduktion des Anwendungsaufwands in der Konsistenzanalyse stellt der „consistency accelerator“ von DÖNITZ dar (vgl. Tabelle 8 in Kapitel 3.3.2). Dabei wird die Dreiecksbeziehung zwischen der paarweisen Kombination aus drei Einflussfaktoren genutzt. Da die Konsistenzmatrix symmetrisch ist, ergeben sich für die drei Projektionen drei mögliche Konsistenzpaare. Die grundlegende Idee des „consistency accelerators“ ist, dass der Konsistenzwert eines Projektionspaares berechnet werden kann, falls die anderen beiden Konsistenzwerte bekannt sind, da diese im Sinne von Dreiecksbeziehungen in Bezug zueinander stehen. Die Berechnung der unbekannten Konsistenzwerte geschieht nicht direkt, sondern auf Basis eines neuronalen Netzes [GBC16], das durch vollständig ausgefüllte Konsistenzmatrizen trainiert wurde, inklusive eines vorgeschalteten Schrittes der Fuzzification und eines nachgeschalteten Schrittes der De-Fuzzification. [Dön08]

Die entwickelte Methode der automatisierten Konsistenzdatenberechnung auf Basis von Mustererkennung dieser Arbeit baut auf der Grundlogik von DÖNITZ auf und erweitert diesen Ansatz sowohl um die Nutzung von Konsistenzmustern als auch um Nutzerprofile. Der Ansatz wurde dabei gemeinsam mit SCHOLLE entwickelt, erweitert und vorveröffentlicht [GST20a, GST20b]. Die erweiterte Methode ist in Bild 33 dargestellt und umfasst sechs Vorgehensschritte, die jeweils paarweise in die drei Hauptphasen „Analyse“, „Spezifikation“ und „Erzeugung“ eingeteilt sind:

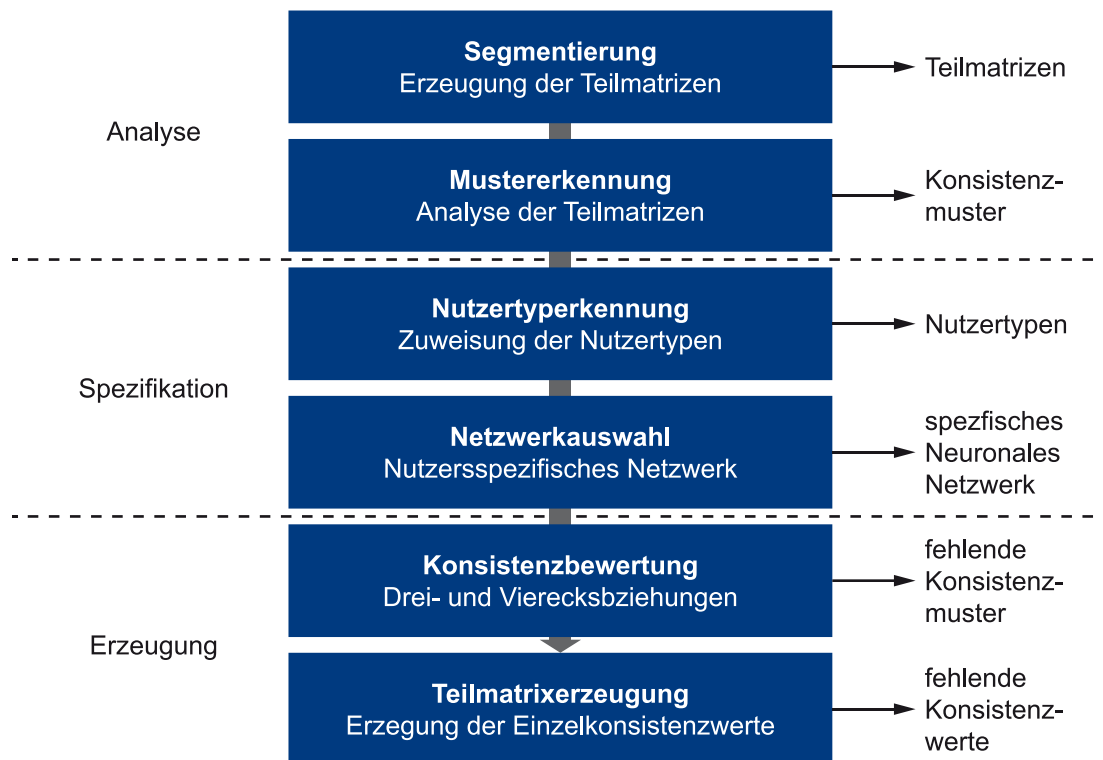


Bild 33: Erweiterte Methode der automatisierten Konsistenzanalyse (aufbauend auf [GST20b, S. 9])

In der ersten Phase „Analyse“ wird die von dem Benutzer eingegebene, teilweise befüllte Konsistenzmatrix analysiert. Auf Basis der Anzahl an Projektionen pro Schlüsselfaktor wird die Konsistenzmatrix in Teilmatrizen unterteilt (**Segmentierung**). Diese Teilmatrizen werden dann nach den generischen Konsistenzmustern analysiert und jede Teilmatrix wird mit genau einem Typ aus Bild 32 assoziiert (**Mustererkennung**).

In der anschließenden Phase „Spezifikation“ wird der Nutzertyp identifiziert und das entsprechende künstliche neuronale Netz auf der Grundlage der bereitgestellten Daten ausgewählt. Grundsätzlich kann in zwei Nutzer typen unterschieden werden, die sich in der Häufigkeit der Wahl des Typs 5 unterscheiden (**Nutzererkennung**). So bewertet ein Nutzertyp überdurchschnittlich oft den Wert 3 für alle Stellen einer Teilmatrix [GST20b, S. 8]. Dieses Verhalten unterliegt dem Verzerrungsphänomen „Tendenz zur Mitte“ [MK11, S. 60–61], welches auch in der Bewertung von Konsistenzmatrizen auftreten kann [Hem18]. Der Vorschlag der fehlenden Konsistenzwerte geschieht unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzwerkes. Die verwendete Architektur des künstlichen neuronalen Netzes sind ein Feed-Forward-Netz und zehn Neuronen in der verborgenen Schicht und der Gradientenberechnung über Backpropagation. Für beide Nutzertypen werden die Netze auf der Grundlage der Kreuzentropie der Ergebnisse trainiert. Eingaben für das Training sind die beiden bekannten Kanten einer Dreiecksbeziehung in der Konsistenzmatrix. Die Ausgabe ist die fehlende unbekannte Kante. Das Training ist identisch für Vierecksbeziehungen. Je nach dem zugewiesenen

Nutzertyp wird das für den Nutzertyp passende neuronale Netz ausgewählt. Das Training der künstlichen neuronalen Netze wurde auf Basis von 56 Konsistenzmatrizen (vgl. Anhang A12.1) durchgeführt, die im Rahmen des EU Horizon 2020 Forschungsprojekts ANYWHERE erhoben wurden (**Netzwerkauswahl**).

Die dritte Phase „Generierung“ besteht aus zwei Schritten: der Konsistenzbewertung und der Teilmatrixerzeugung. In der **Konsistenzbewertung** werden die Typen der fehlenden Teilmatrizen auf Basis des trainierten künstlichen neuronalen Netzes den Nutzern vorgeschlagen. Falls mehr als eine Dreiecks- oder Vierecksbeziehung in der vorausgefüllten Matrix für eine spezifische Teilmatrix existiert, wird das Muster mit der höchsten Eintrittswahrscheinlichkeit gewählt [GST20a, S. 153–154]. Im letzten Schritt, der **Teilmatrixerzeugung**, werden die Werte innerhalb der Teilmatrizen auf der Grundlage der Wahrscheinlichkeitsverteilungen der ähnlichen generischen Konsistenzmuster innerhalb des Datensatzes neu erzeugt. Für jedes der sechs generischen Konsistenzmuster wird unabhängig voneinander eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für die einzelnen Konsistenzwerte in jedem Element der Submatrizen berechnet. Auf der Grundlage dieser Wahrscheinlichkeitsverteilungen können die Elemente der fehlenden Teilmatrizen auf der Basis der automatisch zugewiesenen Konsistenzmuster wiederhergestellt werden. Eine beispielhafte Verteilung für das Konsistenzmuster 1 ist in Bild 34 dargestellt. Erkennbar ist die Tendenz der Diagonalen zu hohen Konsistenzwerten und für die Gegendiagonale eine weniger starke Tendenz zu kleinen Konsistenzwerten.

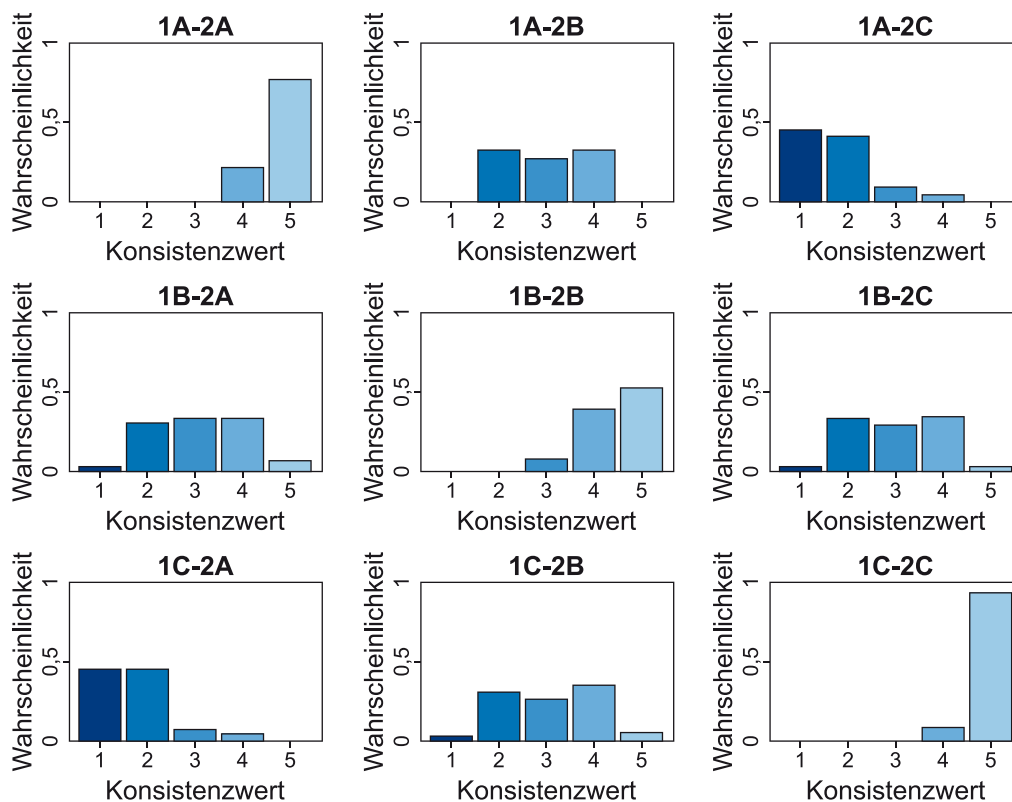


Bild 34: Verteilung der Konsistenzwerte für eine 3x3-Untermatrix des generischen Konsistenzmusters 1 ([GST20b, S. 10])

### 7.3 Mehrzieloptimierung der Szenario-Analyse

Aufbauend auf der in Kapitel 6.5.3 getroffenen Definition des Optimierungsproblems der Szenario-Selektion geschieht die Auswahl der Szenarien unter der Berücksichtigung verschiedener Bedingungen. So sind die Szenarien zu wählen, die

- die höchste Konsistenzsumme besitzen und
- zueinander am unterschiedlichsten sind.

Aus den beiden Bedingungen kann demnach eine Zielfunktion formuliert werden, die es zu maximieren gilt. Dabei ist mit  $p$  die Anzahl an zu wählenden Szenarien vorgegeben und die Menge aller Kombinationen von  $p$  Szenarien ist  $X^p$ . Das Bild aller zulässigen Punkte  $X^p$  unter der Zielfunktion sei definiert als  $Y := g_p(X^p)$ . Somit ergibt sich die Gleichung 18 aus Kapitel 6.5.3:

$$g_p: X^p \rightarrow \mathbb{R}^2, g_p(X^p) = \left[ \begin{array}{c} \sum_{U \in X^p} \sum_{S_i \in U} K_{S_i} \\ \sum_{U \in X^p} \sum_{S_i, S_j \in U} d(S_i, S_j) \end{array} \right].$$

Die erste Komponente stellt dabei die Summe aller Konsistenzen der zu wählenden Szenarien dar und die zweite Komponente die Summe über die Abstände der zu wählenden Szenarien untereinander.

Um das Optimierungsproblem zu lösen, wird eine Möglichkeit benötigt, um festzustellen, ob ein Zielfunktionswert „besser“ ist als ein anderer. Auf den reellen Zahlen  $\mathbb{R}$  ist dies über die eindimensionale Ordnung  $\leq$  trivial, da ein Wert zu einem anderen entweder größer, kleiner oder gleich ist. Für einen höherdimensionalen Raum, auf den  $g_p$  abbildet, wird eine andere Ordnungsrelation benötigt. Über die in Kapitel 2.3.2 beschriebene Quasinorm, können nun Aussagen zur Optimalität getroffen werden.

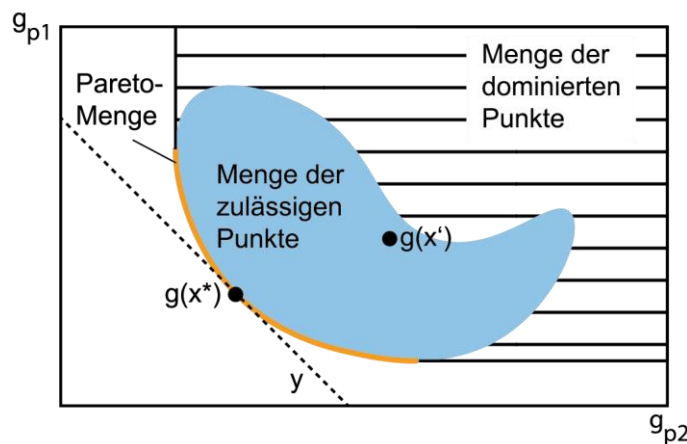


Bild 35: Schematische Darstellung der Pareto-Menge (aufbauend auf [Ehr05, S. 27])

In Bild 35 ist eine schematische Darstellung aller zulässigen Punkte unter einer Zielfunktion gegeben, dabei ist die Pareto-Menge der zulässigen Punkte in orange gekennzeichnet. Die schraffierte Fläche stellt die Menge derjenigen Punkte dar, die durch die optimale Menge dominiert werden. Anhand der Punkte  $g(x^*)$  und  $g(x')$  kann das Konzept der Dominanz und Pareto-Optimalität veranschaulicht werden. So sind beide Zielfunktionswerte in  $x'$  niedriger als in  $x^*$ ;  $x^*$  dominiert also  $x'$ . [Ehr05, S. 23–28]

Zur rechnerischen Lösung des Mehrzieloptimierungsproblems stehen verschiedene Vorgehen zu Verfügung. Eine Möglichkeit bietet hierbei die Methode der gewichteten Summen. Dabei wird das mehrdimensionale Optimierungsproblem aus Gleichung 19 in ein eindimensionales Problem überführt:

$$\min_{U \in X^p} \sum_{k=1}^p \lambda_k g_p(U).$$

*Gleichung 23: Gewichtete Summe der Szenario-Auswahl*

Anschaulich werden hierbei die beiden Komponenten der Zielfunktion jeweils mit einem Skalar  $\lambda_i \in \mathbb{R}$  multipliziert und nachfolgend zu einem Wert aufaddiert. Für ein fixes  $\lambda_i \in \mathbb{R}^2$  ist Gleichung 23 also ein eindimensionales Optimierungsproblem, da der Zielwert eine reelle Zahl ist und über die Menge  $U$  optimiert werden kann. Für ein fixes  $\lambda$  gibt die Menge  $\{y \in \mathbb{R}^2 | \langle \lambda, x \rangle = c\}$  eine Menge an parallelen Geraden wieder. Für den kleinsten Wert  $c$ , für welchen sich ein  $x \in X$  finden lässt, sodass die Bedingung der Menge wahr ist, bildet  $y: \langle \lambda, x \rangle = c$  eine Tangente an die Menge der zulässigen Punkte. Folglich ist der Schnittpunkt  $x^*$  ein Punkt der optimalen Menge. Die Tangente zu  $x^*$  ist in Bild 35 als gestrichelte Linie eingezeichnet. Über die Variation des Vektors und die sukzessive Minimierung lässt sich die Menge aller optimalen Punkte berechnen. Durch die Gewichtung der  $\lambda_i$  kann zwar die Gewichtung der Zielfunktionen zueinander veranschaulicht werden, jedoch nur alle Lösungen für konvexe Pareto-Mengen berechnet werden. Da jedoch die Implementierung der gewichteten Summe verhältnismäßig einfach ist und die Ergebnisse intuitiv verständlich sind, wird diese für diese als Methode gewählt. Weitere Methoden der Mehrzieloptimierung, auch für nicht-konvexe Pareto-Mengen, sind in Kapitel 2.3.2 erläutert.

Wie in Bild 35 dargestellt, bietet die Mehrzieloptimierung somit die Lösungen zur Darstellung optimaler Kompromisse zwischen den unterschiedlichen Perspektiven. Durch das Finden der Pareto-Optima in der Szenario-Technik wird den Anwendern die Möglichkeit eröffnet, Alternativen aus der Menge der Pareto-Optima zu vergleichen und abzuwägen. Somit ist es möglich, unter der parallelen Beachtung von Konsistenz und Unterschiedlichkeit, die passendsten Szenarien auszuwählen, während dies mit klassischen Ansätzen der Szenario-Technik nur für die aufeinanderfolgende Anwendung der Kriterien möglich ist. Zur Veranschaulichung kann die Skalarmultiplikation des Maximierungsproblems der gewichteten Summe in Gleichung 23 ausmultipliziert

werden, um die Funktion in Gleichung 24 zu erhalten. Für beispielsweise  $\lambda_1 = \frac{1}{\max K_{S_i}}$  und  $\lambda_2 = \frac{1}{\max d(S_i, S_j)}$  werden die Konsistenzsummen gleich wichtig gesetzt.

$$\begin{aligned} g_m(U) &= \lambda_1 \cdot \sum_{U \in X^p} \sum_{S_i \in U} K_{S_i} + \lambda_2 \cdot \sum_{U \in X^p} \sum_{S_i, S_j \in U} d(S_i, S_j) \\ &= \sum_{U \in X^p} \left( \lambda_1 \cdot \sum_{S_i \in U} K_{S_i} + \lambda_2 \cdot \sum_{S_i, S_j \in U} d(S_i, S_j) \right) \end{aligned}$$

*Gleichung 24: Umformulierte Zielfunktion der Szenario-Auswahl*

## 7.4 Weitere Methoden der Einfluss- und Konsistenzanalyse

Über die in Kapitel 7.1 bis 7.3 entwickelten Methoden hinaus können weitere Methoden der Einfluss- und Konsistenzbewertung entwickelt werden, die der Struktur der Modellierung folgen und insbesondere die Datenstrukturen der Deskriptoren nutzen.

So kann für zwei bekannte Deskriptoren von Einflussfaktoren die Bestimmung der Einflusswerte unterstützt werden. Auf Basis der Granger-Kausalität und von Elastizitätsdiagrammen wurde in Zusammenarbeit mit SIEFERS eine Methode zur Prüfung eines kausalen Zusammenhangs von Einflussfaktoren definiert [Sie18] (vgl. Anhang A10.1).

Jedoch ist im Allgemeinen nicht davon auszugehen, dass die Datenpunkte eines Deskriptors über den Betrachtungszeitraum vollständig definiert sind. Diese Unvollständigkeit kann insbesondere die folgenden Gründe haben:

- Die Datenreihe ist unvollständig, da die Werte an spezifischen Zeitpunkten nicht bekannt oder nicht freigegeben sind.  
*Beispiel:* Ein Unternehmen hält die Absatzzahlen für ein Produkt für ein spezifisches Quartal zurück.
- Die Spezifikation eines Datenpunktes an einem gewissen Zeitpunkt ist nicht möglich.  
*Beispiel:* Der Börsenhandel einer Aktie wird an den Wochenenden ausgesetzt.
- Die Auflösung der Datenreihe ist zu grob.  
*Beispiel:* Das BIP wird nur quartalsweise berichtet, es werden jedoch Monatsdaten benötigt.

Um die Unvollständigkeit beheben zu können, wurde in Zusammenarbeit mit GREWE eine Methode zur Vervollständigung lückenhafter Zeitreihen – der Imputation – zur automatischen Detektion von Einflusswerten in der Szenario-Technik entwickelt [Gre19]. In der Methode werden verschiedene Methoden der Imputation zu einer Gesamtmethode kombiniert. Der Programmablauf in der Implementierung der Methode ist in Anhang A10.2 gegeben und baut auf dem Verfahren von SIEFERS auf.

So wie das Verfahren zur Berechnung von Einflusswerten kann eine Methode zur direkten Berechnung von Konsistenzwerten entwickelt werden. Da, im Vergleich zur Einflussbewertung, kein bestehendes Verfahren für die Konsistenzanalyse als Grundlage genutzt werden kann, wurde in Zusammenarbeit mit ENGLERT ein Algorithmus zur direkten Konsistenzwertberechnung definiert [Eng19]. Unter Anwendung der Methode kann durch den Vergleich der lokalen Differentialquotienten zweier Deskriptoren über den Verlauf der Datenreihe hinweg festgestellt werden, ob totale oder partielle Konsistenzen vorliegen. So kann über die Nutzung der Konsistenzmuster die Teilkonsistenzmatrix bestimmt wird.

## 8 Werkzeug zur Anwendung der modellbasierten Szenario-Technik in der industriellen Praxis

Die in den Kapiteln 5 bis 7 erarbeiteten Ergebnisse werden in einem Werkzeug für die industrielle Praxis umgesetzt. Ergebnis der Umsetzung ist eine Standarddramaturgie für das Vorgehen der modellbasierten Szenario-Technik und ein in der industriellen Praxis einsetzbares Softwaretool der modellbasierten Szenario-Technik, welches die entwickelten Algorithmen zur Reduktion des Anwendungsaufwands nutzbar macht und ein agiles Vorgehen der Szenario-Technik ermöglicht. Die Durchführung der Szenario-Technik ist in Form einer Standarddramaturgie in Kapitel 8.1 erläutert und im Anhang A14 vollständig dargestellt. Die vollständige Erläuterung des Softwaretools der modellbasierten Szenario-Technik und der Funktionalitäten ist in Anhang A14 gegeben.

### 8.1 Standarddramaturgie der modellbasierten Szenario-Technik

Das Vorgehensmodell der modellbasierten Szenario-Technik wird durch die Standarddramaturgie der modellbasierten Szenario-Technik in die industrielle Praxis überführt. Die Dramaturgie gibt über ein einheitlich definiertes Format eine Handlungsanweisung über die Durchführung eines Szenario-Workshops auf Basis des in Kapitel 5.2 entwickelten Vorgehensmodells. Der Schritt der Einflussanalyse ist beispielhaft in Tabelle 22 dargestellt. In den jeweiligen Feldern ist aufgeführt, wie der spezifische Schritt des Vorgehens auszuführen ist, welche Voraussetzungen zu schaffen sind und welche Ergebnisse erzeugt werden. Insbesondere sind dies:

- **Schritt:** Der explizite Schritt des Vorgehensmodells der modellbasierten Szenario-Technik.
- **Was:** Die Tätigkeiten, die zur Durchführung des Schritts getan werden müssen. Unter Umständen sind diese Tätigkeiten in mehrere Unterschritte eingeteilt.
- **Wer:** Die Personen, die zur Durchführung des Schritts benötigt werden. Dies können insbesondere das Szenario-Team im engeren Sinne, zusätzliche interne/externe Fachexperten oder das erweiterte Szenario-Team mit den Auftraggebern sein.



Tabelle 22: Struktur der Standarddramaturgie der modellbasierten Szenario-Technik

Einflussanalyse	
<b>Was</b>	
<b>Schaffung eines einheitlichen Verständnisses des Szenario-Projektes mit dem Szenario-Team</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vorstellung des Vorgehens der Szenario-Technik und des definierten Ziels</li> <li>Vorstellung der Ergebnisse aus dem Schritt der Aufgabenanalyse</li> <li>Vorstellung der in der Aufgabenanalyse vorselektierten Einflussfaktoren</li> <li>Vereinbarung über gleiches Verständnis</li> </ul> <b>Sammlung von Einflussfaktoren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zwischen 30 und 70 Einflussfaktoren sind zu erheben bzw. zu definieren; nicht mehr als 90 Einflussfaktoren sind sinnvoll – die Anzahl beeinflusst quadratisch den Zeitaufwand</li> <li>Einflussbereiche sollten gleichmäßig abgebildet sein (Absatzmarkt (Abnehmer oder Kunden), Beschaffungsmarkt, Wettbewerb, Politik und Gesetzgebung, Technologie, Wirtschaft, Gesellschaft)</li> <li>Aufteilung des Szenario-Team für Brainstorming in Kleingruppen möglich; dabei regelmäßig an Zielsetzung erinnern</li> <li>Zusammenführung der Ergebnisse durch alle Kleingruppen und Vorstellung aller Einflussfaktoren zum Schaffen eines gemeinsamen Verständnisses</li> <li>Assoziation jedes Einflussfaktors mit einer messbaren Einflussgröße</li> </ul> <b>Identifikation der Schlüsselfaktoren</b> <p>a) Bei kurzer Laufzeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Thematische Clusterung der Einflussfaktoren gemeinsam mit Szenario-Team zu 4-5 Cluster</li> <li>Definition von zwei bis drei beschreibenden Einflussfaktoren pro Cluster (in Summe ca. 10-15 Einflussfaktoren)</li> </ul> <p>b) Bei langer Laufzeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Paarweise Einflussbewertung der Einflussfaktoren aufeinander (Skala 0-2)</li> <li>Mindestens eine weitere Wiederholung der Einflussbewertung in anderer Reihenfolge zur Angleichung des Begriffsverständnisses (insbesondere nur den direkten Einfluss bewerten)</li> <li>Selektion der Schlüsselfaktoren durch Szenario Tool (12-16 Einflussfaktoren)</li> </ul>	
<b>Wer</b>	<b>Womit</b>
Kern-Szenario-Team <ul style="list-style-type: none"> <li>Mindestens zwei externe Experten (eine Person als Hauptmoderator und weitere Person zur Unterstützung)</li> <li>Mindestens zwei interne Experten</li> </ul> Bestenfalls mindestens 4 weitere Fachexperten	Präsentation zur Einführung in die Szenario-Technik Präsenz-Workshop: Metaplan-Technik Digitaler Workshop: Digitales Whiteboard-Tool Mindestens 3 verschiedene Räume für Arbeit in Kleingruppen
<b>Wie lange</b>	<b>Erforderliche Vorbereitung</b>
Mindestens 2 Stunden, bestenfalls 2 volle Workshoptage	Aufbereitung der Ergebnisse der Aufgabenanalyse: Schreiben der Metaplan-Karten der Einflussfaktoren Schreiben der Einflussmatrix auf Brown-paper pro Workshopraum
<b>Ergebnisse</b>	
Sammlung aller Einflussfaktoren	Priorisierte Schlüsselfaktoren

- **Womit:** Die unterstützenden Werkzeuge, die zur Durchführung benötigt werden. Dies kann neben dem Softwaretool der modellbasierten Szenario-Technik beispielsweise Metaplan-Technik oder ein digitales Whiteboard sein.
- **Wie lange:** Die Durchführungszeit des Schritts. Die Durchführungszeit ist dabei je nach Schritt mit einer unteren Grenze für einen kurzen und einer oberen Grenze für einen langen Szenario-Workshop beschrieben.
- **Erforderliche Vorbereitung:** Die Vorbereitungen, die im Vorlauf des Workshops getroffen werden müssen. Die Elemente dieses Feldes schließen insbesondere die Vorbereitung der Workshopunterlagen, aber auch die Vorselektion von Einflussfaktoren, Deskriptoren und Werten aus der ISDM ein.
- **Ergebnisse:** Die Ergebnisse, die in dem Schritt der Szenario-Technik erzeugt werden.

Für die erste Ausarbeitung der Szenarien kann zudem die Standardvorlage (Anhang A15) zur Szenario-Interpretation genutzt werden. Für einen Präsenz-Workshop ist diese für einen Ausdruck in A15 ausgelegt und beinhaltet die Felder: „Titel“, „Projektionen des Szenarios“, „Welche Megatrends werden berücksichtigt?“, „Welche Werkzeuge werden berücksichtigt?“, „Beschreibung des Bildes: Wie sehen wir die Welt in dem Szenario?“, „Forderungen und Maßnahmen“ und „Beispiel in fünf Worten“.

Basierend auf den angegebenen Zeiten pro Schritt ergeben sich anhand der Standarddramaturgie mindestens zwei verschiedenen Zeitpläne zur Durchführung der Szenario-Studie. In der Alternative der empfohlenen Zeiträume ist dies eine Workshopdauer von einer Woche (Tabelle 23) und bei der Minimalzeit von einem Tag (Tabelle 24).

*Tabelle 23: Beispielhafter Zeitplan für langen Projektzeitraum*

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
<b>Vormittags</b>	Aufgabenanalyse	Einflussanalyse	Einflussanalyse	Szenario-Analyse (insb. Konsistenzbewertung)	Szenario-Analyse
<b>Nachmittags</b>	Einflussanalyse		Projektionsableitung		Zusammenfassung

*Tabelle 24: Beispielhafter Zeitplan für langen Projektzeitraum*

Thema	Zeitraum
Aufgabenanalyse	1h
Einflussanalyse inkl. Projektionsableitung	2h
Projektionsableitung	30min
Pause	
Szenario-Analyse inkl. Konsistenzbewertung	2h
Zusammenfassung	1h

Die Aufbereitung der Standarddramaturgie stellt eine Reihe von verschiedenen Möglichkeiten dar, das Vorgehensmodell der modellbasierten Szenario-Technik in die industrielle Praxis zu überführen. Es sind darüber hinaus auch weitere, fallspezifische Ausprägungen der Schritte aus Kapitel 5.2.1 möglich. Darüber hinaus ist für die Ausführung die Nutzung eines Softwaretools der modellbasierten Szenario-Technik notwendig. Das Softwaretool der modellbasierten Szenario-Technik wird nachfolgend vorgestellt.

## 8.2 Softwaretool der modellbasierten Szenario-Technik

Die Implementierung der Lösungen im Softwaretool der modellbasierten Szenario-Technik erfolgt zweistufig. Für die erste Implementierung zu Validierungszwecken wurde dabei die Software MATLAB der Firma Mathworks<sup>1</sup> genutzt. Einzelne Algorithmen, wie beispielsweise die Mehrzieloptimierung der Szenario-Analyse, wurden als alleinstehende Lösungen in MATLAB programmiert und implementiert. Mit MATLAB wird ein intuitiver, niederschwelliger Zugang zur Implementierung von numerischen Berechnungsverfahren geboten. Bei der Programmierung wird nicht auf Nutzerfreundlichkeit geachtet und die Laufzeit der Implementierung lediglich dann berücksichtigt und optimiert, wenn diese ein relevantes Validierungskriterium darstellt. Validierte Lösungen, die für den Einsatz in der industriellen Praxis vorgesehen sind, werden in dem Software-Tool der modellbasierten Szenario-Technik in der Programmiersprache Python umgesetzt. Python bietet mehr und einfachere Möglichkeiten, grafische Oberflächen zu programmieren – insbesondere die Übergabe von Daten zwischen verschiedenen Schritten in unterschiedlichen Fenstern ist damit einfacher als mit MATLAB umzusetzen. Darüber ist die Anbindung von Datenbanken einfacher möglich. Für die Datenbankstruktur der integrierten Szenario-Daten steht sowohl eine Lösung als SQL-Lite als auch als MySQL-Datenbank zur Verfügung. Die Umsetzung der Programmierarbeit geschah sowohl für MATLAB als auch für Python mit Unterstützung der studentischen Hilfskräfte Benedikt Grewe, Lennart Kunkel und Deniz Özcan.

Der erste im Szenario-Tool abgebildete Schritt ist die Einflussanalyse. Für die Schlüsselfaktorselektion stehen dabei die Algorithmen MICMAC, ADVIAN, Page-Rank, das Block-Modelling und die direkte Auswahl spezifischer Einflussfaktoren zur Verfügung. In Bild 36 ist das Fenster der Einflussanalyse im Python-Tool für eine ausgefüllte Einflussmatrix abgebildet. Nach Auswahl einer Berechnungsmethode kann alternativ zur Einflussmatrix das System Grid angezeigt werden.

Im zweiten Schritt des Softwaretools der modellbasierten Szenario-Technik werden für die identifizierten Schlüsselfaktoren die Projektionen definiert, um im dritten Schritt die Konsistenzwerte, automatisiert oder heuristisch abgeschätzt, zu bestimmen. Auf Basis der bestimmten Konsistenzwerte können die relevanten Szenarien berechnet werden. Hierzu steht das Vorgehen der Vollenumeration und das Branch and Bound zur

---

<sup>1</sup> <https://de.mathworks.com/products/matlab.html>

Verfügung. Zur Definition der richtigen Anzahl an Szenarien und der Anzahl an zu verwerfenden partiellen Inkonsistenzen können die Verteilung der Konsistenzsumme und das Ellenbogenkriterium angezeigt werden. Für die Berechnung der relevantesten Szenarien stehen als Parameter die Anzahl an partiellen Inkonsistenzen, die maximale Konsistenzsumme und die Anzahl an Clustern zur Verfügung. Für die Clusteranalyse kann unter anderem der k-means-Algorithmus gewählt werden. In Bild 37 ist das Fenster der Konsistenzanalyse mit berechneten Szenario-Clustern dargestellt.

Als Ergebnisse wird zum einen ein Plot über die Verteilung der Szenarien der Multi-dimensionalen Skalierung mit dem jeweils pro Cluster gewählten Szenario gegeben und zum anderen ein Export im .txt- und .pdf-Format der Beschreibung der Szenarien und der beinhalteten Projektionen. Das Softwaretool der modellbasierten Szenario-Technik stellt somit die Kernschritte der konsistenzbasierten Szenario-Technik dar und bildet mit den Exporten die Basis der Ausformulierung der Szenarien und der Ableitung von Strategien.

HNI Szenario-Tool  
File Edit Info Window

**Impact**

**Impact Factors**

Global

Impact Factors

- > Absatzmarkt (Abnehm...
- > Beschaffungsmarkt
- > Gesellschaft
- > Politik und Gesetzgeb...
- > Technologie
- > Wettbewerb
- > Wirtschaft

**Project**

0 Zahlungs- / Kaufbereitschaft

1 Verhandlungsmacht der Lief

2 Markenidentität

3 Schutzmaßnahmen

4 Netzabdeckung und -verfüg

5 Anzahl der Erwerbstätigen

6 Technologieakzeptanz

7 Betrachtung von Tablets als Statussymbol

8 Lieferantendichte

9 Anzahl an Marktbegleitern

10 Digitalisierung von Bereich öffentlichen Lebens

11 Ersatzprodukte

12 Kreditvergabebereitschaft

13 Demographie

**Impact Matrix**

**Systems Grid**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0		0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0
1	0		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2	1	1		0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0
3	2	0	0		1	0	2	0	0	0	2	0	0	0
4	2	0	0	1		0	2	0	0	0	1	0	0	0
5	2	0	0	0	1		2	1	0	0	1	0	0	0
6	2	0	1	0	1	0		2	0	0	2	0	0	0
7	2	0	2	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0
8	0	2	0	0	0	0	0	0		1	0	1	0	0
9	0	2	1	0	0	0	0	0	2		0	0	1	0
10	1	0	0	2	1	0	2	1	1	0		0	0	0
11	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0		1	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1		0
13	1	0	1	0	0	2	2	1	0	1	2	0	0	

**Key Factor Selection**

☐ MICMAC

☐ ADVIAN

☐ SELECTION (0 factors chosen)

☒ PageRank

☐ Blockmodelling

**Run**

**influencing Factor:**

**Factor 1:**

**influenced Factor:**

**Factor 2:**

**Factor 1** **Factor 2**

☐ skip existing values **Next** **100%**

Welcome to the HNI Szenario-Tool  
531441 Raw-Szenarios erfolgreich berechnet.  
99 Raw-Szenarios erfolgreich gefiltert.

Bild 36: Einflussfaktoranalyse im Szenario-Tool

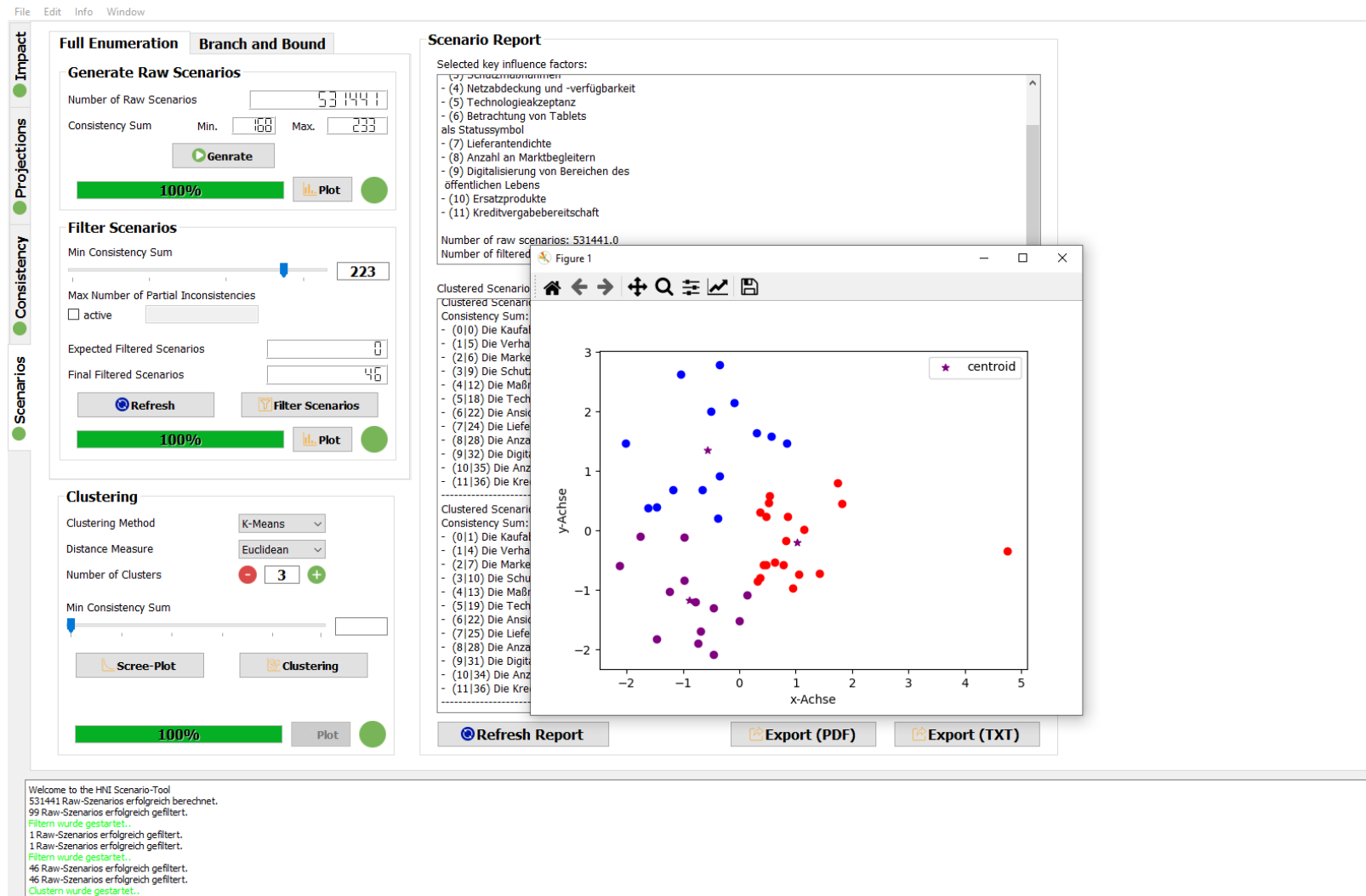


Bild 37: Szenario-Analyse im Szenario-Tool

## 9 Verifikation und Validierung

Im folgenden Kapitel werden die in Kapitel 5 und 6 erarbeiteten Modelle sowie die in Kapitel 7 abgeleiteten Methoden in ausgewählten Industrie- und Forschungsprojekten sowie Szenario-Workshops mit Experten aus Industrie und Wissenschaft (vgl. Bild 2) validiert. Zur Verifikation und Validierung werden zunächst die in Kapitel 4 gestellten Anforderungen auf ihren Erfüllungsgrad überprüft, um nachfolgend auf die Erfüllung des Handlungsbedarfs (Verifikation) und schlussendlich die Erfüllung der Ziele (Validierung) schließen zu können. Zunächst werden in Kapitel 9.1 die ausgewählten Verifikationsprojekte dargelegt, die nachfolgend auf Basis der notwendigen Verifikationsmaßnahmen gewählt werden. Die Prüfung der Anforderungen in Kapitel 9.3 bis 9.5 ist analog zu den Kategorien der Anforderungen aus Kapitel 4 gegliedert. Für jede Anforderung werden kurz das Erfüllungskriterium, die Auslegung der Bewertungsmaßnahme und das Ergebnis der Verifikation beschrieben. Abschließend werden die Ergebnisse der Verifikation der Anforderungen kritisch reflektiert, um auf die Erfüllung der Ziele schließen zu können.

### 9.1 Projekte und Anwendungen

Zur Verifikation wurden das Forschungsprojekt ANYWHERE, die bilateralen Forschungsprojekte mit der BST GmbH und einem mittelständischem, Edelstahl verarbeitenden Unternehmens sowie die Szenario-Workshops Automation 2030 und RWTH eMBA ausgewählt. Dabei bietet das ANYWHERE-Projekt einen im Anwendungskontext validierten Datensatz und die bilaterale Forschungsprojekte bieten die Anwendung der Ergebnisse in der Praxis. Durch den Szenario-Workshop der Automation 2030 wird der Anwenderkreis über die Industrie hinaus erweitert und auch Experten der Wissenschaft werden einbezogen. Durch den Szenario-Workshop im Rahmen des RWTH eMBA konnte der Anwendungskontext in Richtung der Ausbildung zukünftiger Führungskräfte erweitert werden. Somit ist über die ausgewählten Projekte hinweg ein möglichst weites und praxisbezogenes Anwendungsfeld gegeben, um die Erfüllung der Anforderungen zu prüfen.

#### Forschungsprojekt (FP): ANYWHERE

Das Forschungsprojekt ANYWHERE (EnhANCing emergencY management and response to extreme WeatHER and climate Events) ist ein Projekt mit einer Laufzeit von 2016 bis 2019, das im Rahmen des Horizon 2020-Programms gefördert wurde. Dabei waren 34 Akteure in über zwölf EU-Ländern beteiligt. Das Hauptziel von ANYWHERE ist es, gefährdete Einrichtungen und Bürger in die Lage zu versetzen, ihre Antizipations- und proaktive Reaktionsfähigkeit bei extremen und folgenschweren Wetter- und Klimaereignissen zu verbessern. Als Tool wurde dabei eine paneuropäische Plattform entwickelt, die eine bessere Identifizierung der zu erwartenden wetterbedingten

Auswirkungen und ihrer Lage in Zeit und Raum ermöglicht, bevor sie eintreten. [Eur19] Ein Dienst, der dabei auf der Plattform zur Verfügung gestellt wird, basiert auf dem Szenario-Tool aus Kapitel 8.2. Dabei sind im Tool verschiedene Methoden, wie beispielsweise die Methode zur automatisierten Einflussanalyse integriert. Im Rahmen des Projektes wurden zudem verschiedene Szenario-Studien durchgeführt, in denen sowohl Einfluss- als auch Konsistenzmatrizen erhoben wurden (vgl. Anhang A12.1).

### Bilaterales Forschungsprojekt 1 (bFP1)

Das bilaterale Forschungsprojekt 1 wurde in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen BST GmbH (zum Zeitpunkt der Durchführung BST eltromat International GmbH) durchgeführt. Im Projekt zur Identifikation von Technologiefeldern für die BST GmbH wurde mit der Geschäftsführung und dem Produktmanagement ein dezentraler, digitaler Szenario-Workshop durchgeführt. Die Ergebnisse des Szenario-Workshops waren dabei Grundlage für die Bewertung der Zukunftsfähigkeit der identifizierten Technologiefelder.

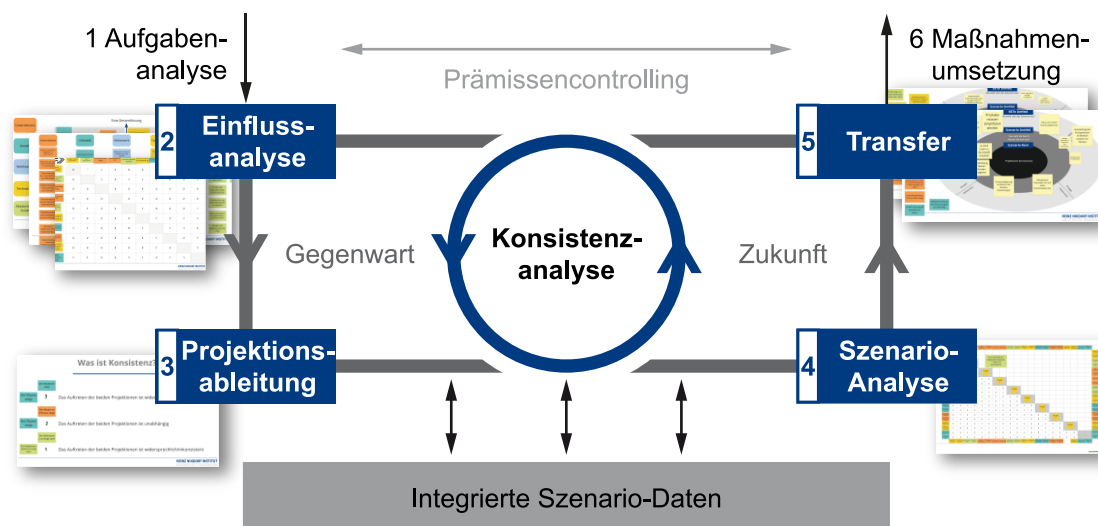


Bild 38: Ergebnisse der Szenario-Technik bei der BST GmbH (eigene Darstellung)

### Bilaterales Forschungsprojekt 2 (bFP2)

Das Projekt „Identifikation zukunftssträchtiger Anwendungsgebiete vorhandener Technologien und Kernkompetenzen“ wurde gemeinsam mit einem mittelständischem, Edelstahl verarbeitenden Unternehmen durchgeführt. Dabei wurden auf Basis einer Unternehmensanalyse zukunftssträchtige Märkte und Technologien für eine Geschäftseinheit identifiziert. In der Identifikation wurden sowohl relevante Megatrends berücksichtigt als auch die Passgenauigkeit zu einer Szenario-Studie. Das Kernteam der Bearbeitung bestand dabei aus drei Mitarbeitenden des Lehrstuhls für Produktentstehung, dem Leiter der Geschäftseinheit und dem Leiter der Fertigung der betreffenden Geschäftseinheit.



## Szenario-Workshop 1 (SW1): Automation 2030

Durch den Beirat der Mess- und Automatisierungstechnik der Vereins Deutscher Ingenieure e.V. (VDI-GMA) wird im Turnus von 5 Jahren eine Zukunftsvorausschau zur Zukunft der Automation mit führenden Personen der Industrie und Wissenschaft durchgeführt. Für die Vorausschau auf das Jahr 2030 wurde durch ein Expertengremium von 16 Personen die Szenario-Technik des Lehrstuhls für Produktentstehung angewandt und es wurden vier Szenarien abgeleitet [GTD21]. Die Ergebnisse des Szenario-Workshops wurden in einem Positionspapier zusammengeführt und unter anderem auf der deutschen Leitkonferenz der Automatisierungstechnik, der VDI-Automation, im Jahr 2020 validiert.

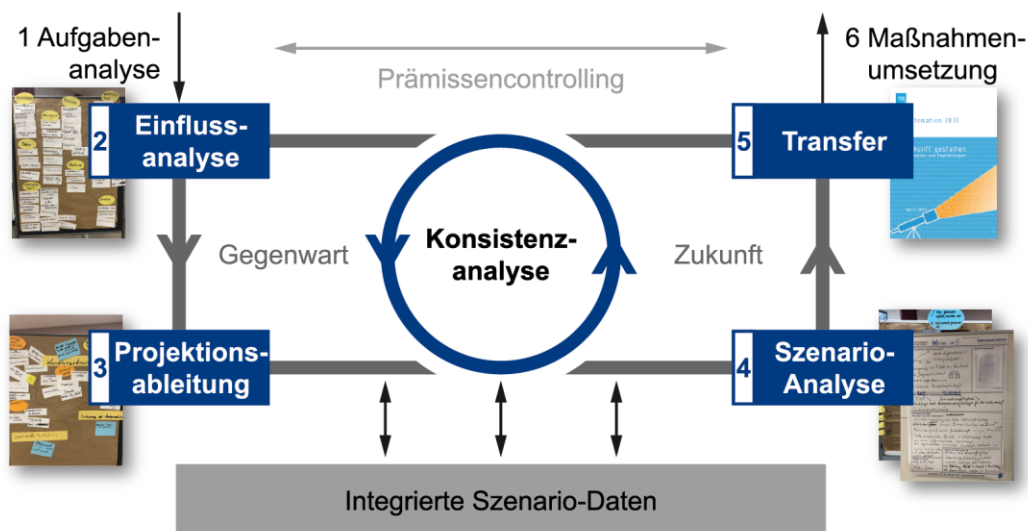


Bild 39: Ergebnisse der Szenario-Technik der Automation 2030 (eigene Darstellung)

## Szenario-Workshop 2 (SW2): RWTH eMBA

Im Rahmen des Executive Master of Business Administration (eMBA) Studiengang der RWTH Aachen wurde eine Szenario-Studie mit den Teilnehmern des Moduls „Digitale Transformation“ durchgeführt. Die Szenario-Studie wurde dabei zum Thema der Zukunft der Digitalisierung Deutschlands durchgeführt. Teilnehmer waren zwölf Führungskräfte deutscher Industrieunternehmen, die auf Basis der modellbasierten Szenario-Technik drei Szenarien abgeleitet haben. Die Szenarien wurden final in der Vorlage Anhang A15 visualisiert. Die Daten des Szenario-Workshops sind in Anhang A12.4 gegeben und der Standarddramaturgie, nach der die Szenario-Studie durchgeführt wurde, ist in Anhang A14 aufgeführt.

## 9.2 Zuweisung von Anforderungen und Verifikationsprojekten

Den jeweiligen Verifikationsprojekten können nachfolgend die in Kapitel 4 aufgestellten Anforderungen zugewiesen werden, die zur Bewertung des Erfüllungsgrades dienen. Während ein großer Teil der Anforderungen in den vorgestellten Verifikationsprojekten

geprüft wird, wird für einen Teil der Anforderungen die Erfüllung direkt durch mathematische Beweisführung geprüft. Dies betrifft insbesondere die Anforderungen A3 und A4, die die Anforderungen an die Algorithmen darstellen. Die komplette Aufstellung der Verifikationsprojekte in Zuordnung zu den Anforderungen ist in Tabelle 25 dargestellt:

*Tabelle 25: Zuweisung von Verifikationsprojekten zu Anforderungen*

Anforderung		Verifikationsprojekt
<b>Input</b>		
A1	Einbindung von heuristischen Daten und Datenreihen	SW2 FP
<b>Modell, Modellierung und Methoden</b>		
A2	durchgängiges Vorgehensmodell	Literaturrecherche
A3	transparente, mathematische Modellierung	mathematische Beweisführung
A4	stetiger Algorithmus der Einflussanalyse	mathematische Beweisführung
A5	robuster Algorithmus der Einflussanalyse	FP
A6	automatisierte Konsistenzanalyse	FP
A7	parallele Anwendung der Kriterien zur Szenario-Auswahl	SW1, bFP1
<b>Anwendung</b>		
A8	Anwendungsfeld/ Betrachtungsfeld (insb. Maschinenbau)	bFP1, FP, SW1, SW2
A9	agiles Vorgehen	bFP1
<b>Ergebnis</b>		
A10	Interpretierbarkeit	SW1, bFP1
A11	Akzeptanz & Anwendung	SW1, bFP1

Basierend auf Tabelle 25 wird nachfolgend die Erfüllung der Anforderungen überprüft. Dabei wird jede Anforderung kurz wiedergegeben, das Erfüllungskriterium definiert, die Verifikationsdurchführung ausgeführt und das Verifikationsergebnis dargestellt. Die Gliederung entspricht der Gliederung der Anforderungen aus Kapitel 4.

### 9.3 Anforderungen an den Input

#### Einbindung heuristischen Daten und Datenreihen

A1: Als Datengrundlage der Szenario-Technik müssen sowohl heuristische Daten als auch Datenreihen nutzbar sein.

##### Erfüllungskriterium

Die Anforderung wird genau dann als erfüllt betrachtet, wenn in der praktischen Anwendung des Vorgehensmodells sowohl heuristische Daten als auch Datenreihen zur

Ermittlung von beispielsweise Einflusswerten, Konsistenzwerten oder Szenarien eingebunden werden können. Heuristische Daten sind dabei insbesondere Einfluss- und Konsistenzwerte, die rein auf der Einschätzung von Experten zustande gekommen sind.

#### Verifikationsdurchführung und Verifikationsergebnis

In der Verifikation werden die Einflussfaktoren von zwei verschiedenen Verifikationsprojekten betrachtet. Im Projekt RWTH eMBA wurde gänzlich ohne externen Input gearbeitet und es wurden Einfluss- und Konsistenzwerte heuristisch durch Konsolidierung von Expertenmeinungen erhoben. In dem Fallbeispiel „low-cost Hochwasserschutzsystem“ des ANYWHERE-Projekts hingegen wurden Datenreihen genutzt.

Die drei Szenarien im Rahmen des Studiengangs des eMBAs wurden ausschließlich auf Basis heuristischer Einschätzungen der Teilnehmer und auf Basis der konsolidierten Einflussfaktoren erhoben. Allen Einflussfaktoren wurde ein messbarer Deskriptor zugeordnet. Die Bewertung der Konsistenzwerte wurde auf den Deskriptoren aufbauend durch heuristische Einschätzungen der Experten getroffen. In dem Experteninterview mit der Verantwortlichen desjenigen Moduls, in dem der Szenario-Workshop abgehalten wurde, wurden die Ergebnisse der Szenario-Studie als interpretierbar und anwendbar bewertet (vgl. Anhang A11.1). Damit eignet sich das Vorgehen der Szenario-Entwicklung auf heuristischer Basis insgesamt für die Anwendung in der Praxis.

Das Vorgehensmodell der modellbasierten Szenario-Technik sieht darüber hinaus die Einbindung eines integrierten Szenario-Datenmodells vor. Das Szenario-Datenmodell wird im Sinne einer Datenbank über Projekte hinweg mit Szenario-Daten vergangener Projekte und externen Daten, wie Statistiken, befüllt und stetig aktualisiert. In der Fallstudie „low-cost Hochwasserschutzsystem“ wird auf die Integrierten Szenario-Daten zurückgegriffen, die durch das Datenmodell in strukturierter Form vorliegen. Dem Hersteller eines low-cost Hochwasserschutzsystem ermöglicht die Nutzung der in der Szenario-Datenbank hinterlegten Daten die aufwandsarme Erstellung von Szenarien zur Ableitung eines Geschäftsmodells. Dabei können neben den vorhandenen, vorbewerteten Einfluss- und Konsistenzwerten eigene Werte hinzugefügt werden. Durch diese Auswahl reduziert sich der Anwendungsaufwand für das Start-Up. [GST19]

Im ANYWHERE-Projekt konnte zudem gezeigt werden, dass die Berücksichtigung von Echtzeitdaten in der Szenario-Technik möglich ist [GST19, S. 129]. So können relevante Daten mechatronischer Systeme direkt als Deskriptoren von Einflussfaktoren genutzt werden (vgl. Bild 40). Die Daten können so beispielsweise in der Berechnung von Einfluss- und Konsistenzwerten durch Methoden, wie in Kapitel 7.4 dargestellt, genutzt werden. Darüber hinaus können die Daten des mechatronischen Systems im Sinne eines Frühwarnsystems in das Prämissencontrolling eingebunden werden.

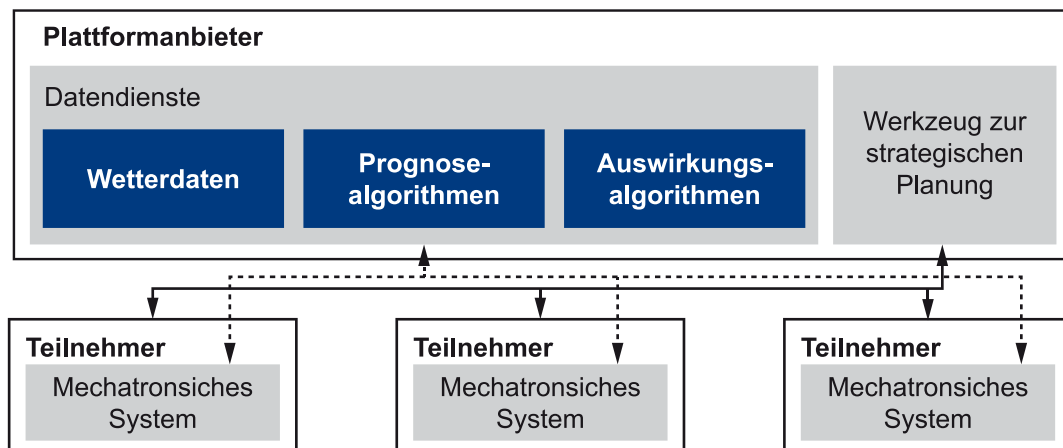


Bild 40: Integration des Werkzeugs zur strategischen Planung [GST19, S. 129]

Im Falle des Frühwarnsystems bedeutet dies, dass der Wasserstand eines Flusses als Deskriptor in allen Szenarien vorhanden ist. In den jeweiligen Szenarien liegt dann als Projektion beispielsweise die vermehrte Überschreitung eines spezifischen Grenzwertes. Ist diese Überschreitung mit einer sich andeutenden Extremwettersituation assoziiert, kann durch einen Strategiewechsel auf Basis der vorher definierten Alternativszenarien auf die Extremwettersituation reagiert werden. [GST19, S. 131]

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sowohl die Nutzung einer heuristischen als auch einer strukturierten Datengrundlage in dem entwickelten Vorgehen der Szenario-Technik möglich ist und zu sinnvollen Ergebnissen führt. Somit kann die Anforderung als erfüllt angesehen werden.

## 9.4 Anforderungen an Modell, Modellierung und Methoden

### Durchgängiges Vorgehensmodell

A2: Das Vorgehensmodell muss alle relevanten Schritte der Szenario-Technik beinhalten.

#### Erfüllungskriterium

Die Anforderung ist genau dann erfüllt, wenn in dem entwickelten Vorgehensmodell der Szenario-Technik alle relevanten Schritte der etablierten Vorgehensmodelle der Szenario-Technik abgebildet werden.

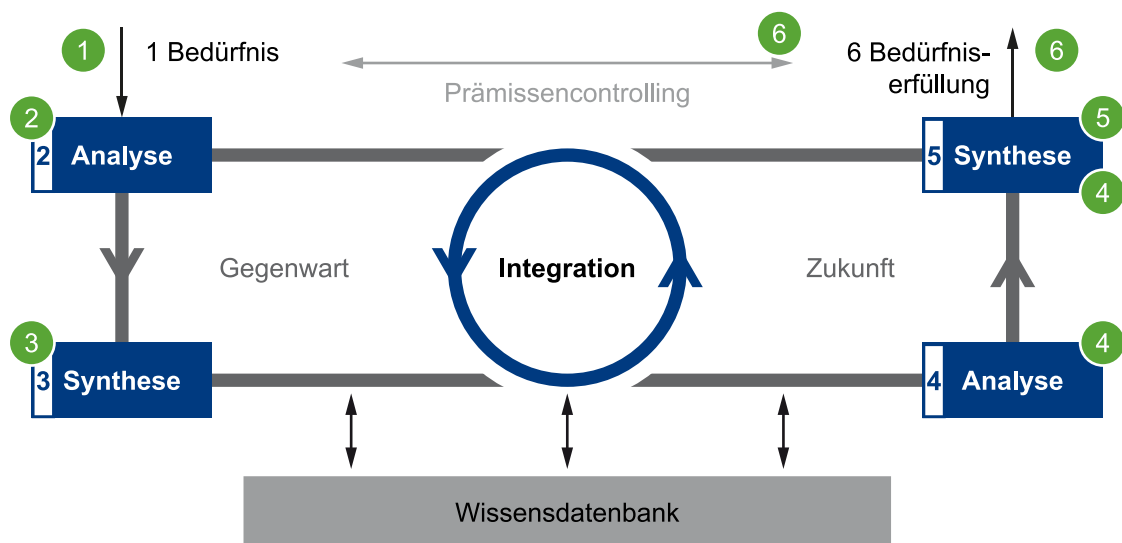
#### Verifikationsdurchführung & Verifikationsergebnis

Der Nachweis der Erfüllung der Anforderung A2 kann in zwei Unterschritte aufgeteilt werden: Zunächst wird gezeigt, dass alle relevanten Schritte der Szenario-Technik identifiziert wurden, um danach zu zeigen, dass die relevanten Schritte in dem abgeleiteten Vorgehensmodell der Szenario-Technik abgebildet sind. Zuletzt wird die Abbildung der Schritte in einem weiteren Vorgehensmodell der Szenario-Technik gezeigt.

Die Identifikation aller relevanten Schritte wurde durch eine strukturierte Literaturrecherche abgesichert. Die relevanten Keywords der Literaturrecherche wurden durch eine eigenständige Literaturrecherche identifiziert (Tabelle 3) und bilden die Grundlage der Literaturrecherche zusammen mit der in Kapitel 5.1 dargestellten Recherchestrategie. Die Gesamtsumme aller identifizierten Quellen ist in Anhang A3 gegeben und die Summe aller identifizierten, vereinheitlichten und überschneidungsfreien Vorgehensschritte ist in Tabelle 15 zusammengefasst. Somit ist die Vollständigkeit der Schritte gegeben.

Mit dem Referenzmodell der Szenario-Technik werden diese Schritte verlustfrei geclustert und aufbauend auf den Ergebnissen der Literaturstudie werden die identifizierten Schritte mit den abstrahierten Vorergebnissen in Verbindung gesetzt. Somit gibt das Referenzmodell ein vollständiges und durch die Verbindung aller Schritte auch durchgängiges Modell der Szenario-Technik wieder. Diese beiden Modelle sind jedoch nicht in der industriellen Praxis anwendbar, sondern lediglich als Referenz zu verstehen. Deshalb wurde als spezifisches Modell das Vorgehensmodell der modellbasierten Szenario-Technik abgeleitet.

In Bild 41 ist dabei abgebildet, wie den sechs Schritten des Referenzmodells der Szenario-Technik die sechs Schritte des Vorgehensmodells der modellbasierten Szenario-Technik zugeordnet werden können. Dabei wird gezeigt, dass eine vollständige und durchgehende Zuordnung vorhanden ist.



*Bild 41: Zuordnung zu den Schritten der modellbasierten Szenario-Technik  
(eigene Darstellung)*

Zusammengefasst kann bestätigt werden, dass das abgeleitete Vorgehensmodell durchgängig ist und alle relevanten Schritte der Szenario-Technik abbildet. Damit ist die Anforderung A2 erfüllt.

## Transparente, mathematische Modellierung

A3: In der mathematischen Modellierung müssen alle Artefakte der Szenario-Technik eindeutig aufeinander abgebildet werden.

### Erfüllungskriterium

Die Anforderung wird genau dann als erfüllt angesehen, wenn eine eindeutige Abbildung aller Artefakte der Szenario-Technik existiert. Hierzu muss zunächst für die Artefakte eine mathematische Modellierung vorliegen, bevor die Abbildung zwischen den Artefakten beschrieben werden kann. Die Richtung der Abbildung entspricht dabei der in Kapitel 5.1 identifizierten Standardrichtung.

### Verifikationsdurchführung und Verifikationsergebnis

Für die mathematische Modellierung wurden die folgenden Artefakte identifiziert, die in der in Gleichung 1 angegebenen Reihenfolge aufeinander abgebildet werden:

$$\{\text{Aufgaben}\} \rightarrow \{\text{Einflussfaktoren}\} \rightarrow \{\text{Deskriptoren}\} \rightarrow \{\text{Schlüselfaktoren}\} \\ \rightarrow \{\text{Projektionen}\} \rightarrow \{\text{Szenarien}\} \rightarrow \{\text{selek. Szenarien}\} \rightarrow \{\text{Lösungen}\}$$

Für alle Elemente der Kette konnte eine modellhafte Entsprechung gefunden werden. Diese Entsprechung ist für die Aufgaben und die Lösungen der Vorschlag einer narrativen Darstellung durch Konzepte anderer Disziplinen, da die Aufgaben und Lösungen nicht mit mathematischen Elementen beschrieben werden können.

Für die verbleibenden Artefakte kann eine mathematische Entsprechung gefunden und durch Räume beschrieben werden. Insbesondere wird der Einflussraum durch einen Folgenraum, dessen Elemente die Deskriptoren der Einflussfaktoren als Datenreihe sind, und der Szenario-Raum wird durch ein Folgenraum, dessen Elemente Fortsetzungen der Einflussfaktoren sind, beschrieben. Die Einflussfaktoren stellen Elemente des Einflussraumes dar, die Projektionen Elemente des Szenario-Raums und die Szenarien sind jeweils eine Teilmenge des Szenario-Raums im Sinne eines konvexen Spans.

Die Abbildungen zwischen den Räumen bildet die Selektionsregel in Kapitel 6.4.3 als Abbildung zwischen den Einflussfaktoren und Schlüsselfaktoren und die Fortsetzung von Schlüsselfaktoren in Kapitel 6.5.1 als Abbildung zwischen den Schlüsselfaktoren und Projektionen. Die Szenarien bestehen aus der konvexen Kombination von Schlüsselfaktoren (Kapitel 6.5.2). Die selektierten Szenarien stellen eine Teilmenge aller möglichen Szenarien dar, wobei die Selektion der Szenarien ebenfalls durch eine Selektionsabbildung beschrieben wird (Kapitel 6.5.3). Alle Abbildungen sind somit eindeutig formuliert.

Zusammenfassend lässt sich also feststellen, dass zwischen der Menge an mathematisch darstellbaren Artefakten in der in Kapitel 5.1 identifizierten Standardreihenfolge jeweils eine eindeutige Abbildung definiert werden kann. Somit ist die Anforderung A3 als erfüllt zu betrachten.

## Stetiger Algorithmus der Einflussanalyse

A4: Der Algorithmus der Einflussanalyse muss stetig bezüglich der Wahl der Schlüsselfaktoren sein.

### Erfüllungskriterium

Die Anforderung A4 ist genau dann erfüllt, wenn die Gleichung 22 im mathematischen Sinne stetig ist. Über den Grenzwert<sup>1</sup> definiert ist eine Funktion  $f$  in  $x_0$  stetig genau dann, wenn  $f(x_0)$  für alle Punkte des Definitionsbereiches definiert ist und  $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = f(x_0)$ .

Insbesondere bedeutet dies, dass der linksseitige und der rechtsseitige Grenzwert gleich sind. Falls eine Funktion in allen Punkten des Definitionsbereichs stetig ist, ist die gesamte Funktion stetig. Anschaulich bedeutet Stetigkeit im  $\mathbb{R}^1$  somit, dass die Funktion  $f$  keine Sprungstellen, Pole oder Lücken besitzt. Darüber hinaus ist eine Verknüpfung von Funktionen genau dann stetig, wenn die Einzelfunktionen stetig sind.

### Verifikationsdurchführung und Verifikationsergebnis

In Gleichung 22 wird die Position von  $EF_i$  im System Grid durch  $r_i$  beschrieben und die Menge der Einflussfaktoren  $M_{EF}$  bildet den Definitionsbereich von  $\sigma(EF_i)$ . Zunächst sei angenommen, dass das Sternenzentrum  $S$  außerhalb des System Grid liegt. Dabei ist  $r_i$  das Tupel als Ergebnis des Page-Rank Algorithmus der Einflussanalyse und somit auf dem offenen Intervall  $(0,1)$  definiert. Die Stetigkeit von  $\sigma$  kann nun über die Stetigkeit der Einzelfunktionen argumentiert werden. Wird zunächst der Zähler des Bruchs betrachtet, so sind die Subtraktion und das Skalarprodukt jeweils stetig. Da das Sternenzentrum  $S$  außerhalb des System Grids liegt, ist  $(r_i - S)$  immer echt größer null und somit die Betragsfunktion stetig. Da  $b$  konstant ist, ist auch der Nenner des Bruchs stetig.

Der Gesamtbruch ist nun stetig, da der Zähler immer echt größer als null ist, der Nenner ebenso und der Bruch somit auf dem gesamten Intervall definiert ist und keine Pole besitzt. Der Gesamtbruch kann nun also nur positive Zahlen  $< 1$  annehmen. Da der Arkuskosinus auf dem Intervall  $[-1,1]$  definiert und stetig ist, ist die Selektionsfunktion stetig.

Für den Fall, dass das Sternenzentrum innerhalb des System Grid liegt, ist die Auswahlfunktion für alle Punkte stetig – bis auf jene, bei denen  $b = \alpha \cdot r_i$  ist, da dann der linksseitige Grenzwert 0 ist und der rechtsseitige Grenzwert  $\pi$ .

Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Auswahlfunktion für alle Sternenzentren außerhalb des System Grids stetig ist. Lediglich für ein Sternenzentrum innerhalb des System Grids ist die Auswahlfunktion nicht in allen Punkten stetig. Somit ist die Anforderung für alle praxisrelevanten Anwendungsfälle vollständig erfüllt.

---

<sup>1</sup> Klassisch wird Stetigkeit über das Epsilon-Delta Kriterium definiert. Demnach ist eine Funktion  $f: A \rightarrow B$  stetig in  $x_1$ , wenn für jedes  $\epsilon > 0$  ein  $\delta > 0$  existiert, sodass für alle  $x$  des Definitionsbereiches  $A$  mit  $|x - x_1| < \delta$  gilt, dass  $|f(x) - f(x_1)| < \epsilon$ .

## Robuster Algorithmus der Einflussanalyse

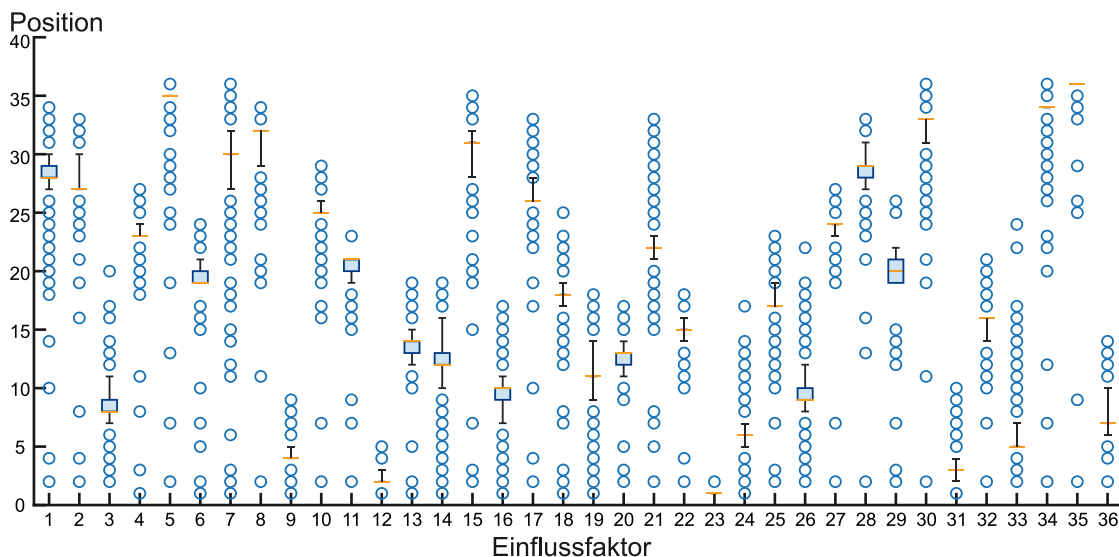
A5: Der Algorithmus der Einflussanalyse muss robust bezüglich der Wahl der Schlüsselfaktoren sein.

### Erfüllungskriterium

Die Anforderung ist genau dann erfüllt, wenn durch die Änderung der Einflussmatrix in einzelnen Einträgen die Ordnung der Einflussfaktoren nur geringfügig geändert wird.

### Verifikationsdurchführung und Verifikationsergebnis

Für die Durchführung der Verifikation wird die Einflussmatrix aus dem ANYWHERE-Projekt zu Grund gelegt, die aus 36 Einflussfaktoren besteht. Dies ist analog zu der Validierung der Methode zur automatisierten Selektion von Schlüsselfaktoren in der Vorveröffentlichung [GTS19, S. 142–144]. Für die Überprüfung der Robustheit wird jeder Eintrag der Einflussmatrix durch einen Zufallswert aus den Möglichkeiten  $[0 \ 1 \ 2]$  ersetzt, wobei der Zufallswert nicht der ursprüngliche Einflusswert sein darf. Für jede der resultierenden  $36^2=1296$  Einflussmatrizen kann nun die Auswahlreihenfolge berechnet und pro Einflussfaktor alle errechneten Reihenfolgen verglichen werden. Zur Berechnung wird zunächst der Page-Rank-Algorithmus und nachfolgend die Sortierfunktion  $\sigma$  angewendet. Die sich ergebene Reihenfolge pro Einflussfaktor wird in Bild 42 in 36 einzelnen Boxplots dargestellt. Der gelbe Strich stellt den Median dar. Innerhalb der Box liegen alle Werte zwischen dem oberen und unteren Quartil und die Whisker sind das 95% bzw. 5% Quartil. In blau sind die Werte angezeigt, die als Ausreißer außerhalb der Whisker liegen.



*Bild 42: Boxplot der Rankings der Einflussmatrizen unter Berechnung des Page-Rank (eigene Darstellung)*

Bei der Betrachtung von Bild 42 kann festgestellt werden, dass der Median des Rankings in 25 Fällen mit dem oberen und unteren Quartil zusammenfällt, in den restlichen 10 Fällen höchstens um 1 abweicht und einmal um 2. Bei der Betrachtung des 90% Perzentils kann festgestellt werden, dass die Spannweite höchstens 6 Stellen in der Reihenfolge und



im Mittel 2,4 Stellen in der Reihenfolge beträgt. Wird für die Berechnung des Rankings die Aktiv- und Passivsumme ohne Betrachtung der indirekten Einflüsse zu Grunde gelegt, ist die maximale Weite des 90% Perzentsils bei 2 und im Schnitt bei 1. Um die Robustheit spezifisch zu betrachten, wird die Streuung der einzelnen Einflussfaktoren gesondert betrachtet. So ist die Streuung des Einflussfaktors 18 in Bild 43 gezeigt:

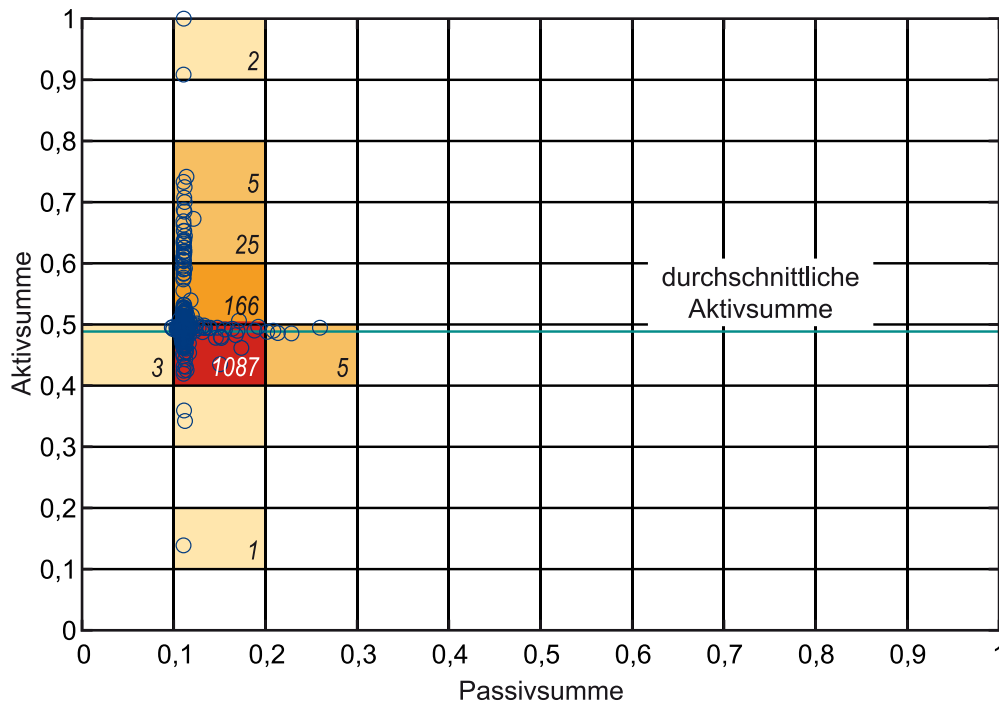


Bild 43: Heatmap des Einflussfaktors 18 (eigene Darstellung)

So zeigt der Boxplot in Bild 42, dass die Sortierung von Einflussfaktoren eine geringe Varianz besitzt. So besteht das 90% Perzentil aus lediglich 3 Positionen in der Sortierung der Einflussfaktoren. Für eine Auswahl der Einflussfaktoren in Bezug auf die durchschnittliche Aktiv- und Passivsumme im klassischen Sinne ist jedoch die in Bild 43 abgebildete grüne Linie die Grenze zwischen den aktiven und puffernden Systemelementen. So ist der Einflussfaktor 18 in 45% der Fälle in die zuerst zu wählende Gruppe und in 55% der Fälle in die zuletzt zu wählende Gruppe sortiert worden.

Insgesamt wird die Anforderung als erfüllt angesehen, da die Sortierung der Einflussfaktoren nur geringfügig durch die Änderung der Einflussmatrix beeinflusst wird. Insbesondere ist die entwickelte Methode robuster gegen Änderungen im Grenzbereich der Einflussgruppen als die klassische Methode der Einflussanalyse.

## Automatisierte Konsistenzanalyse

A6: Durch den Algorithmus der Konsistenzanalyse können effektiv Konsistenzwerte vorgeschlagen werden.

### Erfüllungskriterium

Die Anforderung ist genau dann erfüllt, wenn durch die entwickelte Methode korrekte Konsistenzwerte vorgeschlagen werden. Bewertet wird dies über den Effektivitätsfaktor  $Q_{eff} = \frac{M_p}{M_p + M_N}$ . Für eine Menge an Konsistenzmatrizen ist dabei  $M_p$  die Anzahl an korrekt berechneten Konsistenzmustern und  $M_N$  die Anzahl an falsch berechneten Konsistenzmustern. Je höher  $Q_{eff}$  ist, desto besser ist demnach die Methode. Insgesamt muss  $Q_{eff}$  mindestens besser als  $0,1\bar{6}$  sein, um besser als die Zufallswahl zu sein.

### Verifikationsdurchführung und Verifikationsergebnis

Die Durchführung der Verifikation ist in den begleitenden Veröffentlichungen der Entwicklung der Methode beschrieben [GST20a, GST20b]. Für die Durchführung der Verifikation wurde die Grundmenge der Konsistenzmatrizen des ANYWHERE-Projektes gewählt. Von der Grundmenge an 55 Matrizen wird die Hälfte der Matrizen für das Training des künstlichen neuronalen Netzes und die verbleibende Menge an Konsistenzmatrizen wird als Testdaten genutzt, wobei ein Teil der Teilmatrizen gelöscht und als Ermittlung des Faktors  $Q_{eff}$  genutzt wird. Dabei wird  $Q_{eff}$  zunächst für die Methode ohne Nutzertypen und danach für die Methode inklusive Nutzertypen angewendet.

Für die Methode ohne Nutzertypen kann gezeigt werden, dass die Berücksichtigung von Dreiecksbeziehungen bessere Ergebnisse liefert als die solche von Vierecksbeziehungen. So ist für die Vierecksbeziehungen das optimale Befüllungslevel bei 50% mit  $Q_{eff} = 44,91\%$ . Für ein Füllungslevel von 25% oder 75% ist der Effektivitätsscore jeweils geringer. Für die Dreiecksbeziehungen wiederum ist der optimale Wert bei 50% und 75% mit jeweils  $Q_{eff}=47\%$  bzw.  $47,42\%$  fast identisch und maximal (vgl. Bild 44).

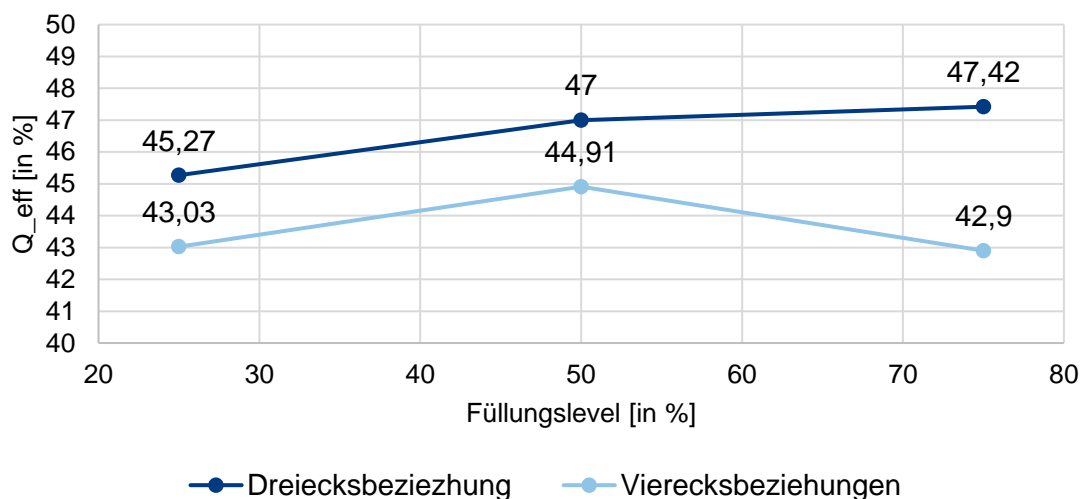


Bild 44:  $Q_{eff}$  für die einfache automatisierte Methode der Konsistenzanalyse  
[GST20a, S. 154]

Für die Anwendung der Nutzertypen kann der Effektivitätswert auf 70,4% gesteigert werden. Dabei liegt der Wert für den Nutzertyp der neutralen Bewerter mit 78,2% über dem des Wertes der unentschiedenen Bewerter mit 62,6% [GST20b, S. 11]. Da

insbesondere der neutrale Bewertungstyp eine starke Prävalenz für einen Konsistenztyp aufweist, ist ein höherer Effektivitätswert erklärbar.

Insgesamt kann die Anforderung somit als erfüllt angesehen werden. Der Effektivitätsfaktor liegt über allen Füllungsgraden, Beziehungsbetrachtungen und Nutzertypen deutlich über dem Zufallswert. Ein optimaler Effektivitätswert kann erreicht werden, wenn 50% der Konsistenzmatrix vorbefüllt werden und der Nutzertyp bekannt ist.

## **Parallele Anwendung der Kriterien zur Szenario-Auswahl**

A7: Durch den Ansatz der Konsistenzanalyse können parallel mehrere Kriterien der Szenario-Auswahl angewandt werden.

### Erfüllungskriterium

Die Anforderung wird genau dann als erfüllt angesehen, wenn durch die Anwendung der Mehrzieloptimierung der Konsistenzanalyse ein Pareto-Optimum für mehrere Kriterien der Szenario-Auswahl gefunden werden kann.

### Verifikationsdurchführung und Verifikationsergebnis

Die Verifikation wird durch die Anwendung der Mehrzieloptimierung auf verschiedene Konsistenzmatrizen der Verifikationsprojekte angewandt. Es wird die Mehrzieloptimierung für sowohl eine Konsistenzmatrix aus dem ANYWHERE-Projekt (Anhang A12.1) als auch für die Konsistenzmatrix aus dem Workshop der Automation 2030 (Anhang A12.2) angewandt. Aufbauend auf den Ergebnissen werden sowohl die Existenz einer Lösung, die Art der Lösung und die Anwendung betrachtet.

Die Konsistenzmatrix aus der Automation besteht aus 14 Einflussfaktoren à 2 Projektionen und die Konsistenzmatrix der Projektes ANYWHERE aus 13 Einflussfaktoren à 3 Projektionen und 3 Einflussfaktoren à 2 Projektionen. Für die Automation ergibt sich somit eine Menge von 16.384 möglichen Szenarien. Unter der Prämisse, zwei Szenarien für die weitere Verwendung zu nutzen, ergeben sich 134.209.536 Möglichkeiten, zwei Szenarien zu wählen. Für die zwei zu wählenden Szenarien für das Projekt ANYWEHRE ergeben sich nach gleicher Logik 12.754.584 Szenarien und  $8,13 \cdot 10^{13}$  Kombinationen aus je zwei Szenarien. Für die Szenario-Studie der Automation kann jede Kombination von je zwei Szenarien berechnet werden. Da sowohl die Summe als auch die Differenz dabei eine ganze Zahl sind, ergeben sich insgesamt 578 unterschiedliche Kombinationen aus Konsistenz und Unterschiedlichkeit, die jeweils durch mehrere Szenario-Kombinationen erreicht werden können. Wie in Bild 45 dargestellt, kann somit die Pareto-Menge berechnet werden, die in diesem Fall nicht konvex ist, wobei sich sechs Szenarien ergeben, die pareto-optimal sind. Unter Anwendung einer Gewichtung zwischen Unterschiedlichkeit und Konsistenz kann aus der Gesamtanzahl an Szenario-Kombinationen diejenige gewählt werden, die unter paralleler Anwendung die gewünschte Kombination darstellt. Die Berechnung aller Szenario-Kombinationen dauert ca. 27 Minuten auf einem handelsüblichen Computer.

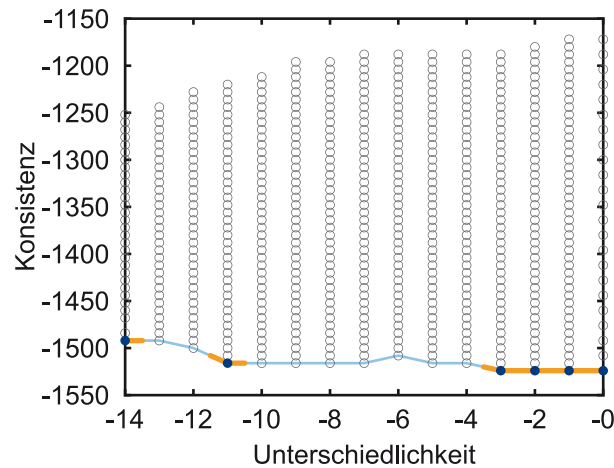


Bild 45: Pareto Menge der Szenarien der Automation (eigene Darstellung)

Für das Beispiel aus dem ANYWHERE-Projekt wird nur ein Teil der Grundgesamtheit an Szenario-Kombinationen betrachtet, da eine Betrachtung aller  $8,13 \cdot 10^{13}$  Kombinationen nicht möglich ist. So wurden zunächst lediglich diejenigen Szenarien betrachtet, die eine Konsistenzsumme von mindestens 830 haben. Auf der Basis der Mindestkonsistenzsumme verbleiben 11.766 Szenarien, die es zu kombinieren gilt. Für die Konsistenzmatrix aus dem Szenario-Workshop der Automation 2030 konnten 1.312 unterschiedliche Kombinationen aus Konsistenzsumme und Unterschiedlichkeit in ca. 12 Minuten berechnet werden. Identifiziert werden können 11 verschiedene, pareto-optimale Kombinationen. Die optimalen Punkte sind in Bild 46 dargestellt.

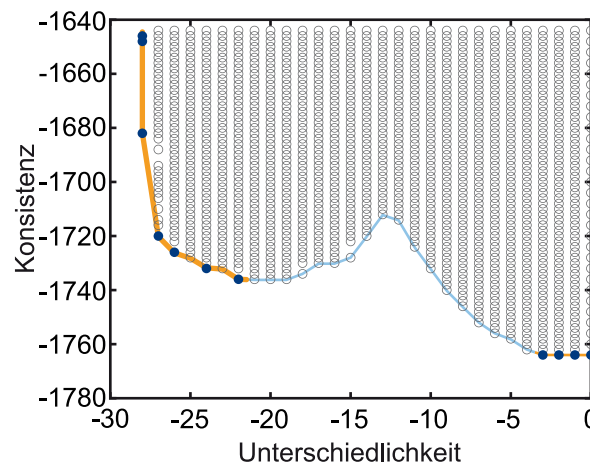


Bild 46: Pareto Menge der Szenarien aus ANYWHERE (eigene Darstellung)

In beiden Fällen enthält die pareto-optimale Menge dabei Kombinationen, die lediglich zu wählen sind, wenn entweder die Unterschiedlichkeit oder die Konsistenzsumme mit 0 in die gewichtete Summe eingeht. In Bild 46 sind dies beispielsweise die drei Kombinationen, die jeweils die kleinste Unterschiedlichkeit aufweisen. Die berechnete Pareto-Menge ist dabei insbesondere für das Beispiel aus dem ANYWHERE-Projekt nicht konvex, weshalb nicht alle pareto-optimalen Lösungen berechnet wurden.

Zusammenfassend kann die Anforderung als erfüllt angesehen werden. So kann die grundlegende Funktionsweise der Mehrzieloptimierung in der Konsistenzanalyse gezeigt werden. Die Betrachtung aller Szenarien ist für eine geringe Grundmenge an Szenarien und die Kombination aus zwei Szenarien möglich. Für die Betrachtung von mehr als drei Szenario-Kombinationen muss, ähnlich der etablierten Clustering-Methoden der Konsistenzanalyse, eine Mindestkonsistenzsumme definiert werden. Zudem ist die Pareto-Menge nicht notwendigerweise konvex, weshalb andere Methoden der Mehrzieloptimierung verwendet werden müssen. Die parallele Betrachtung mehrerer Kriterien ist durch die Methode der Mehrzieloptimierung dennoch möglich.

## Anforderungen an die Anwendung

### Breites Anwendungsfeld/ Betrachtungsfeld (insb. Maschinenbau)

A8: Die Szenario-Technik kann für verschiedene Anwendungs- und Betrachtungsfelder angewandt werden.

#### Erfüllungskriterium

Die Anforderung wird genau dann als erfüllt angesehen, wenn das Vorgehensmodell sowohl für einen spezifisch als auch für einen allgemein definierten Betrachtungsgegenstand angewandt werden kann und darüber hinaus sowohl für Szenario-Studien von allgemeiner Natur als auch für die technologische Vorausschau im Maschinenbau angewandt werden kann. Hierbei werden die Anwendung und Sinnhaftigkeit der Szenario-Studie geprüft.

#### Verifikationsdurchführung und Verifikationsergebnis

Die vier verschiedenen Ausprägungen zwischen der Anwendung und Betrachtung ergeben also vier verschiedene mögliche Kombinationen. Diese Kombinationen sind in Bild 47 dargestellt und werden jeweils einzeln diskutiert.

<b>Betrachtungsfeld</b>	spezifisch	ANYWHERE	BST eltromat
	allgemein	RWTH eMBA	Automation 2030
		allgemein	Maschinenbau
		<b>Anwendungsfeld</b>	

Bild 47: Zuordnung zu Anwendungs- und Betrachtungsfeldern (eigene Darstellung)

#### *Spezifisches Betrachtungsfeld und allgemeines Anwendungsfeld – ANYWHERE:*

Aufbauend auf den im ANYWHERE-Projekt erhobenen Einflussfaktoren können Nutzer der Plattform für ihr eigenes Anwendungsfeld Szenarien formulieren, wie es beispielsweise für das „low-cost Hochwasserschutzsystem“ geschehen ist. Das Betrachtungsfeld ist dabei mit dem Kontext des Schutzes vor und der Vorbereitung auf

Extremwetterereignisse spezifisch gefasst. Die erfolgreiche Anwendung in auf der ANYWHERE-Plattform aufbauenden Studien zeigt dabei die Anwendbarkeit.

*Allgemeines Betrachtungsfeld und allgemeines Anwendungsfeld – RWTH eMBA:*

In der Szenario-Studie des RWTH eMBA wurde durch das Thema Digitalisierung in Deutschland die Szenario-Technik auf ein wirtschaftlich allgemeines Thema ohne spezifische Ausprägung auf eine Disziplin angewendet. In den entwickelten Szenarien wird darüber hinaus kein spezifisches Produkt, Unternehmen oder eine geografische Region betrachtet, sondern die gesamtdeutsche Lage. Die Anwendbarkeit des Vorgehens wird dabei durch das Experteninterview in A11.1 bestätigt.

*Allgemeines Betrachtungs- und maschinenbauliches Anwendungsfeld – Automation2030:*

In der Szenario-Studie der Automation 2030 wurde im Sinne des Betrachtungsfeldes eine allgemeine Betrachtung angewendet, da allgemeingültige Szenarien für den gesamtdeutschen Raum, ohne beispielsweise einen Fokus auf abzuleitende Produktideen zu legen, gesucht wurden. Das Anwendungsfeld hingegen ist spezifisch im Maschinenbau zu verorten, da spezifisch die Automatisierungstechnik als ingenieurwissenschaftliches Technologiefeld betrachtet wurde.

*Spezifisches Betrachtungsfeld und maschinenbauliches Anwendungsfeld – BST GmbH:*

Die Technologievorausschau im BST GmbH Projekt ist sowohl im Betrachtungsfeld als auch im Anwendungsfeld spezifisch. Die Szenarien werden explizit für ein Unternehmen formuliert und sind damit im Betrachtungsfeld stark fokussiert. Im Anwendungsfeld werden darüber hinaus qualitätssichernde Systeme der bahnverarbeitenden Industrie betrachtet und so ist das Projekt im Maschinenbau und den Ingenieurwissenschaften verortet. Das Experteninterview in Anhang A11 zeigt die Anwendbarkeit der Szenario-Technik.

Für alle Kombinationen aus einem spezifischen und allgemeinen Betrachtungs- und Anwendungsfeld konnte somit die Anwendbarkeit gezeigt werden und damit ist die Anforderung vollumfänglich erfüllt.

## **Agiles Vorgehen**

A9: Das Vorgehensmodell der Szenario-Technik ermöglicht eine agile Anwendung.

### Erfüllungskriterium

Die Anforderung wird genau dann als erfüllt angesehen, wenn das Vorgehen auf den Ebenen Konzept, Modellierung, Umsetzung und Anwendung die Reaktion auf Änderungen in den Prämissen der Szenario-Studie ermöglicht, da Agilität in diesem Kontext im Sinne des agilen Manifests aufgefasst wird als: „Reagieren auf Veränderung mehr als das Befolgen eines Plans“ [BBv01].

### Verifikationsdurchführung und Verifikationsergebnis

*Konzept:* Auf Konzeptebene liegt das agile Vorgehen in der Iteration des Vorgehensmodells der Szenario-Technik. So wird in der Beschreibung der Vorgehensschritte des Vorgehensmodells der modellbasierten Szenario-Technik in Kapitel 5.2.1 vorgesehen,

dass Schritte iteriert und durch Reaktion auf Veränderungen an den Randbedingungen einer Szenario-Studie partielle Änderungen an den erhobenen Werten jedes Schrittes vorgenommen werden können, ohne die gesamte Szenario-Studie neu durchzuführen.

*Modellierung:* Auf der Ebene der mathematischen Modellierung wird die Agilität möglich gemacht, da alle Elemente in den mathematischen Räumen vorhanden sind. Die Anpassung von Prämissen ändert nur die Hinzunahme oder die Wegnahme von einzelnen Elementen. Von dieser Hinzunahme oder Wegnahme bleibt der verbleibende Teil der Einflussfaktoren und Schlüsselfaktoren jeweils unberührt und daher betrifft der Änderungsaufwand auch in der mathematischen Modellierung lediglich die Elemente, die der Veränderung unterliegen. Unter Änderung der Prämissen muss somit keine neue Szenario-Studie modelliert und abgebildet werden, sondern lediglich die Änderungen.

*Technik:* In der Implementierung wird die Agilität auf Basis des Software Tools abgebildet. Dies wird möglich gemacht, indem alle Schritte der Szenario-Technik im Tool miteinander verknüpft sind und alle Ergebnisse und Annahmen in der Szenario-Datenbank erfasst werden. Die Verknüpfung der Schritte und Erfassung der Daten in der Datenbank ermöglicht es, von dem Schritt in einen vorherigen Schritt weiterzugehen. Eine Änderung in den Szenario-Daten beeinflusst also zunächst nur die davon abhängigen Daten. Durch beispielsweise die Hinzunahme eines Einflussfaktors bleiben die Einflusswerte der übrigen Einflussfaktoren untereinander bestehen und weiterhin valide.

*Anwendung:* Die Agilität des Vorgehens konnte im bilaterale Forschungsprojekt 1 gezeigt werden. So wurde die Szenario-Studie begleitend zur Marktanalyse durchgeführt. Die Einflussbewertung wurde dabei in einem Workshop mit den Experten des Unternehmens durchgeführt und die Konsistenzanalyse auf Basis der Szenario-Datenbank des Lehrstuhls für Produktentstehung und einer Konsistenzbewertung des Kernteams des Projekts durchgeführt. Die in der parallel durchgeführten Marktbewertung erhobenen Erkenntnisse sind dabei in Form von Änderungen an den Prämissen in die Durchführung der Szenario-Studie eingebracht worden. Die Validität der Ergebnisse der Szenario-Studie, die unter Anwendung der agilen Vorgehensweise erstellt wurden, wurden in einem gemeinsamen Workshop mit der Geschäftsführung der BST GmbH bestätigt.

Insgesamt ist die Anforderung somit erfüllt, da auf den Ebenen Konzept und Modellierung sowie Umsetzung und Anwendung in der industriellen Praxis die Reaktion auf Änderungen in den Prämissen der Szenario-Studie möglich ist, ohne die Szenario-Studie jeweils gänzlich neu durchzuführen.

## 9.5 Anforderungen an das Ergebnis

Die Verifikation der Anforderungen A10 und A11 wurde mit zwei Experteninterviews zu den Szenario-Studien der Automation 2030 und BST GmbH durchgeführt. Das Interview zum Projekt mit der BST GmbH wurde mit dem Leiter des Produktmanagements der BST GmbH und dem Projektleiter des gemeinsamen Projekts Ingo Ellerbrock durchgeführt.

Die Transkription des Interviews ist in Anhang A11.2 dargestellt. Das Interview zur Automation 2030 wurde mit Dr. Kurt Bettenhausen, derzeit Vorstand „Neue Technologien und Entwicklung“ bei der HARTING Technologiegruppe und Leiter der Arbeitsgruppe zum Thesenpapier der Automation 2030, durchgeführt. Die Aufzeichnung des Interviews ist in Anhang A11.3 dargestellt. Die Struktur der Interviews, aufbauend auf der des problemzentrierten Interviews nach WITZEL [Wit85], ist dabei jeweils in drei Teile aufgeteilt: Zunächst wurden die Ergebnisse der Szenario-Studie vorgestellt. Diese Ergebnisse wurden nachfolgend auf ihre Validität hin bewertet. Dabei wurde betrachtet, ob die erstellten Szenarien und die daraus abgeleiteten Maßnahmen sich rückwirkend als sinnvoll und wahrheitsgemäß erwiesen haben. Aufbauend auf den Ergebnissen wurde die Prozessperspektive der Szenario-Erstellung betrachtet und zunächst die Interpretierbarkeit der (Zwischen-)Ergebnisse bewertet, um final auf die Akzeptanz der Ergebnisse zu schließen. In der Akzeptanz wurde die Anwendung der Ergebnisse der Szenario-Studie mitbetrachtet.

### **Interpretierbarkeit**

A10: Die Ergebnisse der Szenario-Technik sind interpretierbar.

#### Erfüllungskriterium

Die Anforderung ist genau dann erfüllt, wenn von den Experten der Szenario-Studie der Automation 2030 und von BST GmbH bestätigt wird, dass während der Durchführung der Szenario-Studie die Herkunft der (Zwischen-)Ergebnisse klar und eine weitere Verwendung der Ergebnisse möglich ist.

#### Verifikationsdurchführung und Verifikationsergebnis

In beiden Experteninterviews wurde die Interpretierbarkeit der Ergebnisse bestätigt. In dem Interview zur BST GmbH Studie wurde die Interpretierbarkeit insbesondere dadurch unterstrichen, dass die Ergebnisse der Szenario-Studie in die Kommunikation der Produkt- und Produktlinienstrategie eingegliedert werden können und somit die Entscheidungsfindung stringent kommuniziert werden kann. Für die Anwender ist die Herkunft der Ergebnisse im Endergebnis erklärbar.

Auch im Experteninterview zur Automation 2030 wurde die Interpretierbarkeit der Ergebnisse bestätigt. So wurde für die Automation 2030 insbesondere unterstrichen, dass durch das methodische Vorgehen persönliche Ziele und Emotionalität keine Berücksichtigung finden. Die Herleitung der Ergebnisse in Form von Thesen über die Generierung von Szenarien ist dabei klar und stringent und das Endergebnis erklärbar.

Zusammenfassend wurde die Interpretierbarkeit durch die Interviews bestätigt und die Anforderung kann somit als erfüllt angesehen werden.



## Akzeptanz und Anwendung

A11: Die Ergebnisse der Szenario-Technik werden akzeptiert und sind anwendbar.

### Erfüllungskriterium

Die Anforderung wird genau dann als erfüllt angesehen, wenn die Ergebnisse der Szenario-Studie angenommen und weiterverwendet werden.

### Verifikationsdurchführung und Verifikationsergebnis

Die Akzeptanz der Ergebnisse wurde in beiden Interviews positiv bewertet. Für die Szenario-Studie bei BST GmbH sind darüber hinaus die Ergebnisse in den grundlegenden Ideen der Ausrichtung des neuen Produktportfolios wiederzufinden. Insbesondere das Szenario „zunehmende Vernetzung“ findet dabei Anwendung. Somit konnte die weitere Verwendung der Ergebnisse im Unternehmenskontext bestätigt werden.

Für die Szenario-Studie Automation 2030 kann die Akzeptanz ebenfalls auf verschiedenen Ebenen bestätigt werden. So hat der Leiter der Expertengremiums die Ergebnisse vor dem Vorstand des eigenen Unternehmens vertreten und bestätigt. In einem Verifikationsworkshop auf der Leitkonferenz der Automation in Deutschland wurden die Ergebnisse von über 60 Experten aus der industriellen Praxis in einem Workshop bestätigt (Ergebnisse in Kapitel A12.3) und darüber hinaus wurden Ergebnisse in verschiedenen gereviewten Publikationen besprochen [Dir20, GBB20].

Zusammenfassend kann aus den Ergebnissen der Interviews die Akzeptanz der Ergebnisse gefolgert werden. Insbesondere sind die erstellten Ergebnisse in die industrielle Praxis eingeflossen und dadurch kann die Anforderung als erfüllt angesehen werden.

## 9.6 Validierung

Aufbauend auf den Ergebnissen der Verifikation wird die Erfüllung der übergeordneten Zielstellung betrachtet. Der Abgleich des Arbeitsergebnisses mit der Zielstellung stellt damit die Validierung im Kontext dieser Dissertation dar.

### 9.6.1 Erfüllung der Handlungsbedarfe

Aus dem aus dem Ziel abgeleiteten Stand der Technik und der industriellen Praxis wurden sieben Handlungsbedarfe abgeleitet, die wiederum durch Anforderungen erfüllt werden. Die Zuordnung und Erfüllung sind in Bild 48 dargestellt. Über die Erfüllung jeder einzelnen Anforderung kann auf die Erfüllung der Handlungsbedarfe geschlossen werden:

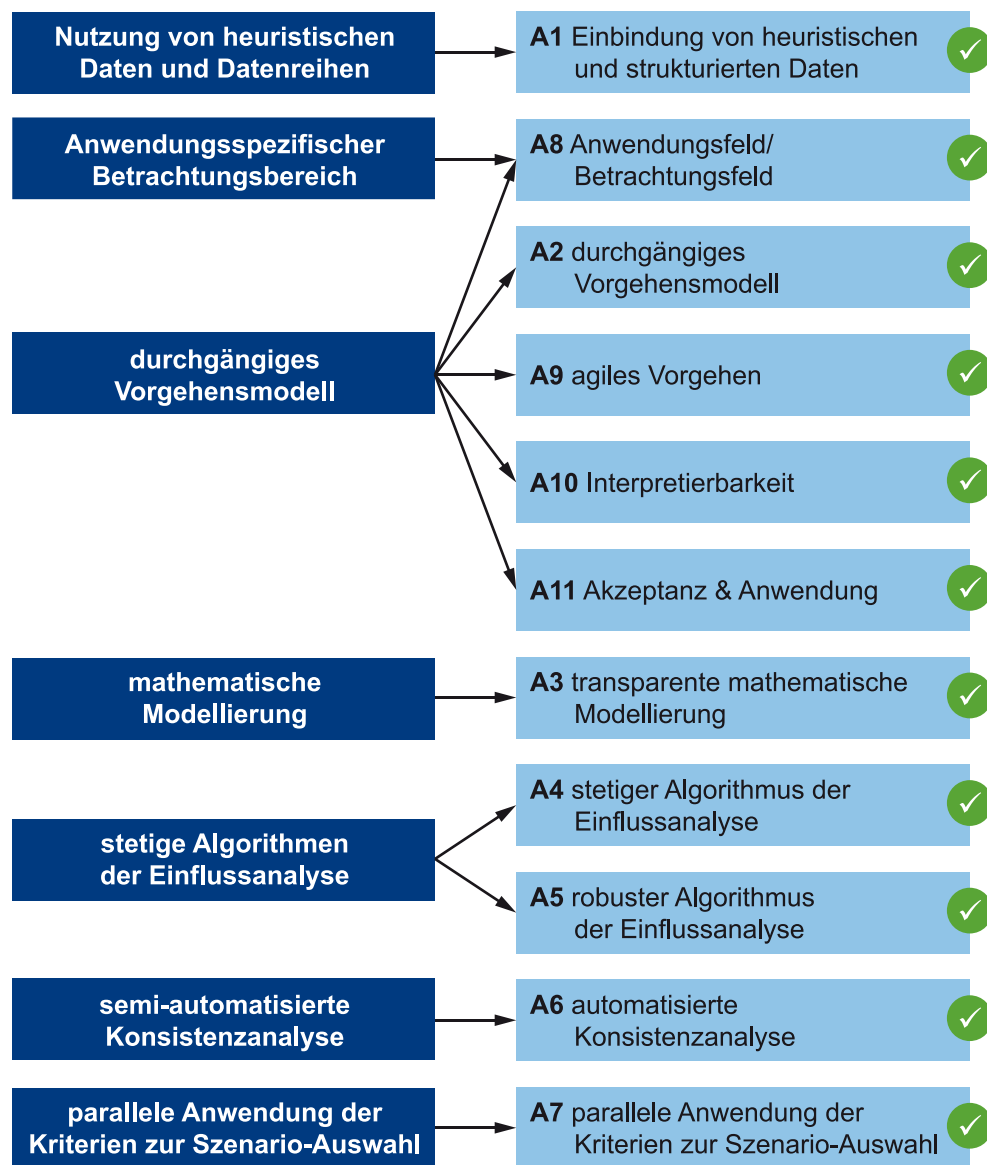


Bild 48: Erfüllung der Anforderungen und Handlungsbedarfe (eigene Darstellung)

### 9.6.2 Erfüllung des Forschungsziels

Das Forschungsziel der Dissertation ist in die drei Elemente „durchgängige Modellierung“, „Reduktion des Anwendungsaufwands“ und „Transparenz“ aufgeteilt, die im Folgenden näher betrachtet werden.

Das Zielelement der **durchgängigen Modellierung** wird durch das Referenzmodell der Szenario-Technik sowie die mathematische Modellierung der Szenario-Technik adressiert. Die Durchgängigkeit des Modells wurde für die mathematische Modellierung und das Vorgehensmodell auf Basis des Referenzmodells gezeigt. Dabei werden alle relevanten Schritte der Szenario-Technik identifiziert, miteinander in Verdingung gesetzt und durch die relevanten Artefakte eindeutig und verlustfrei aufeinander abgebildet.

Die **Transparenz** des Vorgehens wird durch das Referenzmodell und die mathematische Modellierung erreicht. Bei der Anwendung des auf dem Referenzmodell beruhenden Vorgehensmodells kann in jedem Schritt durch die Modellierung des Referenzmodells und die mathematische Modellierung aufgezeigt werden, welche Informationen genutzt werden und in welchen Schritt diese Informationen einfließen und weiterverwendet werden. Darüber hinaus wurde über die mathematische Modellierung eine Möglichkeit gefunden, zunächst die Verhältnisse der Deskriptoren und Projektionen zueinander darzustellen. Diese Modellierung ermöglicht die korrekte Visualisierung jedes Teilschrittes der Szenario-Technik. Die Transparenz wird darüber hinaus durch die entwickelten Methoden unterstützt, deren Definition durch die mathematische Modellierung ermöglicht wird. Durch die Anwendung des Algorithmus zur Einflussanalyse wird beispielsweise eine eindeutige Reihenfolge der Einflussfaktoren gegeben, die keinen weiteren heuristischen Auswahlsschritt benötigt.

Zuletzt wird die **Reduktion des Anwendungsaufwands** durch die in Kapitel 7 entwickelten und nachfolgend validierten Methoden, basierend auf der mathematischen Modellierung, adressiert. Dabei tragen alle Methoden zur Reduktion des Anwendungsaufwands im expliziten Szenario-Projekt bei. Zu einem messbar geringeren Anwendungsaufwand führt dabei insbesondere die Methode zur automatisierten Konsistenzanalyse. Durch die Anwendung der Methode zur automatisierten Konsistenzanalyse kann der Aufwand in der Konsistenzanalyse um bis zu 50% reduziert werden, indem die Hälfte der Konsistenzwerte automatisiert vorgeschlagen werden. Durch die Methode zur parallelen Anwendung der Kriterien der Szenario-Analyse wird die potenzielle Anzahl an Iterationen im Schritt der Szenario-Analyse reduziert. So muss nicht iterativ zwischen der Wahl der Mindestkonsistenzsumme und Distanz bei der Wahl der Szenarien und Cluster der Szenarien vorgegangen werden. Durch die Anwendung der Methode der automatisierten Selektion von Schlüsselfaktoren auf Basis des Page-Rank entfällt zudem der Schritt der Auswahl der Schlüsselfaktoren pro Feld im System Grid, da das Ergebnis der Methode eine eindeutige Reihung der Einflussfaktoren ist. Somit kann durch die Anwendung der entwickelten Methoden in jedem Schritt der Szenario-Technik der Anwendungsaufwand reduziert werden.

Insgesamt ist das Forschungsziel demnach in den Einzelementen erreicht. Die Erreichung des Ziels im Zusammenspiel der Elemente kann ebenfalls positiv bewertet werden. So lag die Bearbeitungsdauer der Szenario-Studie zwischen 4 Stunden (BST GmbH) und zwei Halbtagsworkshops (Automation 2030) und damit unter der Bearbeitungsdauer, die von Reibnitz für eine Szenario-Studie der konsistenzbasierten Schule vorgeschlagen wird (vgl. Kapitel 3.2.3). Gleichzeitig wird die Interpretierbarkeit und Akzeptanz der Ergebnisse durch die Anwender im engeren Sinne in der Betrachtung der Anforderungen A10 und A11 bestätigt und im weiteren Sinne die Ergebnisse durch die Anwender in der Retrospektive bestätigt und gelobt. Somit kann insgesamt das Forschungsziel als erfüllt angesehen werden.



## 10 Zusammenfassung und Ausblick

Das Erkennen der zukünftigen Entwicklungen von Technologien und zugrundeliegender Märkte ist erfolgskritisch für die Platzierung von Produkten am Markt. Methoden der Zukunftsvorausschau bieten die Möglichkeit, Bilder der Zukunft, Szenarien, abzuleiten, um unternehmerische Entscheidungen zu unterstützen. Insbesondere die Szenario-Technik ist eine in der Industrie und Wissenschaft etablierte Methode zur Entwicklung solcher Szenarien. Der Einsatz der Szenario-Technik ist jedoch mit einem hohen Ressourceneinsatz und damit Anwendungsaufwand verbunden. Zur Reduktion des Anwendungsaufwands in der industriellen Praxis wird in dieser Arbeit eine transparente und durchgängige Modellierung der Szenario-Technik entwickelt. Die Modellierung wird dabei in ein Vorgehensmodell der modellbasierten Szenario-Technik, eine mathematische Modellierung und Methoden zur Reduktion des Anwendungsaufwands aufgeteilt.

Das wissenschaftliche Vorgehen basiert auf dem Forschungsprozess von ULRICH, durch den der Anwendungsbezug fokussiert wird. Neben einer Literaturstudie wurden basierend auf dem Forschungsziel in einem bilateralen Forschungsprojekt Handlungsbedarfe für die Szenario-Technik erhoben. Unter Einbezug der industriellen Praxis und des in der Literaturstudie erhobenen Standes der Technik wurden elf Anforderungen an die transparente und durchgängige Modellierung der Szenario-Technik erhoben, die in die Kategorien Input (eine Anforderung), Modell, Modellierung und Methoden (sechs Anforderungen), Anwendung (zwei Anforderungen) und Ergebnis (zwei Anforderungen) unterteilt werden können. Zur Erfüllung der Anforderungen wurden aufeinander aufbauend ein Referenzmodell der Szenario-Technik und Vorgehensmodell der modellbasierten Szenario-Technik entwickelt. Diese Modelle bilden die Szenario-Technik auf beschreibender Ebene vollumfänglich ab. Auf den Zusammenhängen der Artefakte der Szenario-Technik aufbauend wurde die Szenario-Technik mathematisch modelliert und nachfolgend Methoden und Algorithmen zur Reduktion des Anwendungsaufwands abgeleitet. Die Ergebnisse wurden im Rahmen zweier bilateraler Forschungsprojekte, zweier Szenario-Workshops und eines Forschungsprojektes validiert.

In den Validierungsprojekten konnte die Erfüllung aller elf Anforderungen gezeigt werden. Neun Anforderungen sind vollumfänglich und zwei Anforderungen sind mit Einschränkungen erfüllt. Das entwickelte Werkzeug der modellbasierten Szenario-Technik bietet basierend auf der mathematischen Modellierung ein praxistaugliches Tool zur Reduktion des Anwendungsaufwands der Szenario-Technik. Der Anwendungsbereich ist dabei nicht auf isolierte Fragestellungen begrenzt, sondern kann zur Lösung verschiedener Fragestellungen eingesetzt werden. So konnte gezeigt werden, dass die Anwendung sowohl für unternehmensspezifische, praxisnahe Fragestellungen, in Forschungsprojekten und allgemeingültigen Zukunftsstudien möglich ist. Durch die Entwicklung des Werkzeugs der modellbasierten Szenario-Technik werden die entwickelten Ergebnisse industriellen Anwendern zur Verfügung gestellt. Insgesamt kann somit durch die Anwendung des Vorgehensmodells der modellbasierten Szenario-Technik unter

Einsatz der entwickelten Methoden der Anwendungsaufwand der Szenario-Technik in jedem Schritt – insbesondere in der Konsistenzanalyse durch den Vorschlag von der Hälfte an Konsistenzwerten – reduziert werden. Damit wird auf die Zielerfüllung des Forschungsziels geschlossen werden. Dabei fließen auf der Ebene der Anwendung sowohl heuristische Daten als auch Datenreihen in die Anwendung ein und erschließen somit die größtmögliche Bandbreite an Datenquellen.

Das Vorgehen in der Anwendung wird durch ein durchgängiges Vorgehensmodell unterstützt, aus dem anwendungsspezifische Vorgehensmodelle mithilfe des Referenzmodells der Szenario-Technik abgeleitet werden. Insbesondere durch die abgeleitete Standarddramaturgie wird den Anwendern eine gebrauchsfertige Lösung für modellbasierte Szenario-Workshops zur Verfügung gestellt. Die Nutzung der Standarddramaturgie minimiert somit den Einarbeitungsaufwand für neue potenzielle Nutzer der modellbasierten Szenario-Technik.

Neben der Anwendungsebene stellt die Modellierungsebene eine neuartige Herangehensweise an die Szenario-Technik dar. So wurde die Szenario-Technik erstmalig mathematisch modelliert. Auf darstellender Ebene werden so alle Elemente der Szenario-Technik durchgängig modelliert und ermöglichen die Visualisierung des Teilschrittes der Szenario-Technik. So wird beispielsweise die multidimensionale Skalierung genutzt, um erstmalig den Einflussraum und damit alle Einflussfaktoren einer Szenario-Studie zu visualisieren. Diese transparente mathematische Modellierung bietet nun die Voraussetzung, Methoden zur Reduktion des Anwendungsaufwands zu entwickeln. Insbesondere durch den Algorithmus der automatisierten Konsistenzanalyse wird der Anwendungsaufwand um bis zu 50% reduziert, während durch die Mehrzieloptimierung der Szenario-Technik Szenarien hinsichtlich Unterschiedlichkeit und Konsistenz parallel und nicht sequenziell gewählt werden können, um gesamtoptimale Szenarien zur Anwendung vorzuschlagen.

Die Anwendbarkeit des Vorgehens der modellbasierten Szenario-Technik auf Basis der mathematischen Modellierung in der industriellen Praxis ist gesamthaft in verschiedenen Szenario-Studien bestätigt worden. Die Anwendung der modellbasierte Szenario-Technik in sowohl Ein- als auch Mehrtagesworkshops führte bei den jeweiligen Auftraggebern zu hoher Zufriedenheit und Akzeptanz der Ergebnisse. Der entwickelte Ansatz der modellbasierten Szenario-Technik stellt somit die Verwendung der Ergebnisse der Szenario-Studien im Unternehmenskontext sicher.

Durch die mathematische Modellierung wurde zudem wissenschaftlich der Grundstein gelegt, sowohl bestehende Methoden der Szenario-Technik weiterzuentwickeln als auch neue Methoden und Algorithmen zu definieren. Das Verfahren der Mehrzieloptimierung wurde in dieser Form erstmalig definiert und der Ansatz zur Berechnung optimaler Szenarien bietet aufgrund der intuitiven Herangehensweise Optimierungspotenziale. Der Einsatz intelligenter Verfahren zur Generierung der zu betrachtenden zulässigen Punkte verspricht die Reduktion des Rechenaufwands: So können beispielsweise die benötigten

zulässigen Punkte von einem ersten Optimum aus generiert werden, um so weitere Pareto-Optima entlang der Pareto-Front zu suchen.

Die Zielfunktion der Mehrzieloptimierung ist derzeit lediglich für die Konsistenz und die Distanz von Szenarien formuliert. Die Erweiterung um eine Zielfunktion der Stabilität und Wahrscheinlichkeit als auch der Bedarf nach einem bisher nicht bekannten oder gewählten Kriterium der Szenario-Auswahl ist zu prüfen. Durch die Einbindung dieser Kriterien können Aufgaben der Szenario-Schritte „Transfer“ in die Szenario-Definition integriert und im Weiteren automatisiert werden. Dies führt zu einer weiteren Reduktion des Anwendungsaufwands.

Zusammengefasst steht für die Forschung eine Modellierung zur Verfügung, die alle Zusammenhänge der Szenario-Technik sowohl transparent und nachvollziehbar abbildet als auch visualisiert. Somit ist die Grundlage gegeben, durch die Definition neuer Methoden und Algorithmen, den Anwendungsaufwand weiter zu reduzieren. Für die industrielle Praxis hingegen wurde ein Werkzeug der Szenario-Technik entwickelt und erprobt, das unter hoher Akzeptanz der Ergebnisse die erfolgreiche Platzierung neuer Produkte am Markt ermöglicht.





## Literaturverzeichnis

- [ADJ13] AMER, M.; DAIM, T. U.; JETTER, A.: A review of scenario planning. In *Futures*, 46 2013; S. 23–40.
- [AGM99] ARCADE, J. et al.: Structural analysis with the MICMAC method & Actors' strategy with the MACTOR method. In: *Futures Research Methodology: American Council for the United Nations University: The Millennium Project*, 1999; S. 1–69.
- [AHT18] ACAMPORA, G. et al.: A multi-objective evolutionary approach to training set selection for support vector machine. In *Knowledge-Based Systems*, 147 2018; S. 94–108.
- [Bar15] BARTSCH, S.: Ein Referenzmodell zum Wertbeitrag der IT. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2015.
- [BBv01] Beck, K.; Beedle, M.; van Bennekum, A.; Cockburn, A.; Cunningham, W.; Fowler, M.; Grenning, J.; Highsmith, J.; Hunt, A.; Jeffries, R.; Kern, J.; Marick, B.; Martin, R. C.; Mellor, S.; Schwaber, K.; Sutherland, J.; Thomas Dave: Manifesto for Agile Software Development. <http://agilemanifesto.org/>, 01.02.2018.
- [BC09] BLESSING, L. T. M.; CHAKRABARTI, A.: *DRM – a Design Research Methodology*. Springer London, Guildford, Surrey, 2009.
- [BD14] BRINER, R. B.; DENYER, D.: Systematic review and evidence synthesis as a practice and scholarship tool. In: Rousseau, D. M.: *The Oxford handbook of evidence-based management*. Oxford University Press, Oxford, New York, 2014; S. 112–129.
- [Bec83] BECKER, H. S.: Tool of Growing Importance uo Policy Analysts in Government and Industry. In *Technological Forecasting and Social Change* 1983 23; S. 95–120.
- [Bez10] BEZOLD, C.: Lessons from using scenarios for strategic foresight. In *Technological Forecasting and Social Change*, 77 2010 9; S. 1513–1518.
- [BGP09] BÉRUBÉ, J.-F.; GENDREAU, M.; POTVIN, J.-Y.: An exact -constraint method for bi-objective combinatorial optimization problems – Application to the Traveling Salesman Problem with Profits. In *European Journal of Operational Research*, 194 2009 1; S. 39–50.
- [BL06] BRYAN, K.; LEISE, T.: The \$25,000,000,000 Eigenvector – The Linear Algebra behind Google. In *SIAM Review*, 48 2006 3; S. 569–581.
- [BP98] BRIN, S.; PAGE, L.: The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine. In *Computer Networks and ISDN Systems*, 30 1998 1-7; S. 107–117.
- [BPB17] BOURGEOIS, R. et al.: Foresight for all – Co-elaborative scenario building and empowerment. In *Technological Forecasting and Social Change*, 124 2017; S. 178–188.
- [BRS99] BECKER, J.; ROSEMAN, M.; SCHÜTTE, R.: *Referenzmodellierung*. Physica-Verlag HD, Heidelberg, 1999.

- [BWB05] BRADFIELD, R. et al.: The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning. In *Futures*, 37 2005 8; S. 795–812.
- [CL01] CHERMACK, T. J.; LYNHAM, S. A.: Definitions and Outcome Variables of Scenario Planning: *Futures Research Quarterly*, 2001; S. 7–31.
- [dHD00] DO PRADO LEITE, J. C. S. et al.: A Scenario Construction Process. In *Requirements Engineering*, 5 2000 1; S. 38–61.
- [Dir20] DIRZUS, D.: Automation 2030 – Wie wollen wir unsere Zukunft gestalten? In *atp magazin*, 62 2020 6-7; S. 16–20.
- [Dön08] DÖNITZ, E. J.: Effizientere Szenariotechnik durch teilautomatische Generierung von Konsistenzmatrizen – Empirie, Konzeption, Fuzzy- und Neuro-Fuzzy-Ansätze. Dissertation, Universität Bremen, Bremen. Prüfer: Möhrle, Martin G. 2008.
- [DPA02] DEB, K. et al.: A fast and elitist multiobjective genetic algorithm – NSGA-II. In *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 6 2002 2; S. 182–197.
- [DT09] DENYER, D.; TRANFIELD, D.: Producing a systematic review. In: Buchanan, D. A.: *The Sage handbook of organizational research methods*. SAGE, Los Angeles, Calif., 2009; S. 671–689.
- [Dud20] Dudenverlag: Duden - Die deutsche Rechtschreibung – Auf der Grundlage der aktuellen amtlichen Rechtschreibregeln. Dudenverlag, Berlin, 2020.
- [DW17] DERBYSHIRE, J.; WRIGHT, G.: Augmenting the intuitive logics scenario planning method for a more comprehensive analysis of causation. In *International Journal of Forecasting*, 33 2017 1; S. 254–266.
- [Ehr05] EHRGOTT, M.: *Multicriteria Optimization*. Springer Berlin · Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2005.
- [EM13] EHRENSPIEL, K.; MEERKAMM, H.: *Integrierte Produktentwicklung – Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit*. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 2013.
- [Eng19] ENGLERT, G.: Definition einer Berechnungsvorschrift für Konsistenzwerte in der Szenario-Technik. Studienarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Prüfer: Gräßler, Iris. Betreuer: Thiele, Henrik 2019.
- [Enz80] ENZER, S.: INTERAX—an interactive model for studying future business environments: Part I. In *Technological Forecasting and Social Change*, 17 1980; S. 141–159.
- [Epp81] EPPINK, D. J.: Futures research: Is it used? In *Long Range Planning* 1981 2; S. 33–36.
- [Eur19] European Commission: EnhANCing emergencY management and response to extreme WeatHER and climate Events. doi.org/10.3030/700099.
- [Fer22] FERGNANI, A.: Corporate Foresight: A New Frontier for Strategy and Management. In *Academy of Management Perspectives*, 36 2022 2; S. 820–844.

- [FLT06] FU, H.-H.; LIN, D. K. J.; TSAI, H.-T.: Damping factor in Google page ranking. In *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 22 2006 5-6; S. 431–444.
- [FS16] FINK, A.; SIEBE, A.: *Szenario-Management – Von strategischem Vorausdenken zu zukunftsrobusten Entscheidungen*. Campus Verlag, Frankfurt, New York, 2016.
- [FS97] FELDMANN, R.; SENSEN, N.: *Efficient Algorithms for the Consistency Analysis in Scenario Projects*. Technical Report, Universität Gesamthochschule Paderborn, Paderborn 1997.
- [GBB20] GRÄBLER, I. et al.: Which future do we want? It's up to us! – 4 future scenarios for automation 2030. In *at - Automatisierungstechnik*, 68 2020 6; S. 500–507.
- [GBC16] GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A.: *Deep learning*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 2016.
- [GBG74] GORDON, T. J.; BECKER, H. S.; GERJUOY, H.: *Trend-Impact Analysis – A New Forecasting Tool*. The Futures Group, Glastonbury, Connecticut, 1974.
- [GFS96] GAUSEMEIER, J.; FINK, A.; SCHLAKE, O.: *Szenario-Management – Planen und Führen mit Szenarien*. Hanser, München, Wien, 1996.
- [GH68] GORDON, T. J.; HAYWARD, H.: Initial experiments with the cross impact matrix method of forecasting. In *Futures*, 1 1968 2; S. 100–116.
- [GH83] GESCHKA, H.; HAMMER, R.: Die Szenariotechnik in der strategischen Unternehmensplanung. In: Hahn, D.; Taylor, B.: *Strategische Unternehmensplanung*. Springer, Würzburg, 1983; S. 464–489.
- [GK18] GREVE, E.; KRAUSE, D.: An assessment of methods to support the design of future robust modular product architectures. In: *Design Society: Proceedings of the 15th International Design Conference*. Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb, Croatia; The Design Society, Glasgow, UK, 2018; S. 335–346.
- [God90] GODET, M.: Integration of scenarios and strategic management: using relevant, consistent and likely scenarios. In *Futures*, 22 1990; S. 730–739.
- [Gor94a] GORDON, T. J.: *Trend Impact Analysis: AC/UNU Millenium Project*, 1994a; S. 1–9.
- [Gor94b] GORDON, T. J.: *Cross impact method*. In *Futures Research Methodology* 1994b; S. 1–18.
- [Göt06] GÖTZE, U.: *Cross-Impact-Analyse zur Bildung und Auswertung von Szenarien*. In: Wilms, F.: *Szenariotechnik. Vom Umgang mit der Zukunft*. Haupt, Bern, Stuttgart, Wien, 2006; S. 145–182.
- [Göt93] GÖTZE, U.: *Szenario-Technik in der strategischen Unternehmensplanung*. Dt. Univ.-Verl. [u.a.], Wiesbaden, 1993.
- [GP22] GRÄBLER, I.; POTTEBAUM, J.: From Agile Strategic Foresight to Sustainable Mechatronic and Cyber-Physical Systems in Circular Economies. In: Krause, D.; Heyden, E.: *Design Methodology for Future Products*. Springer International Publishing, Cham, 2022; S. 3–26.

- [GPS17] GRÄBLER, I.; POTTEBAUM, J.; SCHOLLE, P.: Integrated Process and Data Model for Agile Strategic Planning. In: Vajna, S.: 11th International Workshop on Integrated Design Engineering, 2017; S. 1–12.
- [Grä00] GRÄBLER, I.: Informations- und zeitbasiertes Controlling einer integrierten Konstruktion und Arbeitsplanung. Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Aachen. Prüfer: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Dr. techn. h. c. (N) Walter Eversheim 2000.
- [Grä15] GRÄBLER, I.: Umsetzungsorientierte Synthese mechatronischer Referenzmodelle – Implementation-oriented synthesis of mechatronic reference models. In: VDI - Verein Deutscher Ingenieure: Konferenzband der VDI Mechatronik. Fachtagung Mechatronik 2015, 2015; S. 167–172.
- [Grä16] GRÄBLER, I.: Modellbasierte Produktentstehung – mit innovativen Geschäftsmodellen zum Markterfolg. Antrittsvorlesung Lehrstuhl für Produktentstehung, Paderborn.
- [Gre19] GREWE, B.: Vervollständigung lückenhafter Zeitreihen zur automatischen Detektion von Einflusswerten in der Szenario-Technik. Bachelorarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Prüfer: Gräßler, Iris. Betreuer: Thiele, Henrik; Scholle, Philipp 2019.
- [Gri15] GRIENITZ, V.: Integrierte szenariobasierte Produkt- und Produktionssystementwicklung – Ein Beitrag zum Systems Engineering. Habilitation, Universität Siegen, Siegen 2015.
- [Gri18] GRIENITZ, V.: Integrierte szenariobasierte Produkt- und Produktionssystementwicklung – Ein Beitrag zum Systems Engineering. Universitätsbibliothek der Universität Siegen, Siegen, 2018.
- [GS09] GRIENITZ, V.; SCHMIDT, A.-M.: Weiterentwicklung der Konsistenzanalyse auf Basis evolutionärer Strategien für die Entwicklung von Markt- und Umfeldszenarien. In: Gausemeier, J.: Vorausschau und Technologieplanung. Universität Paderborn, Paderborn, 2009; S. 409–433.
- [GS10] GRIENITZ, V.; SCHMIDT, A.-M.: Gewichtete Konsistenzberechnung - Kopplung von Systemanalyse und Szenarioerstellung. In: Gausemeier, J.: Vorausschau und Technologieplanung. Universität Paderborn, Paderborn, 2010; S. 1–21.
- [GST19] GRÄBLER, I.; SCHOLLE, P.; THIELE, H.: Strategische Planung in Plattformen und Eco-Systemen mittels Szenario-Technik. In: Bertram, T. et al.: Fachtagung Mechatronik 2019, Paderborn, 2019; S. 127–132.
- [GST20a] GRÄBLER, I.; SCHOLLE, P.; THIELE, H.: Improving scenario-technique by a semi-automatized consistency assessment based on pattern recognition by artificial neural networks. In: Design Society: Proceedings of the 16th International Design Conference. Cambridge University Press, Cambridge, 2020a; S. 147–156.
- [GST20b] GRÄBLER, I.; SCHOLLE, P.; THIELE, H.: Semi-automatized consistency assessment in Scenario-Technique – Generic consistency patterns and user types. In: The International

- Society for Professional Innovation Management (ISPIM): ISPIM Conference Proceedings, Manchester, 2020b; S. 1–13.
- [GTD21] GRÄBLER, I.; THIELE, H.; DIRZUS, D.: Automation 2030 – Zukunft gestalten. Szenarien und Empfehlungen. VDI, Düsseldorf, 2021.
- [GTS19] GRÄBLER, I.; THIELE, H.; SCHOLLE, P.: Methode zur Einflussanalyse in der Szenario-Technik auf Basis gerichteter Graphen. In: Design Society: DFX 2019. Proceedings of the 30th Symposium Design for X. The Design Society, 2019.
- [GTS20] GRÄBLER, I.; THIELE, H.; SCHOLLE, P.: Assessing the Future – Methods and Criteria. In: Design Society: Proceedings of the 16th International Design Conference. Cambridge University Press, Cambridge, 2020; S. 569–576.
- [GTS22] GRÄBLER, I.; THIELE, H.; SCHOLLE, P.: Szenario-Technik. In: Vajna, S.: Integrated Design Engineering. Ein interdisziplinäres Modell für die ganzheitliche Produktentwicklung. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2022; S. 689–717.
- [GTT22] GRÄBLER, I. et al.: Literature study on the potential of Artificial Intelligence in Scenario-Technique. In: The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM): ISPIM Conference Proceedings, 2022; S. 1–14.
- [Ham13] HAMRAZ, B.: Engineering change modelling using a function-behaviour-structure scheme. Apollo - University of Cambridge Repository, University of Cambridge, Cambridge. Prüfer: Clarkson, John 2013.
- [Hem18] HEMMINGER, A.: Definition eines Gütemaßes und Handlungsempfehlungen für die Bewertung der Konsistenzmatrizen in der Szenario-Technik. Studienarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Prüfer: Gräßler, Iris. Betreuer: Thiele, Henrik 2018.
- [HH87] HUSS, W. R.; HONTON, E. J.: Scenario planning—What style should you use? In Long Range Planning, 20 1987 4; S. 21–29.
- [Hof14] HOFFMANN, O.: Innovation neu denken. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2014.
- [Hof99] HOFMEISTER, P.: Evolutionäre Szenarien – Dynamische Konstruktion alternativer Zukunftsbilder mit unscharfen Regelbasen. Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Aachen 1999.
- [HP19] HARTSON, R.; PYLA, P.: The UX Book. Elsevier, 2019.
- [HTK17] HUSSAIN, M.; TAPINOS, E.; KNIGHT, L.: Scenario-driven roadmapping for technology foresight. In Technological Forecasting and Social Change, 124 2017; S. 160–177.
- [JF05] JOGLEKAR, N. R.; FORD, D. N.: Product development resource allocation with foresight. In European Journal of Operational Research, 160 2005 1; S. 72–87.
- [Kir21] KIRCHBERG, L.: Erarbeitung eines Meta-Modells für Szenario-Technik Prozesse. Bachelorarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Prüfer: Gräßler, Iris. Betreuer: Thiele, Henrik 2021.

- [KM92] KRYSTEK, U.; MÜLLER-STEWENS, G.: Frühaufklärung für Unternehmen – Identifikation und Handhabung zukünftiger Chancen und Bedrohungen. Poeschel C E, Stuttgart, 1992.
- [Kol77] KOLMOGOROV, A. N.: Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Springer, Berlin, 1977.
- [Kre09] KREIMEYER, M. F.: A Structural Measurement System for Engineering Design Processes. Dissertation, Technischen Universität München, München. Prüfer: Lindemann, Udo 2009.
- [KS08] KEOUGH, S. M.; SHANAHAN, K. J.: Scenario Planning: Toward a More Complete Model for Practice. In *Advances in Developing Human Resources*, 10 2008 2; S. 166–178.
- [KW67] KAHN, H.; WIENER, A. J.: year 2000; a framework for speculation on the next thirty-three years. Macmillan, 1967.
- [LF09] LINSS, V.; FRIED, A.: Advanced Impact Analysis: the ADVIAN® method - an enhanced approach for the analysis of impact strengths with the consideration of indirect relations, Chemnitz.
- [LF10] LINSS, V.; FRIED, A.: The ADVIAN® classification — A new classification approach for the rating of impact factors. In *Technological Forecasting and Social Change*, 77 2010 1; S. 110–119.
- [Lic05] LICHTENTHALER, E.: The choice of technology intelligence methods in multinationals – Towards a contingency approach. In *International Journal of Technology Management*, 32 2005 3/4; S. 388.
- [Llo82] LLOYD, S.: Least squares quantization in PCM. In *IEEE Transactions on Information Theory*, 28 1982 2; S. 129–137.
- [Mar21] MARTHALER, F.: Zukunftsorientierte Produktentwicklung – Eine Systematik zur Ableitung von generationsübergreifenden Zielsystemen zukünftiger Produktgenerationen durch strategische Vorausschau. Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe. Prüfer: Albers, Albert 2021.
- [Mey92] MEYER-SCHÖNHERR, M.: Szenario-Technik als Instrument der strategischen Planung. Verl. Wiss. und Praxis, Ludwigsburg, 1992.
- [Mil03] MILLETT, S. M.: The future of scenarios: challenges and opportunities. In *Strategy & Leadership*, 31 2003 2; S. 16–24.
- [Miß93] MIBLER-BEHR, M.: Methoden der Szenarioanalyse. Dissertation, Universität Augsburg, Augsburg. Prüfer: Opitz, Otto 1993.
- [MK11] Moosbrugger, H.; Kelava, A. Hrsg.: Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2011.
- [MR05] MIETZNER, D.; REGER, G.: Advantages and Disadvantages of Scenario Approaches for Strategic Foresight. In *International Journal Technology and Intelligence Planing*, 1 2005 2; S. 220–239.

- [MS17] MACKAY, R. B.; STOYANOVA, V.: Scenario planning with a sociological eye: Augmenting the intuitive logics approach to understanding the Future of Scotland and the UK. In *Technological Forecasting and Social Change*, 124 2017; S. 88–100.
- [Nan82] NANUS, B.: QUEST—Quick Environmental Scanning Technique: Long Range Planning, 1982; S. 39–45.
- [NWW85] NITZSCH, R. von; WEBER, M.; WIETHEGER, D.: KONMACA - Ein Programmsystem zur Unterstützung der Szenarioanalyse. In *Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftswissenschaften* 1985 3; S. 1–56.
- [PG16] POTTEBAUM, J.; GRÄBLER, I.: Reliable Input for Strategic Planning: The Integrated Scenario Data Model. In: Villmer, F.-J.; Padoanao, E.: *Proceedings of 6th International Conference Production Engineering and Management*, 2016; S. 99–110.
- [Pil08] PILLKAHN, U.: *Using Trends and Scenarios as Tools for Strategy Development*. Wiley-VCH, Hoboken, 2008.
- [PPL17] PEREVERZA, K. et al.: Strategic planning for sustainable heating in cities: A morphological method for scenario development and selection. In *Applied Energy*, 186 2017; S. 115–125.
- [RBH15] ROHRBECK, R.; BATTISTELLA, C.; HUIZINGH, E.: Corporate foresight: An emerging field with a rich tradition. In *Technological Forecasting and Social Change*, 101 2015; S. 1–9.
- [Rei92] REIBNITZ, U. von: *Szenario-Technik*. Gabler Verlag, Wiesbaden, 1992.
- [RG11] ROHRBECK, R.; GEMÜNDEN, H. G.: Corporate foresight: Its three roles in enhancing the innovation capacity of a firm. In *Technological Forecasting and Social Change*, 78 2011 2; S. 231–243.
- [RS14] RUPP, C.; SOPHIST, Gesellschaft für Innovatives Software-Engineering: *Requirements-Engineering und -Management – Aus der Praxis von klassisch bis agil*. Hanser, München, 2014.
- [Sch95a] SCHLANGE, L. E.: Linking futures research methodologies. In *Futures*, 27 1995a 8; S. 823–838.
- [Sch95b] SCHOEMAKER, P.: Scenario planning: a tool for strategic thinking. In *Sloan Management Review*, 36 1995b; S. 25–40.
- [Sch96] SCHWARTZ, P.: *The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World*. Currency Doubleday, New York, 1996.
- [Sch99] SCHLAKE, O.: *Verfahren zur kooperativen Szenario-Erstellung in Industrieunternehmen*. Dissertation, Gesamthochschule Paderborn, Paderborn. Prüfer: Gausemeier, Jürgen 1999.
- [Sen97] SENSEN, N.: *Konsistenzanalyse beim Szenario-Management – Ein Existenz-, Zähl- und Optimierungsproblem*. Diplomarbeit, Universität Gesamthochschule Paderborn, Paderborn 1997.

- [Sie18] SIEFERS, C.-F.: Automatische Detektion von Einflusswerten in der Szenario-Technik. Studienarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Prüfer: Gräßler, Iris. Betreuer: Scholle, Philipp; Thiele, Henrik 2018.
- [SRR19] SCHWARZ, J. O.; RAM, C.; ROHRBECK, R.: Combining scenario planning and business wargaming to better anticipate future competitive dynamics. In *Futures*, 105 2019; S. 133–142.
- [Tho06] THOMAS, O.: Das Referenzmodellverständnis in der Wirtschaftsinformatik Historie, Literaturanalyse und Begriffsexplikation. Universität des Saarlandes.
- [TK73] TVERSKY, A.; KAHNEMAN, D.: Availability: A heuristic for judging frequency and probability. In *Cognitive Psychology*, 5 1973 2; S. 207–232.
- [Ulr81] ULRICH, H.: Anwendungsorientierte Wissenschaft. In: Geist, M. N.; Köhler, R.: *Die Führung des Betriebs*. Carl Ernst Pöschel Verlag GmbH, Stuttgart, 1981; S. 1–21.
- [van05] VAN DER HEIJDEN, K.: *Scenarios – The art of strategic conversation*. John Wiley & Sons, Chichester, West Sussex, Hoboken, N.J., 2005.
- [VDI19] VDI - Verein Deutscher Ingenieure: VDI 2221: Entwicklung technischer Produkte und Systeme – Modell der Produktentwicklung. Beuth Verlag, Düsseldorf.
- [Wac85a] WACK, P.: Scenarios: Uncharted Waters Ahead. In *Harvard Business Review* 1985a 62; S. 73–89.
- [Wac85b] WACK, P.: Scenarios: Shooting the Rapids. In *Harvard Business Review* 1985b 63; S. 139–150.
- [Wal16] WALZ, G.: *Lexikon der Mathematik – Eig bis Inn*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2016.
- [Wat06] WATTY, R.: Methodik zur Produktentwicklung in der Mikrosystemtechnik. Dissertation, Universität Stuttgart, Stuttgart. Prüfer: Binz, Hansgeorg 2006.
- [Wic17] WICKEL, M. C.: Änderungen besser managen. Dissertation, TU München, München. Prüfer: Lindemann, Udo 2017.
- [Wit85] WITZEL, A.: Das problemzentrierte Interview. In: Jüttemann, G.: *Qualitative Forschung in der Psychologie. Grundfragen, Verfahrensweisen, Anwendungsfelder*. Beltz, Weinheim, 1985; S. 227–255.
- [Zip16] ZIPPEL, C.: *Die Bedeutung von Post Market-Management in der Medizintechnik*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2016.



## Zitation aus studentischen Arbeiten

Die nachstehend aufgeführten studentischen Arbeiten wurden im Kontext der vorliegenden Dissertation am Lehrstuhl für Produktentstehung der Universität Paderborn angefertigt. Die Definition der Zielsetzung, die Bearbeitung sowie die Auswertung, Interpretation und Visualisierung von Ergebnissen erfolgten unter wissenschaftlicher Anleitung der Betreuer Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler und Henrik Thiele. Ich habe die verwendeten Arbeiten entsprechend der Regelung „Zitation aus studentischen Arbeiten in Dissertationen“ zitiert.

- [Eng19] ENGLERT, G.: Definition einer Berechnungsvorschrift für Konsistenzwerte in der Szenario-Technik. Studienarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Gutachterin: Gräßler, Iris. Betreuer: Thiele, Henrik; 2019.
- [Gre19] GREWE, B.: Vervollständigung lückenhafter Zeitreihen zur automatischen Detektion von Einflusswerten in der Szenario-Technik. Bachelorarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Gutachterin: Gräßler, Iris. Betreuer: Thiele, Henrik; Scholle, Philipp 2019.
- [Gre20] GREWE, B.: Einsatz einer Künstlichen Intelligenz in der Szenario-Technik. Studienarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Gutachterin: Gräßler, Iris. Betreuer: Thiele, Henrik 2020.
- [Han19] HANDEL, C.: Evaluation von Strategien von Produktinnovationen mittels Szenario-Technik. Masterarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Gutachterin: Gräßler, Iris. Betreuer: Thiele, Henrik 2019.
- [Hem18] HEMMINGER, A.: Definition eines Gütemaßes und Handlungsempfehlungen für die Bewertung der Konsistenzmatritzen in der Szenario-Technik. Studienarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Gutachterin: Gräßler, Iris. Betreuer: Thiele, Henrik 2018.
- [Hin20] HINZ, V.: Systematische Ermittlung relevanter Kriterien zur effektiven Identifizierung von Szenarien im Kontext der strategischen Planung. Studienarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Gutachterin: Gräßler, Iris. Betreuer: Thiele, Henrik 2020.
- [Kai21] KAISER, J.: Integration von Methoden der Zukunftsvorausschau in die VDI 2206. Studienarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Gutachterin: Gräßler, Iris. Betreuer: Thiele, Henrik 2021.
- [Kir21] KIRCHBERG, L.: Erarbeitung eines Meta-Modells für Szenario-Technik Prozesse. Bachelorarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Gutachterin: Gräßler, Iris. Betreuer: Thiele, Henrik 2021.
- [Puc18] PUCHINGER, C.: Potenziale Strategischer Planung mittels Crowd-Ansätzen. Studienarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Gutachterin: Gräßler, Iris. Betreuer: Thiele, Henrik 2018.
- [Rei22] REINLÄNDER, J.: Potenziale der Visualisierung in der automatisierten Szenario-Technik. Studienarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Gutachterin: Gräßler, Iris. Betreuer: Thiele, Henrik; Grewe, Benedikt 2022.

- [Sch20] SCHNELLEN, F.: Clusteralgorithmen für gerichtete Graphen in der Einflussanalyse. Studienarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Gutachterin: Gräßler, Iris. Betreuer: Thiele, Henrik 2020.
- [Sie18] SIEFERS, C.-F.: Automatische Detektion von Einflusswerten in der Szenario-Technik. Studienarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Gutachterin: Gräßler, Iris. Betreuer: Scholle, Philipp; Thiele, Henrik 2018.
- [Sti18] STICHT, M.: Entwicklung eines Algorithmus zur Berücksichtigung der Einflusswerte im Szenario-Management. Bachelorarbeit, Universität Paderborn, Paderborn. Gutachterin: Gräßler, Iris. Betreuer: Scholle, Philipp; Thiele, Henrik: Gräßler, Iris 2018.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift

## Anhang

<b>A1</b>	<b>Vergleich der Vorgehensmodelle der Szenario-Technik.....</b>	<b>145</b>
<b>A2</b>	<b>Forschungsprozess nach ULRICH .....</b>	<b>146</b>
<b>A3</b>	<b>Literaturrecherche Referenzmodell .....</b>	<b>147</b>
<b>A4</b>	<b>Vollständige Liste der untersuchten Vorgehensmodelle.....</b>	<b>179</b>
<b>A5</b>	<b>Vergleichsmodelle der Szenario-Technik.....</b>	<b>213</b>
<b>A6</b>	<b>Vollständiges Referenzmodell.....</b>	<b>235</b>
<b>A7</b>	<b>Vollständiges Integriertes Szenario-Datenmodell .....</b>	<b>239</b>
<b>A8</b>	<b>Mathematische Exkursionen .....</b>	<b>240</b>
A8.1	Dimensionalität der Einflussraums .....	240
A8.2	Multidimensionale Skalierung .....	240
<b>A9</b>	<b>Anwendungsbeispiel europäischer Wirtschaftsraum .....</b>	<b>241</b>
A9.1.1	Rohdaten .....	241
A9.1.2	Abstände der Multidimensionalen Skalierung .....	243
A9.1.2.1	Einflussraum .....	243
A9.1.2.2	Szenario-Raum.....	243
A9.1.3	Konsistenzmatrix Anwendungsbeispiel .....	244
A9.1.4	Szenarien des Anwendungsbeispiels.....	245
<b>A10</b>	<b>Methoden der Einfluss- und Konsistenzanalyse .....</b>	<b>247</b>
A10.1	Methode zur Prüfung eines kausalen Zusammenhangs in der Einflussanalyse aus [Sie18].....	247

---

A10.2	Programmablauf zur Vervollständigung Datenreihen aus [Gre19].....	248
<b>A11</b>	<b>Experteninterviews.....</b>	<b>249</b>
A11.1	Interview Dr.-Ing. Dagmar Dirzus .....	249
A11.2	Interview Ingo Ellerbrock (BST GmbH).....	253
A11.3	Interview Dr.-Ing Kurt Bettenhausen.....	256
<b>A12</b>	<b>Daten der Verifikationsprojekte.....</b>	<b>259</b>
A12.1	Forschungsprojekt (ANYWHERE) .....	259
A12.1.1	Einflussfaktoren und Projektionen.....	259
A12.1.2	Konsistenzmatrizen.....	264
A12.2	Szenario-Workshop 1 (Automation 2030).....	320
A12.3	Validierungs-Workshop der Automation 2030 .....	332
A12.4	Szenario-Workshop 2 (eMBA RWTH) .....	339
<b>A13</b>	<b>Erläuterung des Szenario-Technik Tools Kurzanleitung Softwaretool der modellbasierten Szenario-Technik.....</b>	<b>347</b>
<b>A14</b>	<b>Standarddramaturgie Szenario-Technik.....</b>	<b>357</b>
<b>A15</b>	<b>Vorlage der Szenario-Interpretation.....</b>	<b>363</b>

## A1 Vergleich der Vorgehensmodelle der Szenario-Technik

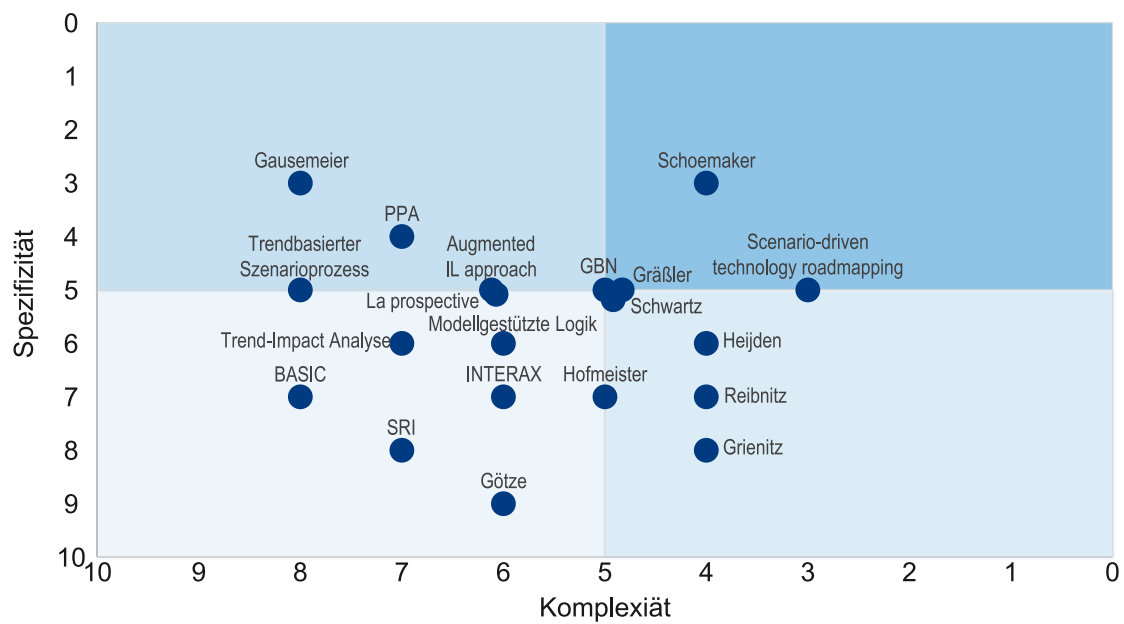


Bild 49: Vergleich der Vorgehensmodelle der Szenario-Technik bezüglich Komplexität und Spezifität (eigene Darstellung)

## A2 Forschungsprozess nach ULRICH

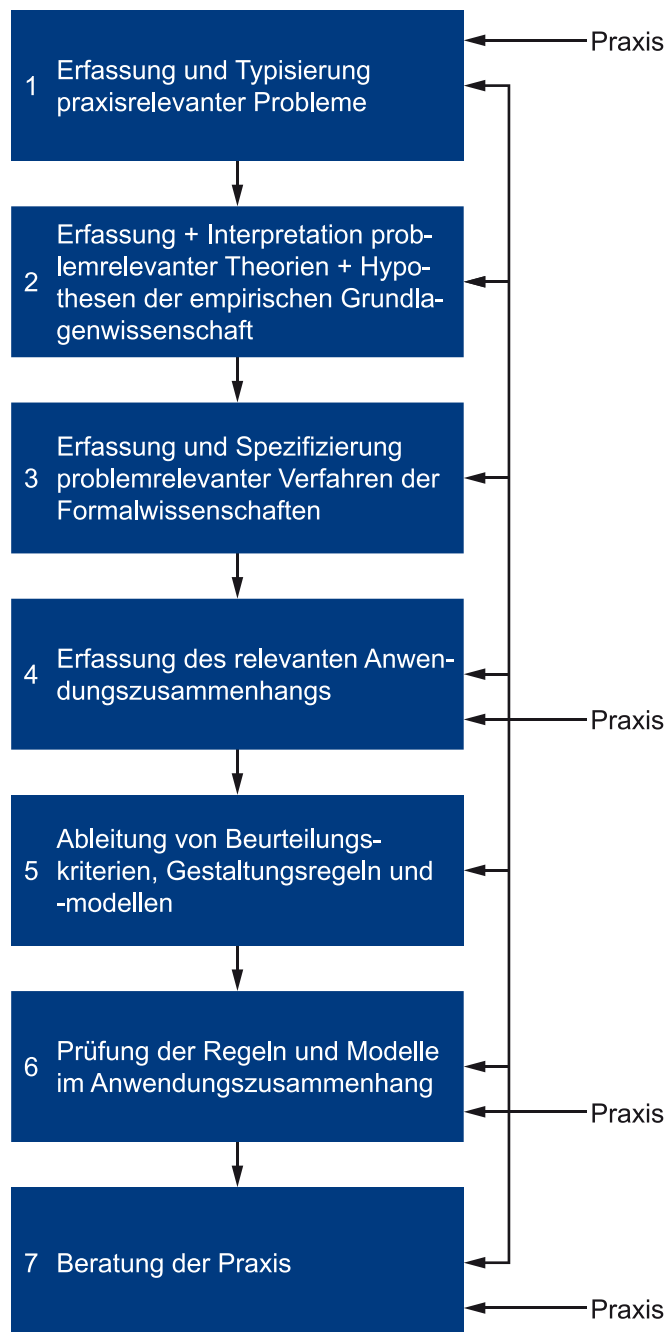


Bild 50: Forschungsprozess nach ULRICH [ULR81, S. 20]

## A3      Literaturrecherche Referenzmodell

### Term 1

#### Methode

Ba, Rui; Deng, Qing; Liu, Yi; Yang, Rui; Zhang, Hui (2021): Multi-hazard disaster scenario method and emergency management for urban resilience by integrating experiment–simulation–field data. In: *Journal of Safety Science and Resilience* 2 (2), S. 77–89. DOI: 10.1016/j.jnlssr.2021.05.002.

Bowman, Gary; MacKay, R. Bradley; Masrani, Swapnesh; McKiernan, Peter (2013): Storytelling and the scenario process: Understanding success and failure. In: *Technological Forecasting and Social Change* 80 (4), S. 735–748. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.04.009.

Bradfield, Ron; Cairns, George; Wright, George (2015): Teaching scenario analysis—An action learning pedagogy. In: *Technological Forecasting and Social Change* 100, S. 44–52. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.05.005.

Cairns, George; Ahmed, Iftekhar; Mullett, Jane; Wright, George (2013): Scenario method and stakeholder engagement: Critical reflections on a climate change scenarios case study. In: *Technological Forecasting and Social Change* 80 (1), S. 1–10. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.08.005.

Cairns, George; Goodwin, Paul; Wright, George (2016): A decision-analysis-based framework for analysing stakeholder behaviour in scenario planning. In: *European Journal of Operational Research* 249 (3), S. 1050–1062. DOI: 10.1016/j.ejor.2015.07.033.

Cairns, George; Śliwa, Martyna; Wright, George (2010): Problematizing international business futures through a ‘critical scenario method’. In: *Futures* 42 (9), S. 971–979. DOI: 10.1016/j.futures.2010.08.016.

Cairns, George; Wright, George; Fairbrother, Peter (2016): Promoting articulated action from diverse stakeholders in response to public policy scenarios: A case analysis of the use of ‘scenario improvisation’ method. In: *Technological Forecasting and Social Change* 103, S. 97–108. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.10.009.

Cairns, George; Wright, George; van der Heijden, Kees; Bradfield, Ron; Burt, George (2006): Enhancing foresight between multiple agencies: Issues in the use of scenario thinking to overcome fragmentation. In: *Futures* 38 (8), S. 1010–1025. DOI: 10.1016/j.futures.2005.12.020.

DuMoulin, Hans; Eyre, John (1979): Energy scenarios a learning process. In: *Energy Economics* 1 (2), S. 76–86. DOI: 10.1016/0140-9883(79)90031-8.

Godet, Michel (1986): Introduction to la prospective: Seven key ideas and one scenario method. In: *Futures* 18 (2), S. 134–157. DOI: 10.1016/0016-3287(86)90094-7.

Godet, Michel (1990): Integration of scenarios and strategic management: Using relevant, consistent and likely scenarios. In: *Futures* 22 (7), S. 730–739. DOI: 10.1016/0016-3287(90)90029-H.

Ilmola, Leena; Rovenskaya, Elena (2016): Three experiments: The exploration of unknown unknowns in foresight. In: *Technological Forecasting and Social Change* 106, S. 85–100. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.12.015.

Jouvenel, Hugues de (2000): A Brief Methodological Guide to Scenario Building. In: *Technological Forecasting and Social Change* 65 (1), S. 37–48. DOI: 10.1016/S0040-1625(99)00123-7.

Kröger, Melanie; Schäfer, Martina (2016): Scenario development as a tool for interdisciplinary integration processes in sustainable land use research. In: *Futures* 84, S. 64–81. DOI: 10.1016/j.futures.2016.07.005.

Kunc, Martin; O'Brien, Frances A. (2017): Exploring the development of a methodology for scenario use: Combining scenario and resource mapping approaches. In: *Technological Forecasting and Social Change* 124, S. 150–159. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.03.018.

Meissner, Philip; Wulf, Torsten (2013): Cognitive benefits of scenario planning: Its impact on biases and decision quality. In: *Technological Forecasting and Social Change* 80 (4), S. 801–814. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.09.011.

Neuvonen, Aleksi; Kaskinen, Tuuli; Leppänen, Juha; Lähteenoja, Satu; Mokka, Roope; Ritola, Maria (2014): Low-carbon futures and sustainable lifestyles: A backcasting scenario approach. In: *Futures* 58, S. 66–76. DOI: 10.1016/j.futures.2014.01.004.

Postma, Theo J.B.M.; Liebl, Franz (2005): How to improve scenario analysis as a strategic management tool? In: *Technological Forecasting and Social Change* 72 (2), S. 161–173. DOI: 10.1016/j.techfore.2003.11.005.

Ramirez, Rafael; Wilkinson, Angela (2014): Rethinking the 2×2 scenario method: Grid or frames? In: *Technological Forecasting and Social Change* 86, S. 254–264. DOI: 10.1016/j.techfore.2013.10.020.

Saritas, Ozcan; Nugroho, Yanuar (2012): Mapping issues and envisaging futures: An evolutionary scenario approach. In: *Technological Forecasting and Social Change* 79 (3), S. 509–529. DOI: 10.1016/j.techfore.2011.09.005.

Splint, Elise; van Wijck, Peter (2012): Using signposts in future studies: Lessons from the Justice for tomorrow project. In: *Futures* 44 (5), S. 453–463. DOI: 10.1016/j.futures.2012.03.007.

Star, Jonathan; Rowland, Erika L.; Black, Mary E.; Enquist, Carolyn A.F.; Garfin, Gregg; Hoffman, Catherine Hawkins et al. (2016): Supporting adaptation decisions through sce-



nario planning: Enabling the effective use of multiple methods. In: *Climate Risk Management* 13, S. 88–94. DOI: 10.1016/j.crm.2016.08.001.

Stewart, Chris C. (2008): Integral scenarios: Reframing theory, building from practice. In: *Futures* 40 (2), S. 160–172. DOI: 10.1016/j.futures.2007.11.013.

Svidén, Ové (1986): Methodology: A scenario method for forecasting. In: *Futures* 18 (5), S. 681–691. DOI: 10.1016/0016-3287(86)90040-6.

van Doorn, Jozef W.M. (1986): Scenario writing: A method for long-term tourism forecasting? In: *Tourism Management* 7 (1), S. 33–49. DOI: 10.1016/0261-5177(86)90055-5.

Wright, George; Cairns, George; O'Brien, Frances A.; Goodwin, Paul (2019): Scenario analysis to support decision making in addressing wicked problems: Pitfalls and potential. In: *European Journal of Operational Research* 278 (1), S. 3–19. DOI: 10.1016/j.ejor.2018.08.035.

Wright, George; Goodwin, Paul (2009): Decision making and planning under low levels of predictability: Enhancing the scenario method. In: *International Journal of Forecasting* 25 (4), S. 813–825. DOI: 10.1016/j.ijforecast.2009.05.019.

## Studie

Bellamy, Rob; Healey, Peter (2018): ‘Slippery slope’ or ‘uphill struggle’? Broadening out expert scenarios of climate engineering research and development. In: *Environmental Science & Policy* 83, S. 1–10. DOI: 10.1016/j.envsci.2018.01.021.

Bender, J. R.; Matthews, M. E. (1989): Development of an evaluation model for computer foodservice management systems<sup>1</sup>. In: *Journal of the American Dietetic Association* 89 (10), S. 1465–1472. DOI: 10.1016/S0002-8223(21)02395-6.

Bergman, Jukka; Viljainen, Satu; Kässi, Tuomo; Partanen, Jarmo; Laaksonen, Petteri (2006): Managing the exploration of new operational and strategic activities using the scenario method—assessing future capabilities in the field of electricity distribution industry. In: *International Journal of Production Economics* 104 (1), S. 46–61. DOI: 10.1016/j.ijpe.2005.01.013.

Brandt, Sylvia; Perez, Laura; Künzli, Nino; Lurmann, Fred; Wilson, John; Pastor, Manuel; McConnell, Rob (2014): Cost of near-roadway and regional air pollution—attributable childhood asthma in Los Angeles County. In: *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 134 (5), S. 1028–1035. DOI: 10.1016/j.jaci.2014.09.029.

Brown, Neysa; Darby, Wendy; Coronel, Helen (2019): An Escape Room as a Simulation Teaching Strategy. In: *Clinical Simulation in Nursing* 30, S. 1–6. DOI: 10.1016/j.ecns.2019.02.002.

Cairns, George; Wright, George; Fairbrother, Peter; Phillips, Richard (2017): 'Branching scenarios' seeking articulated action for regional regeneration – A case study of limited success. In: *Technological Forecasting and Social Change* 124, S. 189–202. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.01.014.

Carlsson, Julia; Eriksson, Ljusk Ola; Öhman, Karin; Nordström, Eva-Maria (2015): Combining scientific and stakeholder knowledge in future scenario development — A forest landscape case study in northern Sweden. In: *Forest Policy and Economics* 61, S. 122–134. DOI: 10.1016/j.forpol.2015.08.008.

Catalán, Pilar; Alonso, Roberto; Alcalá, Luís; Marín, Mercedes; Moure, Zaira; Pescador, Paula et al. (2021): The challenge of COVID-19 for a Clinical Microbiology Department. In: *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease* 101 (2), S. 115426. DOI: 10.1016/j.diagmicrobio.2021.115426.

Dias, Maria Amelia de Paula; Vianna, João Nildo de Souza; Felby, Claus (2016): Sustainability in the prospective scenarios methods: A case study of scenarios for biodiesel industry in Brazil, for 2030. In: *Futures* 82, S. 1–14. DOI: 10.1016/j.futures.2016.06.005.

Douglas, Conor M.W.; Panagiotoglou, Dimitra; Dragojlovic, Nick; Lynd, Larry (2021): Methodology for constructing scenarios for health policy research: The case of coverage decision-making for drugs for rare diseases in Canada. In: *Technological Forecasting and Social Change* 171, S. 120960. DOI: 10.1016/j.techfore.2021.120960.

Draksaite, Aura; Snieska, Vytautas; Valodkiene, Gitana; Daunoriene, Asta (2015): Selection of Government Debt Evaluation Methods Based on the Concept of Sustainability of the Debt. In: *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 213, S. 474–480. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.11.436.

Ernst, Anna; Biß, Klaus H.; Shamon, Hawal; Schumann, Diana; Heinrichs, Heidi U. (2018): Benefits and challenges of participatory methods in qualitative energy scenario development. In: *Technological Forecasting and Social Change* 127, S. 245–257. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.09.026.

Evans, Kristen; Murphy, Laura; Jong, Wil de (2014): Global versus local narratives of REDD: A case study from Peru's Amazon. In: *Environmental Science & Policy* 35, S. 98–108. DOI: 10.1016/j.envsci.2012.12.013.

Fanfani, David; Duží, Barbora; Mancino, Marco; Rovai, Massimo (2022): Multiple evaluation of urban and peri-urban agriculture and its relation to spatial planning: The case of Prato territory (Italy). In: *Sustainable Cities and Society* 79, S. 103636. DOI: 10.1016/j.scs.2021.103636.

Folhes, Ricardo Theophilo; Aguiar, Ana Paula Dutra de; Stoll, Emilie; Dalla-Nora, Eloi Lennon; Araújo, Roberto; Coelho, Andrea; Canto, Otávio do (2015): Multi-scale participatory scenario methods and territorial planning in the Brazilian Amazon. In: *Futures* 73, S. 86–99. DOI: 10.1016/j.futures.2015.08.005.

- Gardner, A. S.; Maclean, I.M.D.; Gaston, K. J.; Bütikofer, L. (2021): Forecasting future crop suitability with microclimate data. In: *Agricultural Systems* 190, S. 103084. DOI: 10.1016/j.agsy.2021.103084.
- Goldstein, Don (2015): Climate-adaptive technological change in a small region: A resource-based scenario approach. In: *Technological Forecasting and Social Change* 99, S. 168–180. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.04.014.
- Haasnoot, M.; Middelkoop, H. (2012): A history of futures: A review of scenario use in water policy studies in the Netherlands. In: *Environmental Science & Policy* 19-20, S. 108–120. DOI: 10.1016/j.envsci.2012.03.002.
- Hafezi, Reza; Akhavan, AmirNaser; Pakseresht, Saeed; A. Wood, David (2021): Global natural gas demand to 2025: A learning scenario development model. In: *Energy* 224, S. 120167. DOI: 10.1016/j.energy.2021.120167.
- Han, Zhenyu; Han, Baoming; Li, Dewei; Ning, Shangbin; Yang, Ruixia; Yin, Yonghao (2021): Train timetabling in rail transit network under uncertain and dynamic demand using Advanced and Adaptive NSGA-II. In: *Transportation Research Part B: Methodological* 154, S. 65–99. DOI: 10.1016/j.trb.2021.10.002.
- Hoolohan, Claire; McLachlan, Carly; Larkin, Alice (2019): ‘Aha’ moments in the water-energy-food nexus: A new morphological scenario method to accelerate sustainable transformation. In: *Technological Forecasting and Social Change* 148, S. 119712. DOI: 10.1016/j.techfore.2019.119712.
- Karger, Cornelia R.; Hennings, Wilfried (2009): Sustainability evaluation of decentralized electricity generation. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13 (3), S. 583–593. DOI: 10.1016/j.rser.2007.11.003.
- Kok, Kasper (2009): The potential of Fuzzy Cognitive Maps for semi-quantitative scenario development, with an example from Brazil. In: *Global Environmental Change* 19 (1), S. 122–133. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2008.08.003.
- Lacroix, Denis; Laurent, Louis; Menthère, Nicolas de; Schmitt, Bertrand; Béthinger, Audrey; David, Bernard et al. (2019): Multiple visions of the future and major environmental scenarios. In: *Technological Forecasting and Social Change* 144, S. 93–102. DOI: 10.1016/j.techfore.2019.03.017.
- Li, Bei; Li, Jiangchen (2021): Probabilistic sizing of a low-carbon emission power system considering HVDC transmission and microgrid clusters. In: *Applied Energy* 304, S. 117760. DOI: 10.1016/j.apenergy.2021.117760.
- Low, Sean (2017): Engineering imaginaries: Anticipatory foresight for solar radiation management governance. In: *Science of The Total Environment* 580, S. 90–104. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.07.200.

- Marcial, Elaine Coutinho; Schneider, Eduardo Rodrigues; Pio, Marcello José; Leal, Rodrigo Mendes; Fronzaglia, Thomaz; Gimene, Márcio (2022): Post-COVID-19 scenarios: A method for moments of crisis. In: *Futures* 142, S. 102996. DOI: 10.1016/j.futures.2022.102996.
- Mokryani, Geev; Hu, Yim Fun; Papadopoulos, Panagiotis; Niknam, Taher; Aghaei, Jamshid (2017): Deterministic approach for active distribution networks planning with high penetration of wind and solar power. In: *Renewable Energy* 113, S. 942–951. DOI: 10.1016/j.renene.2017.06.074.
- Navarro-Ligero, Miguel L.; Valenzuela-Montes, Luis Miguel (2022): Scenario archetypes in urban transport planning: Insights from the implementation of LRT systems. In: *Transport Policy* 118, S. 152–164. DOI: 10.1016/j.tranpol.2022.02.002.
- Neuvonen, Aleks; Ache, Peter (2017): Metropolitan vision making – using backcasting as a strategic learning process to shape metropolitan futures. In: *Futures* 86, S. 73–83. DOI: 10.1016/j.futures.2016.10.003.
- Nilsson, Annika E.; Bay-Larsen, Ingrid; Carlsen, Henrik; van Oort, Bob; Bjørkan, Maiken; Jylhä, Kirsti et al. (2017): Towards extended shared socioeconomic pathways: A combined participatory bottom-up and top-down methodology with results from the Barents region. In: *Global Environmental Change* 45, S. 124–132. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2017.06.001.
- Potschin, Marion (2009): Land use and the state of the natural environment. In: *Land Use Policy* 26, S170-S177. DOI: 10.1016/j.landusepol.2009.08.008.
- Priess, Joerg A.; Hauck, Jennifer; Haines-Young, Roy; Alkemade, Rob; Mandryk, Maryia; Veerkamp, Clara et al. (2018): New EU-scale environmental scenarios until 2050 – Scenario process and initial scenario applications. In: *Ecosystem Services* 29, S. 542–551. DOI: 10.1016/j.ecoser.2017.08.006.
- Raskin, Paul D. (2008): World lines: A framework for exploring global pathways. In: *Ecological Economics* 65 (3), S. 461–470. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2008.01.021.
- Riem, N.; Boet, S.; Bould, M. D.; Tavares, W.; Naik, V. N. (2012): Do technical skills correlate with non-technical skills in crisis resource management: a simulation study. In: *British Journal of Anaesthesia* 109 (5), S. 723–728. DOI: 10.1093/bja/aes256.
- Sarkki, Simo; Pihlajamäki, Mia (2019): Baltic herring for food: Shades of grey in how backcasting recommendations work across exploratory scenarios. In: *Technological Forecasting and Social Change* 139, S. 200–209. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.11.001.
- Schmidt-Scheele, Ricarda (2020): ‘Plausible’ energy scenarios?! How users of scenarios assess uncertain futures. In: *Energy Strategy Reviews* 32, S. 100571. DOI: 10.1016/j.esr.2020.100571.

Schoemaker, Casper G.; van Loon, Jeanne; Achterberg, Peter W.; van den Berg, Matthijs; Harbers, Maartje M.; Hertog, Frank R.J. den et al. (2019): The Public Health Status and Foresight report 2014: Four normative perspectives on a healthier Netherlands in 2040. In: *Health Policy* 123 (3), S. 252–259. DOI: 10.1016/j.healthpol.2018.10.014.

Tansey, James; Carmichael, Jeff; VanWynsberghe, Rob; Robinson, John (2002): The future is not what it used to be: participatory integrated assessment in the Georgia Basin. In: *Global Environmental Change* 12 (2), S. 97–104. DOI: 10.1016/S0959-3780(02)00011-0.

Varho, Vilja; Tapio, Petri (2013): Combining the qualitative and quantitative with the Q2 scenario technique — The case of transport and climate. In: *Technological Forecasting and Social Change* 80 (4), S. 611–630. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.09.004.

Vogel, Everton; Martinelli, Gabrielli; Artuzo, Felipe Dalzotto (2021): Environmental and economic performance of paddy field-based crop-livestock systems in Southern Brazil. In: *Agricultural Systems* 190, S. 103109. DOI: 10.1016/j.agry.2021.103109.

Xie, Shiwei; Hu, Zhijian; Wang, Jueying (2019): Scenario-based comprehensive expansion planning model for a coupled transportation and active distribution system. In: *Applied Energy* 255, S. 113782. DOI: 10.1016/j.apenergy.2019.113782.

Xu, Jian; Wang, Jing; Liao, Siyang; Sun, Yuanzhang; Ke, Deping; Li, Xiong et al. (2018): Stochastic multi-objective optimization of photovoltaics integrated three-phase distribution network based on dynamic scenarios. In: *Applied Energy* 231, S. 985–996. DOI: 10.1016/j.apenergy.2018.09.168.

Zanni, Alberto M.; Goulden, Murray; Ryley, Tim; Dingwall, Robert (2017): Improving scenario methods in infrastructure planning: A case study of long distance travel and mobility in the UK under extreme weather uncertainty and a changing climate. In: *Technological Forecasting and Social Change* 115, S. 180–197. DOI: 10.1016/j.techfore.2016.10.002.

Zivkovic, Marija; Pereverza, Kateryna; Pasichnyi, Oleksii; Madzarevic, Aleksandar; Ivezic, Dejan; Kordas, Olga (2016): Exploring scenarios for more sustainable heating: The case of Niš, Serbia. In: *Energy* 115, S. 1758–1770. DOI: 10.1016/j.energy.2016.06.034.

## Übersicht/ Diskussion

Crivits, Maarten; Paredis, Erik; Boulanger, Paul-Marie; Mutombo, Emilie J.K.; Bauler, Tom; Lefin, Anne-Laurence (2010): Scenarios based on sustainability discourses: Constructing alternative consumption and consumer perspectives. In: *Futures* 42 (10), S. 1187–1199. DOI: 10.1016/j.futures.2010.07.002.

Rowland, Nicholas J.; Spaniol, Matthew J. (2017): Social foundation of scenario planning. In: *Technological Forecasting and Social Change* 124, S. 6–15. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.02.013.

Salmeron, Jose L.; Vidal, Rosario; Mena, Angel (2012): Ranking fuzzy cognitive map based scenarios with TOPSIS. In: *Expert Systems with Applications* 39 (3), S. 2443–2450. DOI: 10.1016/j.eswa.2011.08.094.

van Notten, Ph.W.F.; Slegers, A. M.; van Asselt, M.B.A. (2005): The future shocks: On discontinuity and scenario development. In: *Technological Forecasting and Social Change* 72 (2), S. 175–194. DOI: 10.1016/j.techfore.2003.12.003.

Wright, George; Bradfield, Ron; Cairns, George (2013): Does the Intuitive Logics method – and its recent enhancements – produce “effective” scenarios? In: *Technological Forecasting and Social Change* 80 (4), S. 631–642. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.09.003.

## Verworfen

Acampora, Giovanni; Herrera, Francisco; Tortora, Genoveffa; Vitiello, Autilia (2018): A multi-objective evolutionary approach to training set selection for support vector machine. In: *Knowledge-Based Systems* 147, S. 94–108. DOI: 10.1016/j.knosys.2018.02.022.

Ardagna, Danilo; Cappiello, Cinzia; Samá, Walter; Vitali, Monica (2018): Context-aware data quality assessment for big data. In: *Future Generation Computer Systems* 89, S. 548–562. DOI: 10.1016/j.future.2018.07.014.

Armitage, Marshal S.; Elkinson, Ilia; Giles, Joshua W.; Athwal, George S. (2011): An Anatomic, Computed Tomographic Assessment of the Coracoid Process With Special Reference to the Congruent-Arc Latarjet Procedure. In: *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 27 (11), S. 1485–1489. DOI: 10.1016/j.arthro.2011.06.020.

Arora, Vinay; Singh, Maninder; Bhatia, Rajesh (2020): Orientation-based Ant colony algorithm for synthesizing the test scenarios in UML activity diagram. In: *Information and Software Technology* 123, S. 106292. DOI: 10.1016/j.infsof.2020.106292.

Beckner, Meghan E.; Conkright, William R.; Eagle, Shawn R.; Martin, Brian J.; Sinnott, Aaron M.; LaGoy, Alice D. et al. (2021): Impact of simulated military operational stress on executive function relative to trait resilience, aerobic fitness, and neuroendocrine biomarkers. In: *Physiology & Behavior* 236, S. 113413. DOI: 10.1016/j.physbeh.2021.113413.

Besné, Guillermo M.; Horrillo-Maysonnial, Alejandro; Nicolás, María Jesús; Capell-Pascual, Ferran; Urrestarazu, Elena; Artieda, Julio; Valencia, Miguel (2022): An interactive framework for the detection of ictal and interictal activities: Cross-species and stand-alone implementation. In: *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 218, S. 106728. DOI: 10.1016/j.cmpb.2022.106728.

- Brann, Maria; Bute, Jennifer J. (2017): Communicating to promote informed decisions in the context of early pregnancy loss. In: *Patient Education and Counseling* 100 (12), S. 2269–2274. DOI: 10.1016/j.pec.2017.06.016.
- Di Scipio, F.; Sprio, A. E.; Folino, A.; Carere, M. E.; Salamone, P.; Yang, Z. et al. (2014): Injured cardiomyocytes promote dental pulp mesenchymal stem cell homing. In: *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects* 1840 (7), S. 2152–2161. DOI: 10.1016/j.bbagen.2014.03.005.
- Ding, Yijun; Campbell, Warren G.; Miften, Moyed; Vinogradskiy, Yevgeniy; Goodman, Karyn A.; Schefter, Tracey; Jones, Bernard L. (2019): Quantifying Allowable Motion to Achieve Safe Dose Escalation in Pancreatic SBRT. In: *Practical Radiation Oncology* 9 (4), e432–e442. DOI: 10.1016/j.prro.2019.03.006.
- Fagan, Terrence F.; Ravandi, Farhad; Smith, B. Douglas; Walter, Roland P.; Wang, Eunice S.; Quill, Timothy A. et al. (2020): Analysis of Practice Patterns Among Experts and Community Healthcare Providers for the Treatment of Acute Myeloid Leukemia. In: *Blood* 136, S. 22–23. DOI: 10.1182/blood-2020-143050.
- Feng, Kailun; Lu, Weizhuo; Wang, Yaowu (2019): Assessing environmental performance in early building design stage: An integrated parametric design and machine learning method. In: *Sustainable Cities and Society* 50, S. 101596. DOI: 10.1016/j.scs.2019.101596.
- Gaziulusoy, A. İdil; Boyle, Carol; McDowall, Ron (2013): System innovation for sustainability: a systemic double-flow scenario method for companies. In: *Journal of Cleaner Production* 45, S. 104–116. DOI: 10.1016/j.jclepro.2012.05.013.
- Giardina, Stefano; Pane, Bianca; Spinella, Giovanni; Cafueri, Giuseppe; Corbo, Mara; Brasseur, Pascale et al. (2011): An economic evaluation of an abdominal aortic aneurysm screening program in Italy. In: *Journal of Vascular Surgery* 54 (4), S. 938–946. DOI: 10.1016/j.jvs.2011.03.264.
- Gigliotti, Michael J.; Feidt, Amy E.; Cockroft, Kevin M.; Wilkinson, D. Andrew; Simon, Scott D.; Church, Ephraim W. (2021): Management of neurophysiological monitoring changes during carotid endarterectomy exposure. In: *Clinical Neurology and Neurosurgery* 211, S. 107032. DOI: 10.1016/j.clineuro.2021.107032.
- Gómez, Abel; Penadés, M. Carmen; Canós, José H.; Borges, Marcos R.S.; Llavador, Manuel (2014): A framework for variable content document generation with multiple actors. In: *Information and Software Technology* 56 (9), S. 1101–1121. DOI: 10.1016/j.infsof.2013.12.006.
- Gossen, E.; Eckardt, J.; Abele, E. (2015): Anti-counterfeiting Effectivity Analysis Using Attack and Defense Tree Scenario Methods. In: *Procedia CIRP* 37, S. 12–17. DOI: 10.1016/j.procir.2015.08.102.

Guinea, Stephen; Andersen, Patrea; Reid-Searl, Kerry; Levett-Jones, Tracy; Dwyer, Trudy; Heaton, Leeanne et al. (2019): Simulation-based learning for patient safety: The development of the Tag Team Patient Safety Simulation methodology for nursing education. In: *Collegian* 26 (3), S. 392–398. DOI: 10.1016/j.colegn.2018.09.008.

Hengeveld, Geerten M.; Schüll, Elmar; Trubins, Renats; Sallnäs, Ola (2017): Forest Landscape Development Scenarios (FoLDS)—A framework for integrating forest models, owners' behaviour and socio-economic developments. In: *Forest Policy and Economics* 85, S. 245–255. DOI: 10.1016/j.forpol.2017.03.007.

Hicks, George L.; Gangemi, James; Angona, Ronald E.; Ramphal, Paul S.; Feins, Richard H.; Fann, James I. (2011): Cardiopulmonary bypass simulation at the Boot Camp. In: *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 141 (1), S. 284–292. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2010.03.019.

Hoxha, Elion; Stahl, Rolf A.K.; Reinhard, Linda; Kühnl, Alexander; Schlumberger, Wolfgang; Dähnrich, Cornelia (2021): A New Chemiluminescence Immunoassay for Phospholipase A2 Receptor 1 Autoantibodies Allows Early Identification of Autoantibody Recurrence in Patients With Membranous Nephropathy. In: *Kidney International Reports* 6 (4), S. 928–935. DOI: 10.1016/j.ekir.2020.12.034.

Huang, Chao; Li, Pute; Martin, Colin R. (2022): Simplification or simulation: Power calculation in clinical trials. In: *Contemporary Clinical Trials* 113, S. 106663. DOI: 10.1016/j.cct.2021.106663.

Humm, John; Yoganandan, Narayan; Meyer, Frank; Willinger, Remy (2021): Application of complex neck loads to human spine at the occipital condyle joint: Implications for nonstandard postures for automated vehicles. In: *Traffic Injury Prevention* 22, S177–S179. DOI: 10.1080/15389588.2021.1982620.

Kalac, Matko; Tam, Constantine S.; Goldfinger, Mendel; Xiao, Zhengrui; Montanari, Francesca; Kanakry, Jennifer A. et al. (2021): A Real World Experience of Combined Treatment with Romidepsin and Azacitidine in Patients with Peripheral T-Cell Lymphoma. In: *Blood* 138, S. 4550. DOI: 10.1182/blood-2021-144651.

Kapoor, Rakesh; Sharma, Devender Kumar; Singh, Kamal Jeet; Suri, Amit; Singh, Prati-pal; Chaudhary, Himanshu et al. (2006): Sigmoid vaginoplasty: Long-term results. In: *Urology* 67 (6), S. 1212–1215. DOI: 10.1016/j.urology.2005.12.037.

Kebede, Abiy S.; Nicholls, Robert J.; Allan, Andrew; Arto, Iñaki; Cazcarro, Ignacio; Fernandes, Jose A. et al. (2018): Applying the global RCP–SSP–SPA scenario framework at sub-national scale: A multi-scale and participatory scenario approach. In: *Science of The Total Environment* 635, S. 659–672. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.368.

Kiss, Anton A.; Zondervan, Edwin; Lakerveld, Richard; Özkan, Leyla (Hg.) (2019): *Computer Aided Chemical Engineering : 29 European Symposium on Computer Aided Process Engineering*: Elsevier.



- Kulkarni, Sanjay B.; Surana, Sandesh; Desai, Devang J.; Orabi, Hazem; Iyer, Subramanian; Kulkarni, Jyotsna et al. (2018): Management of complex and redo cases of pelvic fracture urethral injuries. In: *Asian Journal of Urology* 5 (2), S. 107–117. DOI: 10.1016/j.ajur.2018.02.005.
- Lachish, Tamar; Halperin, Tami; Snitser, Olga; Kashat, Livnat; Merin, Ofer; Bader, Tarif et al. (2020): The spectrum of bacteria and mechanisms of resistance identified from the casualties treated in the Israeli field hospital after the earthquake in Nepal, 2015: A retrospective analysis. In: *Travel Medicine and Infectious Disease* 37, S. 101707. DOI: 10.1016/j.tmaid.2020.101707.
- Li, Shaoyan; Wang, Liyuan; Gu, Xueping; Zhao, Hanguang; Sun, Yongzhao (2022): Optimization of loop-network reconfiguration strategies to eliminate transmission line overloads in power system restoration process with wind power integration. In: *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 134, S. 107351. DOI: 10.1016/j.ijepes.2021.107351.
- Lieder, Michael; Asif, Farazee M.A.; Rashid, Amir; Mihelič, Aleš; Kotnik, Simon (2018): A conjoint analysis of circular economy value propositions for consumers: Using “washing machines in Stockholm” as a case study. In: *Journal of Cleaner Production* 172, S. 264–273. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.10.147.
- Lip, Gregory Y.H.; Banerjee, Amitava; Boriani, Giuseppe; Chiang, Chern en; Fargo, Ramiz; Freedman, Ben et al. (2018): Antithrombotic Therapy for Atrial Fibrillation: CHEST Guideline and Expert Panel Report. In: *Chest* 154 (5), S. 1121–1201. DOI: 10.1016/j.chest.2018.07.040.
- Liu, Xiaoqi; Wang, Chengliang; Bai, Jianying; Liao, Guobin; Zhao, Yanjun (2017): Hue-texture-embedded region-based model for magnifying endoscopy with narrow-band imaging image segmentation based on visual features. In: *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 145, S. 53–66. DOI: 10.1016/j.cmpb.2017.04.010.
- Lu, Hao; Han, Hu (2021): NAS-HR: Neural architecture search for heart rate estimation from face videos. In: *Virtual Reality & Intelligent Hardware* 3 (1), S. 33–42. DOI: 10.1016/j.vrih.2020.10.002.
- Luc, Jessica G.Y.; Nguyen, Tom C.; Fowler, Clara S.; Eisenberg, Steven B.; Wolf, Randall K.; Estrera, Anthony L. et al. (2017): Novel Debate-Style Cardiothoracic Surgery Journal Club: Results of a Pilot Curriculum. In: *The Annals of Thoracic Surgery* 104 (4), S. 1410–1416. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2017.05.072.
- Ma, Chenbin; Li, Deyu; Pan, Longsheng; Li, Xuemei; Yin, Chunyu; Li, Ailing et al. (2022): Quantitative assessment of essential tremor based on machine learning methods using wearable device. In: *Biomedical Signal Processing and Control* 71, S. 103244. DOI: 10.1016/j.bspc.2021.103244.

- Mandrini, German; Pittelkow, Cameron M.; Archontoulis, Sotirios V.; Mieno, Taro; Martin, Nicolas F. (2021): Understanding differences between static and dynamic nitrogen fertilizer tools using simulation modeling. In: *Agricultural Systems* 194, S. 103275. DOI: 10.1016/j.agsy.2021.103275.
- Markey, P.; Dhital, K.; Gupta, S.; Woldendorp, K.; Robson, D.; Hayward, C.; Lovell, N. (2013): The Value of Pump Audiosignals in Patients with Left Ventricular Assist Devices. In: *The Journal of Heart and Lung Transplantation* 32 (4, Supplement), S30. DOI: 10.1016/j.healun.2013.01.877.
- Mohanty, Sweta; Harun AI Rashid, Md; Mridul, Mayank; Mohanty, Chandana; Swayamsiddha, Swati (2020): Application of Artificial Intelligence in COVID-19 drug repurposing. In: *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews* 14 (5), S. 1027–1031. DOI: 10.1016/j.dsx.2020.06.068.
- Mondéjar, Rubén; García-López, Pedro; Pairot, Carles; Pamies-Juarez, Lluís (2012): Damon: A distributed AOP middleware for large-scale scenarios. In: *Information and Software Technology* 54 (3), S. 317–330. DOI: 10.1016/j.infsof.2011.10.004.
- Müller, Marcel Lucas; Ückert, Frank; Bürkle, Thomas; Prokosch, Hans-Ulrich (2005): Cross-institutional data exchange using the clinical document architecture (CDA). In: *International Journal of Medical Informatics* 74 (2), S. 245–256. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2004.09.005.
- Nacheli, Gustavo Cumbo; Sharma, Manish; Wang, Xiaofeng; Gupta, Amit; Guzman, Jorge A.; Tonelli, Adriano R. (2013): Novel device (AirWave) to assess endotracheal tube migration: A pilot study. In: *Journal of Critical Care* 28 (4), 535.e1-535.e8. DOI: 10.1016/j.jcrc.2012.10.015.
- Navarro-Ligero, Miguel L.; Valenzuela-Montes, Luis Miguel (2019): The performance of planning hypotheses about urban-transport futures: the Light Rail Transit in Granada. In: *Transportation Research Procedia* 41, S. 596–608. DOI: 10.1016/j.trpro.2019.09.107.
- Nazari-Heris, Morteza; Abapour, Saeed; Mohammadi-Ivatloo, Behnam (2017): Optimal economic dispatch of FC-CHP based heat and power micro-grids. In: *Applied Thermal Engineering* 114, S. 756–769. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2016.12.016.
- Nicoló, E. (1993): Metaproject analysis: multiagent virtual project networks for strategic decisions in preplanning. In: *International Journal of Project Management* 11 (4), S. 215–226. DOI: 10.1016/0263-7863(93)90038-O.
- Okazaki, Shintaro; Mendez, Felipe (2013): Perceived Ubiquity in Mobile Services. In: *Journal of Interactive Marketing* 27 (2), S. 98–111. DOI: 10.1016/j.intmar.2012.10.001.
- Oliveira, Beatriz B.; Carravilla, Maria Antónia; Oliveira, José F.; Costa, Alysso M. (2019): A co-evolutionary matheuristic for the car rental capacity-pricing stochastic prob-

lem. In: *European Journal of Operational Research* 276 (2), S. 637–655. DOI: 10.1016/j.ejor.2019.01.015.

Olszko, Ardyn V.; Beltran, Christine M.; Vasquez, Kimberly B.; McGhee, James S.; Chancey, Valeta C.; Yoganandan, Narayan et al. (2018): Initial analysis of archived non-human primate frontal and rear impact data from the biodynamics data resource. In: *Traffic Injury Prevention* 19, S44-S49. DOI: 10.1080/15389588.2017.1390570.

Parada-Hernández, María Mónica; Marín-Jaramillo, Margarita (2021): Cocalero women and peace policies in Colombia. In: *International Journal of Drug Policy* 89, S. 103157. DOI: 10.1016/j.drugpo.2021.103157.

Pérez-Montoro, Mario; Codina, Lluís (2017): Chapter 3 - Designing User Experience. In: Mario Pérez-Montoro und Lluís Codina (Hg.): *Navigation Design and SEO for Content-Intensive Websites*: Chandos Publishing, S. 65–84. Online verfügbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081006764000031>.

Pérez-Montoro, Mario; Codina, Lluís (Hg.) (2017): *Navigation Design and SEO for Content-Intensive Websites*: Chandos Publishing.

Persky, Susan; Kaphingst, Kimberly A.; Condit, Celeste M.; McBride, Colleen M. (2007): Assessing hypothetical scenario methodology in genetic susceptibility testing analog studies: a quantitative review. In: *Genetics in Medicine* 9 (11), S. 727–738. DOI: 10.1097/GIM.0b013e318159a344.

Pichardo-Lowden, Ariana R.; Fan, Chris Y.; Gabbay, Robert A. (2011): Management Of hyperglycemia in the non-intensive care patient: featuring subcutaneous insulin protocols. In: *Endocrine Practice* 17 (2), S. 249–260. DOI: 10.4158/EP10220.RA.

Piña-Jiménez, I. (2013): Proceso de iniciación de los alumnos de Enfermería, en la formación de las competencias obstétricas. In: *Enfermería Universitaria* 10 (3), S. 75–83. DOI: 10.1016/S1665-7063(13)72632-0.

Pisani, Angelo; Braham, Wael; Borghese, Ottavia (2021): Coronary stent infection: Are patients amenable to surgical treatment? A systematic review and narrative synthesis. In: *International Journal of Cardiology* 344, S. 40–46. DOI: 10.1016/j.ijcard.2021.09.030.

Pollock, Christine; Biles, Jessica (2016): Discovering the Lived Experience of Students Learning in Immersive Simulation. In: *Clinical Simulation in Nursing* 12 (8), S. 313–319. DOI: 10.1016/j.ecns.2016.03.002.

Pondal-Sordo, Margarita; Diosy, David; Téllez-Zenteno, José F.; Sahjpal, Ramesh; Wiebe, Samuel (2007): Usefulness of intracranial EEG in the decision process for epilepsy surgery. In: *Epilepsy Research* 74 (2), S. 176–182. DOI: 10.1016/j.epilepsyres.2007.03.011.

- Radmard, M.; Bastani, M. H.; Behnia, F.; Nayebi, M. M. (2012): Feasibility analysis of utilizing the '8k mode' DVB-T signal in passive radar applications. In: *Scientia Iranica* 19 (6), S. 1763–1770. DOI: 10.1016/j.scient.2012.01.012.
- Ring, Christopher; Kavussanu, Maria; Lucidi, Sarah; Hurst, Philip (2019): Effects of personal and situational factors on self-referenced doping likelihood. In: *Psychology of Sport and Exercise* 41, S. 29–35. DOI: 10.1016/j.psychsport.2018.11.003.
- Ruponen, Pekka; Pulkkinen, Aappo; Laaksonen, Jarkko (2017): A method for breach assessment onboard a damaged passenger ship. In: *Applied Ocean Research* 64, S. 236–248. DOI: 10.1016/j.apor.2017.01.017.
- Santos, Reginaldo Passoni dos; Carvalho, Ariana Rodrigues da Silva; Peres, Luis Alberto Batista (2019): Kidney transplantation epidemiology in Brazil. In: *Nefrología* 39 (4), S. 402–410. DOI: 10.1016/j.nefro.2018.07.005.
- Santos, Reginaldo Passoni dos; Carvalho, Ariana Rodrigues da Silva; Peres, Luis Alberto Batista (2019): Kidney transplantation epidemiology in Brazil. In: *Nefrología (English Edition)* 39 (4), S. 402–410. DOI: 10.1016/j.nefro.2019.05.004.
- Schneidereith, Tonya A. (2021): Medication administration behaviors in prelicensure nursing students: A longitudinal, cohort study. In: *Nurse Education in Practice* 56, S. 103189. DOI: 10.1016/j.nepr.2021.103189.
- Schreiweis, Björn; Trinczek, Benjamin; Köpcke, Felix; Leusch, Thomas; Majeed, Raphael W.; Wenk, Joachim et al. (2014): Comparison of Electronic Health Record System Functionalities to support the patient recruitment process in clinical trials. In: *International Journal of Medical Informatics* 83 (11), S. 860–868. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2014.08.005.
- Silva, C.; Yáñez, E.; Martín-Díaz, M. L.; DelValls, T. A. (2012): Assessing a bioremediation strategy in a shallow coastal system affected by a fish farm culture – Application of GIS and shellfish dynamic models in the Rio San Pedro, SW Spain. In: *Marine Pollution Bulletin* 64 (4), S. 751–765. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2012.01.019.
- Song, In-Gwon; Jeon, Sang-Uk; Han, Ah-Rim; Bae, Doo-Hwan (2011): An approach to identifying causes of implied scenarios using unenforceable orders. In: *Information and Software Technology* 53 (6), S. 666–681. DOI: 10.1016/j.infsof.2010.11.007.
- Soni, Preeti; Pal, Arup Kumar; Islam, S. HafizulK (2019): An improved three-factor authentication scheme for patient monitoring using WSN in remote health-care system. In: *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 182, S. 105054. DOI: 10.1016/j.cmpb.2019.105054.
- Sørensen, Bent (Hg.) (2011): *Renewable Energy (Fourth Edition)*. Boston: Academic Press.

Tavakoli, Paniz; Eadie, Laura N.; Heatley, Susan L.; Bruning, John B.; White, Deborah L. (2020): Persistent Activation of JAK/STAT Signaling Plays an Important Role in Vitro Jaki Resistance in TYK2-rearranged B-Cell Acute Lymphoblastic Leukaemia. In: *Blood* 136, S. 3. DOI: 10.1182/blood-2020-139048.

Thompson, B.G.J.; Sagar, B. (1993): The development and application of integrated procedures for post-closure assessment, based upon Monte Carlo simulation: the probabilistic systems assessment (PSA) approach. In: *Reliability Engineering & System Safety* 42 (2), S. 125–160. DOI: 10.1016/0951-8320(93)90086-E.

Tremblay, Douglas; Madero-Marroquin, Rafael; Lancman, Guido; Coltoff, Alexander; Feld, Jonathan; Caro, Jessica et al. (2019): Prognostic Significance of Hospitalization Status at Second Cycle of Hypomethylating Agent Induction Therapy in Acute Myeloid Leukemia Patients Ineligible for Intensive Chemotherapy. In: *Blood* 134, S. 5102. DOI: 10.1182/blood-2019-123288.

Waller, Amy; Bryant, Jamie; Cameron, Emilie; Galal, Mohamed; Symonds, Ian; Sanson-Fisher, Rob (2018): Screening for recommended antenatal risk factors: How long does it take? In: *Women and Birth* 31 (6), S. 489–495. DOI: 10.1016/j.wombi.2018.01.005.

Wang, Mingwei; Che, Yue; Yang, Kai; Wang, Min; Xiong, Lijun; Huang, Yuchi (2011): A local-scale low-carbon plan based on the STIRPAT model and the scenario method: The case of Minhang District, Shanghai, China. In: *Energy Policy* 39 (11), S. 6981–6990. DOI: 10.1016/j.enpol.2011.07.041.

Weber, Walter Paul; Shaw, Jane; Pusic, Andrea; Wyld, Lynda; Morrow, Monica; King, Tari et al. (2022): Oncoplastic breast consortium recommendations for mastectomy and whole breast reconstruction in the setting of post-mastectomy radiation therapy. In: *The Breast* 63, S. 123–139. DOI: 10.1016/j.breast.2022.03.008.

WEI, Chien Hung; CHUNG, Ming Chih (2003): GREY STATISTICS METHOD OF TECHNOLOGY SELECTION FOR ADVANCED PUBLIC TRANSPORTATION SYSTEMS: The Experience of Taiwan. In: *IATSS Research* 27 (2), S. 66–72. DOI: 10.1016/S0386-1112(14)60145-X.

Williams, H.; Widdowfield, M.; Cosson, P. (2015): The Radiographer's multidisciplinary team role in theatre scenarios. In: *Radiography* 21 (2), S. 165–171. DOI: 10.1016/j.radi.2014.10.003.

Xia, Changfa; Hu, Shangying; Xu, Xiaoqian; Zhao, Xuelian; Qiao, Youlin; Broutet, Nathalie et al. (2019): Projections up to 2100 and a budget optimisation strategy towards cervical cancer elimination in China: a modelling study. In: *The Lancet Public Health* 4 (9), e462–e472. DOI: 10.1016/S2468-2667(19)30162-8.

Yan, Xiao-Ting; Zhai, Yun-Qiu; Cai, Ya-ya; Guo, Zhao; Zhang, Qian-Qian; Ying, Guang-Guo (2022): Hypothetical scenarios estimating and simulating the fate of antibiotics: Implications for antibiotic environmental pollution caused by manure application.

In: *Science of The Total Environment* 822, S. 153177. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.153177.

Yang, Yu; Sutanto, Christie (2019): Chance-constrained optimization for nonconvex programs using scenario-based methods. In: *ISA Transactions* 90, S. 157–168. DOI: 10.1016/j.isatra.2019.01.013.

You, John J.; Singer, Daniel E.; Howard, Patricia A.; Lane, Deirdre A.; Eckman, Mark H.; Fang, Margaret C. et al. (2012): Antithrombotic Therapy for Atrial Fibrillation: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. In: *Chest* 141 (2, Supplement), e531S–e575S. DOI: 10.1378/chest.11-2304.

Yu, Zhongxing; Bai, Chenggang; Cai, Kai-Yuan (2013): Mutation-oriented test data augmentation for GUI software fault localization. In: *Information and Software Technology* 55 (12), S. 2076–2098. DOI: 10.1016/j.infsof.2013.07.004.

Zaragoza, Rafael; Ferrer, Ricard; Maseda, Emilio; Llinares, Pedro; Rodriguez, Alejandro (2014): EPICO 2.0 project. Development of educational therapeutic recommendations using the DELPHI technique on invasive candidiasis in critically ill adult patients in special situations. In: *Revista Iberoamericana de Micología* 31 (3), S. 157–175. DOI: 10.1016/j.riam.2014.06.001.

Zhang, C.; Chen, H.; Hua, D.; Li, C.; Zhou, B.; Liang, Z. (2019): A novel interval voltage control method considering interval power data and discrete control variables. In: *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 107, S. 58–67. DOI: 10.1016/j.ijepes.2018.11.017.

Zhang, Cong; Chen, Haoyong; Guo, Manlan; Wang, Xiaojuan; Liu, Yumeng; Hua, Dong (2018): DC power flow analysis incorporating interval input data and network parameters through the optimizing-scenarios method. In: *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 96, S. 380–389. DOI: 10.1016/j.ijepes.2017.10.005.

Zhang, Kailai; SA, Darren de; Kanakamedala, Ajay; Sheean, Andrew J.; Vyas, Dharmesh (2019): Management of Concomitant Preoperative Rotator Cuff Pathology and Adhesive Capsulitis: A Systematic Review of Indications, Treatment Approaches, and Outcomes. In: *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 35 (3), S. 979–993. DOI: 10.1016/j.arthro.2018.10.126.

Zheng, Yan; Tormey, Christopher (2017): The Use of 4F-PCC to Correct Direct Oral Anticoagulant (DOAC)-Induced Coagulopathy: An Observational Analysis. In: *Blood* 130, S. 4912. DOI: 10.1182/blood.V130.Suppl\_1.4912.4912.

Zhou, Rui; Qin, Yanyan; Padoan, Andrea; Sciacovelli, Laura; Aita, Ada; Wang, Qingtao; Plebani, Mario (2020): Different approaches for estimating measurement uncertainty: An effective tool for improving interpretation of results. In: *Clinica Chimica Acta* 503, S. 223–227. DOI: 10.1016/j.cca.2019.11.011.

Zirngast, Klavdija; Kravanja, Zdravko; Pintarič, Zorka Novak (2019): Relative Optimality Index for Evaluation of the Approximate Methods for Synthesis of Flexible Processes under Uncertainty. In: Anton A. Kiss, Edwin Zondervan, Richard Lakerveld und Leyla Özkan (Hg.): Computer Aided Chemical Engineering : 29 European Symposium on Computer Aided Process Engineering, Bd. 46: Elsevier, S. 1105–1110. Online verfügbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128186343501855>.

Zuber, N.; Durham, M. (2013): 1139 – Reactive attachment disorder: effects and limits on treatment options. In: European Psychiatry 28, S. 1. DOI: 10.1016/S0924-9338(13)76237-0.

## Term 2

### Methode

Andersen, Per Dannemand; Hansen, Meiken; Selin, Cynthia (2021): Stakeholder inclusion in scenario planning—A review of European projects. In: Technological Forecasting and Social Change 169, S. 120802. DOI: 10.1016/j.techfore.2021.120802.

Boaventura, João M.G.; Fischmann, Adalberto A. (2008): Is your vision consistent?: A method for checking, based on scenario concepts. In: Futures 40 (7), S. 597–612. DOI: 10.1016/j.futures.2007.12.010.

Bowman, Gary; MacKay, R. Bradley; Masrani, Swapnesh; McKiernan, Peter (2013): Storytelling and the scenario process: Understanding success and failure. In: Technological Forecasting and Social Change 80 (4), S. 735–748. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.04.009.

Bryant, Benjamin P.; Lempert, Robert J. (2010): Thinking inside the box: A participatory, computer-assisted approach to scenario discovery. In: Technological Forecasting and Social Change 77 (1), S. 34–49. DOI: 10.1016/j.techfore.2009.08.002.

Cairns, George; Goodwin, Paul; Wright, George (2016): A decision-analysis-based framework for analysing stakeholder behaviour in scenario planning. In: European Journal of Operational Research 249 (3), S. 1050–1062. DOI: 10.1016/j.ejor.2015.07.033.

Carlsen, H.; Dreborg, K. H.; Godman, M.; Hansson, S. O.; Johansson, L.; Wikman-Svahn, P. (2010): Assessing socially disruptive technological change. In: Technology in Society 32 (3), S. 209–218. DOI: 10.1016/j.techsoc.2010.07.002.

Crawford, Megan M.; Wright, George (2022): The value of mass-produced COVID-19 scenarios: A quality evaluation of development processes and scenario content. In: Technological Forecasting and Social Change, S. 121937. DOI: 10.1016/j.techfore.2022.121937.

Frith, David; Tapinos, Efstathios (2020): Opening the ‘black box’ of scenario planning through realist synthesis. In: *Technological Forecasting and Social Change* 151, S. 119801. DOI: 10.1016/j.techfore.2019.119801.

Fuller, Ted (2017): Anxious relationships: The unmarked futures for post-normal scenarios in anticipatory systems. In: *Technological Forecasting and Social Change* 124, S. 41–50. DOI: 10.1016/j.techfore.2016.07.045.

Geum, Youngjung; Lee, Sora; Park, Yongtae (2014): Combining technology roadmap and system dynamics simulation to support scenario-planning: A case of car-sharing service. In: *Computers & Industrial Engineering* 71, S. 37–49. DOI: 10.1016/j.cie.2014.02.007.

Gunnar Austvik, Ole (1992): Limits to oil pricing: Scenario planning as a device to understand oil price developments. In: *Energy Policy* 20 (11), S. 1097–1105. DOI: 10.1016/0301-4215(92)90168-2.

Harmáčková, Zuzana V.; Vačkář, David (2018): Future uncertainty in scenarios of ecosystem services provision: Linking differences among narratives and outcomes. In: *Ecosystem Services* 33, S. 134–145. DOI: 10.1016/j.ecoser.2018.06.005.

Ilmola, Leena; Rovenskaya, Elena (2016): Three experiments: The exploration of unknown unknowns in foresight. In: *Technological Forecasting and Social Change* 106, S. 85–100. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.12.015.

Meissner, Philip; Wulf, Torsten (2013): Cognitive benefits of scenario planning: Its impact on biases and decision quality. In: *Technological Forecasting and Social Change* 80 (4), S. 801–814. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.09.011.

Ramirez, Rafael; Wilkinson, Angela (2014): Rethinking the 2×2 scenario method: Grid or frames? In: *Technological Forecasting and Social Change* 86, S. 254–264. DOI: 10.1016/j.techfore.2013.10.020.

Spaniol, Matthew J.; Rowland, Nicholas J. (2018): The scenario planning paradox. In: *Futures* 95, S. 33–43. DOI: 10.1016/j.futures.2017.09.006.

Star, Jonathan; Rowland, Erika L.; Black, Mary E.; Enquist, Carolyn A.F.; Garfin, Gregg; Hoffman, Catherine Hawkins et al. (2016): Supporting adaptation decisions through scenario planning: Enabling the effective use of multiple methods. In: *Climate Risk Management* 13, S. 88–94. DOI: 10.1016/j.crm.2016.08.001.

Wright, George; Cairns, George; O'Brien, Frances A.; Goodwin, Paul (2019): Scenario analysis to support decision making in addressing wicked problems: Pitfalls and potential. In: *European Journal of Operational Research* 278 (1), S. 3–19. DOI: 10.1016/j.ejor.2018.08.035.



Wright, George; Goodwin, Paul (2009): Decision making and planning under low levels of predictability: Enhancing the scenario method. In: *International Journal of Forecasting* 25 (4), S. 813–825. DOI: 10.1016/j.ijforecast.2009.05.019.

## Studie

Bentham, Jeremy (2014): The scenario approach to possible futures for oil and natural gas. In: *Energy Policy* 64, S. 87–92. DOI: 10.1016/j.enpol.2013.08.019.

Cairns, George; Wright, George; Bradfield, Ron; van der Heijden, Kees; Burt, George (2004): Exploring e-government futures through the application of scenario planning. In: *Technological Forecasting and Social Change* 71 (3), S. 217–238. DOI: 10.1016/S0040-1625(02)00371-2.

Chang, Suk-Gwon (2015): A structured scenario approach to multi-screen ecosystem forecasting in Korean communications market. In: *Technological Forecasting and Social Change* 94, S. 1–20. DOI: 10.1016/j.techfore.2014.04.005.

Goldstein, Don (2015): Climate-adaptive technological change in a small region: A resource-based scenario approach. In: *Technological Forecasting and Social Change* 99, S. 168–180. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.04.014.

Hafezi, Reza; Akhavan, AmirNaser; Pakseresht, Saeed; A. Wood, David (2021): Global natural gas demand to 2025: A learning scenario development model. In: *Energy* 224, S. 120167. DOI: 10.1016/j.energy.2021.120167.

Haward, Marcus; Davidson, Julie; Lockwood, Michael; Hockings, Marc; Kriwoken, Lorne; Allchin, Robyn (2013): Climate change, scenarios and marine biodiversity conservation. In: *Marine Policy* 38, S. 438–446. DOI: 10.1016/j.marpol.2012.07.004.

Kollosche, Ingo (2014): Communicating Electric Mobility Futures: Towards a School of Mobility. Combining Futures Research and Strategic Implementation Process1. In: *Transportation Research Procedia* 4, S. 116–119. DOI: 10.1016/j.trpro.2014.11.010.

Kuzdas, Christopher; Wiek, Arnim (2014): Governance scenarios for addressing water conflicts and climate change impacts. In: *Environmental Science & Policy* 42, S. 181–196. DOI: 10.1016/j.envsci.2014.06.007.

Lamé, Guillaume; Jouini, Oualid; Stal-Le Cardinal, Julie (2019): Methods and contexts: Challenges of planning with scenarios in a hospital's division. In: *Futures* 105, S. 78–90. DOI: 10.1016/j.futures.2018.09.005.

Marcial, Elaine Coutinho; Schneider, Eduardo Rodrigues; Pio, Marcello José; Leal, Rodrigo Mendes; Fronzaglia, Thomaz; Gimene, Márcio (2022): Post-COVID-19 scenarios: A method for moments of crisis. In: *Futures* 142, S. 102996. DOI: 10.1016/j.futures.2022.102996.

Nalau, Johanna; Cobb, Gemma (2022): The strengths and weaknesses of future visioning approaches for climate change adaptation: A review. In: *Global Environmental Change* 74, S. 102527. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2022.102527.

Penker, Marianne; Wyrzens, Hans Karl (2005): Scenarios for the Austrian food chain in 2020 and its landscape impacts. In: *Landscape and Urban Planning* 71 (2), S. 175–189. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2004.03.002.

Totin, Edmond; Butler, James R.; Sidibé, Amadou; Partey, Samuel; Thornton, Philip K.; Tabo, Ramadjita (2018): Can scenario planning catalyse transformational change? Evaluating a climate change policy case study in Mali. In: *Futures* 96, S. 44–56. DOI: 10.1016/j.futures.2017.11.005.

## Übersicht/ Diskussion

Amer, Muhammad; Daim, Tugrul U.; Jetter, Antonie (2013): A review of scenario planning. In: *Futures* 46, S. 23–40. DOI: 10.1016/j.futures.2012.10.003.

Bradfield, Ron; Wright, George; Burt, George; Cairns, George; van der Heijden, Kees (2005): The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning. In: *Futures* 37 (8), S. 795–812. DOI: 10.1016/j.futures.2005.01.003.

Bradfield, Ronald; Derbyshire, James; Wright, George (2016): The critical role of history in scenario thinking: Augmenting causal analysis within the Intuitive Logics scenario development methodology. In: *Futures* 77, S. 56–66. DOI: 10.1016/j.futures.2016.02.002.

Nowack, Martin; Endrikat, Jan; Guenther, Edeltraud (2011): Review of Delphi-based scenario studies: Quality and design considerations. In: *Technological Forecasting and Social Change* 78 (9), S. 1603–1615. DOI: 10.1016/j.techfore.2011.03.006.

Raford, Noah (2015): Online foresight platforms: Evidence for their impact on scenario planning & strategic foresight. In: *Technological Forecasting and Social Change* 97, S. 65–76. DOI: 10.1016/j.techfore.2014.03.008.

Rowland, Nicholas J.; Spaniol, Matthew J. (2017): Social foundation of scenario planning. In: *Technological Forecasting and Social Change* 124, S. 6–15. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.02.013.

Wright, George; Bradfield, Ron; Cairns, George (2013): Does the Intuitive Logics method – and its recent enhancements – produce “effective” scenarios? In: *Technological Forecasting and Social Change* 80 (4), S. 631–642. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.09.003.

Wright, George; Cairns, George; Goodwin, Paul (2009): Teaching scenario planning: Lessons from practice in academe and business. In: *European Journal of Operational Research* 194 (1), S. 323–335. DOI: 10.1016/j.ejor.2007.12.003.

## Verworfen

Ellis, Christopher J.; Eaton, Sally; Theodoropoulos, Marios; Coppins, Brian J.; Seaward, Mark R.D.; Simkin, Janet (2014): Response of epiphytic lichens to 21st Century climate change and tree disease scenarios. In: *Biological Conservation* 180, S. 153–164. DOI: 10.1016/j.biocon.2014.09.046.

O'Brien, Frances A.; Meadows, Maureen; Griffiths, Sam (2017): Serialisation and the use of Twitter: Keeping the conversation alive in public policy scenario projects. In: *Technological Forecasting and Social Change* 124, S. 26–40. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.05.015.

Ritzinger, Ulrike; Puchinger, Jakob; Rudloff, Christian; Hartl, Richard F. (2022): Comparison of anticipatory algorithms for a dial-a-ride problem. In: *European Journal of Operational Research* 301 (2), S. 591–608. DOI: 10.1016/j.ejor.2021.10.060.

## Term 3

### Methode

Bowman, Gary; MacKay, R. Bradley; Masrani, Swapnesh; McKiernan, Peter (2013): Storytelling and the scenario process: Understanding success and failure. In: *Technological Forecasting and Social Change* 80 (4), S. 735–748. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.04.009.

Cairns, George; Ahmed, Iftekhar; Mullett, Jane; Wright, George (2013): Scenario method and stakeholder engagement: Critical reflections on a climate change scenarios case study. In: *Technological Forecasting and Social Change* 80 (1), S. 1–10. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.08.005.

Cairns, George; Wright, George; Fairbrother, Peter (2016): Promoting articulated action from diverse stakeholders in response to public policy scenarios: A case analysis of the use of 'scenario improvisation' method. In: *Technological Forecasting and Social Change* 103, S. 97–108. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.10.009.

Cairns, George; Wright, George; van der Heijden, Kees; Bradfield, Ron; Burt, George (2006): Enhancing foresight between multiple agencies: Issues in the use of scenario thinking to overcome fragmentation. In: *Futures* 38 (8), S. 1010–1025. DOI: 10.1016/j.futures.2005.12.020.

Ilmola, Leena; Rovenskaya, Elena (2016): Three experiments: The exploration of unknown unknowns in foresight. In: *Technological Forecasting and Social Change* 106, S. 85–100. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.12.015.

Meissner, Philip; Wulf, Torsten (2013): Cognitive benefits of scenario planning: Its impact on biases and decision quality. In: *Technological Forecasting and Social Change* 80 (4), S. 801–814. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.09.011.

Neuvonen, Aleks; Kaskinen, Tuuli; Leppänen, Juha; Lähteenoja, Satu; Mokka, Roope; Ritola, Maria (2014): Low-carbon futures and sustainable lifestyles: A backcasting scenario approach. In: *Futures* 58, S. 66–76. DOI: 10.1016/j.futures.2014.01.004.

Postma, Theo J.B.M.; Liebl, Franz (2005): How to improve scenario analysis as a strategic management tool? In: *Technological Forecasting and Social Change* 72 (2), S. 161–173. DOI: 10.1016/j.techfore.2003.11.005.

Saritas, Ozcan; Nugroho, Yanuar (2012): Mapping issues and envisaging futures: An evolutionary scenario approach. In: *Technological Forecasting and Social Change* 79 (3), S. 509–529. DOI: 10.1016/j.techfore.2011.09.005.

## Studie

Bergman, Jukka; Viljainen, Satu; Kässi, Tuomo; Partanen, Jarmo; Laaksonen, Petteri (2006): Managing the exploration of new operational and strategic activities using the scenario method—assessing future capabilities in the field of electricity distribution industry. In: *International Journal of Production Economics* 104 (1), S. 46–61. DOI: 10.1016/j.ijpe.2005.01.013.

Cairns, George; Wright, George; Fairbrother, Peter; Phillips, Richard (2017): ‘Branching scenarios’ seeking articulated action for regional regeneration – A case study of limited success. In: *Technological Forecasting and Social Change* 124, S. 189–202. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.01.014.

Douglas, Conor M.W.; Panagiotoglou, Dimitra; Dragojlovic, Nick; Lynd, Larry (2021): Methodology for constructing scenarios for health policy research: The case of coverage decision-making for drugs for rare diseases in Canada. In: *Technological Forecasting and Social Change* 171, S. 120960. DOI: 10.1016/j.techfore.2021.120960.

Goldstein, Don (2015): Climate-adaptive technological change in a small region: A resource-based scenario approach. In: *Technological Forecasting and Social Change* 99, S. 168–180. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.04.014.

Haasnoot, M.; Middelkoop, H. (2012): A history of futures: A review of scenario use in water policy studies in the Netherlands. In: *Environmental Science & Policy* 19-20, S. 108–120. DOI: 10.1016/j.envsci.2012.03.002.

Marcial, Elaine Coutinho; Schneider, Eduardo Rodrigues; Pio, Marcello José; Leal, Rodrigo Mendes; Fronzaglia, Thomaz; Gimene, Márcio (2022): Post-COVID-19 scenarios: A method for moments of crisis. In: *Futures* 142, S. 102996. DOI: 10.1016/j.futures.2022.102996.

Priess, Joerg A.; Hauck, Jennifer; Haines-Young, Roy; Alkemade, Rob; Mandryk, Maryia; Veerkamp, Clara et al. (2018): New EU-scale environmental scenarios until 2050 – Scenario process and initial scenario applications. In: *Ecosystem Services* 29, S. 542–551. DOI: 10.1016/j.ecoser.2017.08.006.

Varho, Vilja; Tapio, Petri (2013): Combining the qualitative and quantitative with the Q2 scenario technique — The case of transport and climate. In: *Technological Forecasting and Social Change* 80 (4), S. 611–630. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.09.004.

## Übersicht/ Diskussion

### Verworfen

Kebede, Abiy S.; Nicholls, Robert J.; Allan, Andrew; Arto, Iñaki; Cazcarro, Ignacio; Fernandes, Jose A. et al. (2018): Applying the global RCP–SSP–SPA scenario framework at sub-national scale: A multi-scale and participatory scenario approach. In: *Science of The Total Environment* 635, S. 659–672. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.368.

Persky, Susan; Kaphingst, Kimberly A.; Condit, Celeste M.; McBride, Colleen M. (2007): Assessing hypothetical scenario methodology in genetic susceptibility testing analog studies: a quantitative review. In: *Genetics in Medicine* 9 (11), S. 727–738. DOI: 10.1097/GIM.0b013e318159a344.

### Amer et al.

### Methode

Amer, M. (2011): Development of fuzzy cognitive map (FCM) based scenarios. In: *Portland International Center for Management of Engineering and Technology (PICMET): Technology Management in the Energy Smart World*, S. 1–15.

Bezold, C. (2009): Aspirational futures. In: *Journal of Futures Studies* 13, S. 81–90.

Brabandere, L.; Iny, A. (2010): Scenarios and creativity: thinking in new boxes. In: *Technological Forecasting and Social Change* 77, S. 1506–1512.

Burt, G.; Heijden, K. (2003): First steps: towards purposeful activities in scenario thinking and future studies. In: *Futures* 35, S. 1011–1026.

Chermack, T. J.; Lynham, S. A.; Merwe, L. (2006): Exploring the relationship between scenario planning and perceptions of learning organization characteristics. In: *Futures* 38, S. 767–777.

Craiger, J.; Goodman, D.; Wiss, R.; Butler, B. (1996): Modeling organizational behavior with fuzzy cognitive maps. In: *International Journal of Computational Intelligence and Organizations* 1, S. 120–123.

Curry, A. (2009): From foresight to insight: using scenarios well. In: *Journal of Futures Studies* 13 (February), S. 119–122.

Durand, J. (1972): A new method for constructing scenarios. In: *Futures* 4, S. 325–330.

Enzer, S. (1972): Cross-impact techniques in technology assessment. In: *Futures* 4, S. 30–51.

Enzer, S. (1980): INTERAX—an interactive model for studying future business environments: Part I. In: *Technological Forecasting and Social Change* 17, S. 141–159.

Enzer, S. (1981): Exploring long-term business climates and strategies with INTERAX. In: *Futures* 13, S. 468–482.

Fahey, L.; Randall, R. M. (Hg.) (1998): *Learning from the Future: Competitive Foresight Scenarios*. first. New York: John Wiley & Sons Inc.

Foster, M. J. (1993): Scenario planning for small business. In: *Long Range Planning* 26, S. 123–129.

Foster, M. J. (1993): Scenario planning for small businesses. In: *Long Range Planning* 26, S. 123–129.

Godet, M. (1990): Integration of scenarios and strategic management: using relevant, consistent and likely scenarios. In: *Futures* 22, S. 730–739.

Godet, M. (2000): Forefront: how to be rigorous with scenario planning. In: *Foresight* 2, S. 5–9.

Godet, M. (2000): The art of scenarios and strategic planning: tools and pitfalls. In: *Technological Forecasting and Social Change* 65, S. 3–22.

Godet, M. (2001): *Creating Futures: Scenario Planning as a Strategic Management Tool*, Economica. London.

Goodier, C.; Austin, S.; Soetanto, R.; Dainty, A. (2010): Causal mapping and scenario building with multiple organisations. In: *Futures* 42, S. 219–229.

Gordon, T. J. (1994): Cross impact method. In: *Futures Research Methodology*, S. 1–18. Online verfügbar unter <http://www.agri-peri.ir/AKHBAR/cd1/FORESIGHT%20METHODOLOGY%20%26%20FORECASTING/FORESIGHT%20METHODOLOGY/related%20articles/books/Future%20Research%20Methodology/10-cross.pdf>.

Gordon, T. J. (1994): Trend impact analysis. In: *Futures Research Methodology*, S. 1–19. Online verfügbar unter <http://test.scripts.psu.edu/students/d/j/djz5014/nc2if/08-Trend%20Impact%20Analysis.pdf>.

Gordon, T. J.; Hayward, H. (1968): Initial experiments with the cross impact matrix method of forecasting. In: *Futures* 1, S. 100–116.

Hans-Horst, S.; Jetter, A.J.M. (2003): Integrating market and technological knowledge in the fuzzy front end: an FCM-based action support system. In: *International Journal of Technology Management* 26, S. 517–539.

- Hossain, S.; Brooks, L. (2008): Fuzzy cognitive map modelling educational software adoption. In: *Computers & Education* 51, S. 1569–1588.
- Jenkins, L. (1997): Selecting a variety of futures for scenario development. In: *Technological Forecasting and Social Change* 55, S. 15–20.
- Jetter, A.; Schweinfort, W. (2011): Building scenarios with Fuzzy Cognitive Maps: an exploratory study of solar energy. In: *Futures* 43, S. 52–66.
- Jetter, A.J.M. (2003): *Educating the Guess: Strategies, Concepts, and Tools for the Fuzzy Front End of Product Development*, Portland International Center for Management of Engineering and Technology (PICMET, Portland, OR, USA).
- Joseph, C. F. (2000): Scenario planning. In: *Technological Forecasting and Social Change* 65, S. 115–123.
- Kahn, H.; Wiener, A. J. (1967): *The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years*. New York: The Macmillan.
- Kandasamy, W.B.V.; Smarandache, F. (2003): *Fuzzy Cognitive Maps and Neutrosophic Cognitive Maps*. Madras, Chennai, India: Indian Institute of Technology.
- Keough, S. M.; Shanahan, K. J. (2008): Scenario planning: toward a more complete model for practice. In: *Advances in Developing Human Resources* 10, S. 166–178.
- Kluyver, C. A. (1980): Bottom-up sales forecasting through scenario analysis. In: *Industrial Marketing Management* 9, S. 167–170.
- Kok, K.; Delden, H. (2009): Combining two approaches of integrated scenario development to combat desertification in the Guadalentin watershed, Spain. In: *Environment and Planning B: Planning and Design* 36, S. 49–66.
- Kosko, B. (1986): Fuzzy cognitive maps. In: *International Journal of Man–Machine Studies* 24, S. 65–75.
- Kosko, B. (1997): *Fuzzy Engineering*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Lee, K. C.; Kim, J. S.; Chung, N. H.; Kwon, S. J. (2002): Fuzzy cognitive map approach to web-mining inference amplification. In: *Expert Systems with Applications* 22, S. 197–211.
- List, D. (2005): *Scenario Network Mapping: The Development of a Methodology for Social Inquiry*. PhD thesis. Division of Business and Enterprise, University of South Australia.
- List, D. (2007): Scenario network mapping. In: *Journal of Futures Studies* 11, S. 77–96.
- MacNulty, C.A.R. (1977): Scenario development for corporate planning. In: *Futures* 9, S. 128–138.

- Notten, P.W.F.; Rotmans, J.; Asselt, M.B.A.; Rothman, D. S. (2003): An upyeard scenario typology. In: *Futures* 35, S. 423–443.
- Perusich, K. (2008): Using fuzzy cognitive maps to identify multiple causes in troubleshooting systems. In: *Integrated Computer-Aided Engineering* 15, S. 197–206.
- Peterson, G. D.; Cumming, G. S.; Carpenter, S. R. (2003): Scenario planning: a tool for conservation in an uncertain world. In: *Conservation Biology* 17, S. 358–366.
- Pillkahn, U. (2005): Technology intelligence: basis for a smart business strategies. In: *Futures Research Quarterly* 21, S. 5–17.
- Pillkahn, U. (2008): *Using Trends and Scenarios as Tools for Strategy Development*. Erlangen, Germany: Publicis Corporate Publishing.
- Porter, A. L.; Roper, A. T.; Mason, T. W.; Rossini, F. A.; Banks, J. (1991): *Forecasting and Management of Technology*. first. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Postma, T.J.B.M.; Liebl, F. (2005): How to improve scenario analysis as a strategic management tool? In: *Technological Forecasting and Social Change* 72, S. 161–173.
- Ritchey, T. (1997): Scenario development and risk management using morphological field analysis. In: *Fifth European Conference on Information Systems (ECIS)*. Cork, Ireland, S. 1053–1059.
- Sadiq, R.; Kleiner, Y.; Rajani, B. (2010): Interpreting fuzzy cognitive maps (FCMs) using fuzzy measures to evaluate water quality failures in distribution networks. In: *Joint International Conference on Computation in Civil and Building Engineering (ICCCBE XI)*, S. 1–10.
- Saliba, G. (2009): Windows for the mind: the use of scenario planning for enhancing decision-making and managing uncertainty. In: *Journal of Futures Studies* 13 (February), S. 123–128.
- Salmeron, J. L. (2009): Augmented fuzzy cognitive maps for modelling LMS critical success factors. In: *Knowledge-Based Systems* 22, S. 275–278.
- Sarpong, D.; Maclean, M. (2011): Scenario thinking: a practice-based approach for the identification of opportunities for innovation. In: *Futures* 43, S. 1154–1163.
- Schnaars, S. P. (1987): How to develop and use scenarios. In: *Long Range Planning* 20, S. 105–114.
- Schoemaker, P.J.H. (1993): Multiple scenario development: its conceptual and behavioral foundation. In: *Strategic Management Journal* 14, S. 193–213.
- Schoemaker, P.J.H. (1995): Scenario planning: a tool for strategic thinking. In: *Sloan Management Review* 36, S. 25–40.



- Schoemaker, P.J.H.; Heijden, C.A.J.M. (1992): Integrating scenarios into strategic planning at royal Dutch/Shell. In: *Strategy & Leadership* 20, S. 41–46.
- Schwab, P.; Cerutti, F.; Reibnitz, U. H. (2003): Foresight – using scenarios to shape the future of agricultural research. In: *Foresight* 5, S. 55–61.
- Schwartz, P. (1996): *The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World*. New York: Currency Doubleday.
- Schwartz, P. (2009): Your Future in 5 Easy Steps: Wired Guide to Personal Scenario Planning. In: *Wired Magazine* 17 (08)). Online verfügbar unter [http://www.wired.com/special\\_multimedia/2009/ff\\_scenario\\_1708](http://www.wired.com/special_multimedia/2009/ff_scenario_1708).
- Sharif, A. M.; Irani, Z. (2006): Exploring fuzzy cognitive mapping for IS evaluation. In: *European Journal of Operational Research* 173, S. 1175–1187.
- Slaughter, R. A. (1999): A new framework for environmental scanning. In: *Journal of Foresight* 1, S. 387–397.
- Slaughter, R. A. (2003): Knowledge creation, futures methodologies and the integral agenda. In: *Journal of Foresight* 3, S. 407–418.
- Stewart, C. C. (2008): Integral scenarios: reframing theory, building from practice. In: *Futures* 40, S. 160–172.
- Strauss, J. D.; Radnor, M. (2004): Roadmapping for dynamic and uncertain environments. In: *Research Technology Management* 47, S. 51–57.
- Stylios, C. D.; Groumpos, P. P. (2000): Fuzzy cognitive maps in modeling supervisory control systems. In: *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems* 8, S. 83–98.
- Taber, R. (1991): Knowledge processing with fuzzy cognitive maps. In: *Expert Systems with Applications* 2, S. 83–87.
- Taber, W.; Siegel, M. (1987): Estimation of experts' weights using fuzzy cognitive maps. In: *IEEE International Conference on Neural Networks*, S. 319–326.
- Vanston, J. H.; Frisbie, W. P.; Lopreato, S. C.; Boston, D. L. (1977): Alternate scenario planning. In: *Technological Forecasting and Social Change* 10, S. 159–180.
- Vecchiato, R.; Roveda, C. (2010): Strategic foresight in corporate organizations: handling the effect and response uncertainty of technology and social drivers of change. In: *Technological Forecasting and Social Change* 77, S. 1527–1539.
- Vliet, M.; Kok, K.; Veldkamp, T. (2010): Linking stakeholders and modellers in scenario studies: the use of Fuzzy Cognitive Maps as a communication and learning tool. In: *Futures* 42, S. 1–14.
- Voros, J. (2008): Integral futures: an approach to futures inquiry. In: *Futures* 40, S. 190–201.

Wack, P. (1985): Scenarios: shooting the rapids. In: Harvard Business Review 63.

Wack, P. (1985): Scenarios: uncharted waters ahead. In: Harvard Business Review 63.

Wilson, I. (1998): Mental maps of the future: an Intuitive Logics approach to scenarios. In: L. Fahey und R. M. Randall (Hg.): Learning from the Future: Competitive Foresight Scenarios. first. New York: John Wiley & Sons Inc, S. 81–108.

Wilson, I. H.; George, W. R.; Solomon, P. J. (1978): Strategic planning for marketers. In: Business Horizons 21, S. 65–73.

Wilson, I. H.; in Scenarios; Fowles, J. (Hg.) (1978): Handbook of Futures Research. Westport, CT: Greenwood Press.

## Studie

Hanse´ n, Scenarios in Europe—who uses them and why? (1984). In: Long Range Planning 17, S. 45–49.

Amer, M.; Jetter, A. J.; Daim, T. U. (2011): Development of fuzzy cognitive map (FCM) based scenarios for wind energy. In: International Journal of Energy Sector Management 5, S. 564–584.

Burt, G. (2007): Why are we surprised at surprises? Integrating disruption theory and system analysis with the scenario methodology to help identify disruptions and discontinuities. In: Technological Forecasting and Social Change 74, S. 731–749.

Coyle, R. G.; McGlone, G. R. (1995): Projecting scenarios for South-east Asia and the South-west Pacific. In: Futures 27, S. 65–79.

Dator, J. (1979): The futures of cultures and cultures of the future. In: T. Marsella, T. Ciborowski und R. Tharp (Hg.): Perspectives on Cross Cultural Psychology. New York, NY: Academic Press.

Dator, J. (2002): Advancing Futures: Futures Studies in Higher Education. Westport, CT: Praeger.

Durance, P. (2010): Reciprocal influences in future thinking between Europe and the USA. In: Technological Forecasting and Social Change 77, S. 1469–1475.

Fontela, E.; Hingel, A. (1993): Scenarios on economic and social cohesion in Europe. In: Futures 25, S. 139–154.

Grunwald, A. (2011): Energy futures: diversity and the need for assessment. In: Futures 43, S. 820–830.

Hayward, P.; Voros, J.; Morrow, R. (2012): Foresight education in Australia—time for a hybrid model? In: Futures 44, S. 181–188.

- Huss, W. R. (1988): A move toward scenario analysis. In: *International Journal of Forecasting* 4, S. 377–388.
- Jouvenel, H. (1986): Prospective for a new citizenship. In: *Futures* 18, S. 125–133.
- Linneman, R. E.; Klein, H. E. (1979): The use of multiple scenarios by U.S. industrial companies. In: *Long Range Planning* 12, S. 83–90.
- Linneman, R. E.; Klein, H. E. (1983): The use of multiple scenarios by U.S. industrial companies: a comparison study, 1977–1981. In: *Long Range Planning* 16, S. 94–101.
- Miles, I.; Keenan, M. (2002): Practical Guide to Regional Foresight in the United Kingdom. In: Directorate-General for Research, European Commission. Online verfügbar unter <http://cordis.europa.eu/foresight/cgrf.htm>.
- Rodriguez-Repiso, L.; Setchi, R.; Salmeron, J. L. (2007): Modelling IT projects success with Fuzzy Cognitive Maps. In: *Expert Systems with Applications* 32, S. 543–559.
- Saritas, O.; Oner, M. A. (2004): Systemic analysis of UK foresight results: joint application of integrated management model and roadmapping. In: *Technological Forecasting and Social Change* 71, S. 27–65.
- Slaughter, R. A. (1999): *Futures for the Third Millennium: Enabling the Forward View*, Prospect Media, St. Leonards, Australia.
- Zwicky, F. (1962): *Morphology of Propulsive Power*, first ed., Society for Morphological Research. Pasadena, CA.

## Übersicht/ Diskussion

- Aguilar, J. (2005): A survey about fuzzy cognitive maps papers. In: *International Journal of Computational Cognition* 3, S. 27–33.
- Alcamo, J.; Henrichs, T. (2009): Towards guidelines for environmental scenario analysis. In: *Environmental Futures: The Practice of Environmental Scenario Analysis*. first. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, S. 13–35.
- Barber, M. (2009): Questioning scenarios. In: *Journal of Futures Studies* 13 (February), S. 139–146.
- Becker, H. S. (1983): Scenarios: a tool of growing importance to policy analysts in government and industry. In: *Technological Forecasting and Social Change* 23, S. 95–120.
- Bezold, C. (2010): Lessons from using scenarios for strategic foresight. In: *Technological Forecasting and Social Change* 77, S. 1513–1518.
- Bishop, P.; Hines, A.; Collins, T. (2007): The current state of scenario development: an overview of techniques. In: *Foresight* 9, S. 5–25.

- Börjeson, L.; Höjer, M.; Dreborg, K.-H.; Ekvall, T.; Finnveden, G. (2006): Scenario types and techniques: towards a user's guide. In: *Futures* 38, S. 723–739.
- Bradfield, R.; Wright, G.; Burt, G.; Cairns, G.; Heijden, K. Van Der (2005): The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning. In: *Futures* 37, S. 795–812.
- Chermack, T. J.; Lynham, S. A.; Ruona, W.E.A. (2001): A review of scenario planning literature. In: *Futures Research Quarterly* 17, S. 7–31.
- Curry, A.; Schultz, W. (2009): Roads less travelled: different methods, different futures. In: *Journal of Futures Studies* 13, S. 35–60.
- Doorn, J.W.M.; Vught, F. A. (1983): Futures research in the Netherlands 1960–1980. In: *Futures* 15, S. 504–516.
- Durance, Philippe; Godet, Michel (2010): Scenario building: Uses and abuses. In: *Technological Forecasting and Social Change* 77 (9), S. 1488–1492. DOI: 10.1016/j.techfore.2010.06.007.
- Hicks, D.; Holden, C. (1995): *Visions of the Future: Why We Need to Teach for Tomorrow*: Stoke-on-Trent. London, UK: Trentham Books.
- Hiltunen, E. (2009): Scenarios: process and outcome. In: *Journal of Futures Studies* 13 (February), S. 151–152.
- Huss, W. R.; Honton, E. J. (1987): Alternative methods for developing business scenarios. In: *Technological Forecasting and Social Change* 31, S. 219–238.
- Huss, W. R.; Honton, E. J. (1987): Scenario planning—what style should you use? In: *Long Range Planning* 20, S. 21–29.
- Inayatullah, S. (2009): Questioning scenarios. In: *Journal of Futures Studies* 13 (February), S. 75–80.
- Kosow, H.; Gaßner, R. (2008): *Methods of Future and Scenario Analysis*, DIE Research Project “Development Policy: Questions for the Future”. Bonn, Germany.
- Love, R. (2009): Who will engage in scenario planning ten to twenty years from now? In: *Journal of Futures Studies* 13 (February), S. 153–154.
- Marsella, T.; Ciborowski, T.; Tharp, R. (Hg.) (1979): *Perspectives on Cross Cultural Psychology*. New York, NY: Academic Press.
- Martelli, A. (2001): Scenario building and scenario planning: state of the art and prospects of evolution. In: *Futures Research Quarterly* 17, S. 57–70.
- Martin, B. R. (1995): Foresight in science and technology. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 7, S. 139–168.

- Martin, B. R. (2010): The origins of the concept of 'foresight' in science and technology: an insider's perspective. In: *Technological Forecasting and Social Change* 77, S. 1438–1447.
- Martino, J. P. (2003): A review of selected recent advances in technological forecasting. In: *Technological Forecasting and Social Change* 70, S. 719–733.
- Mietzner, D.; Reger, G. (2005): Advantages and disadvantages of scenario approaches for strategic foresight. In: *International Journal of Technology Intelligence and Planning* 1, S. 220–239.
- Mintzberg, H. (1994): *The Rise and Fall of Strategic Planning: Reconceiving Roles for Planning, Plans Planners*. New York: The Free Press.
- Ringland, G. (2010): The role of scenarios in strategic foresight. In: *Technological Forecasting and Social Change* 77, S. 1493–1498.
- Schoemaker, P.J.H. (1991): When and how to use scenario planning: a heuristic approach with illustration. In: *Journal of Forecasting* 10, S. 549–564.
- Schwarz, B. (1977): Long-range planning in the public sector. In: *Futures* 9, S. 115–127.
- van der Heijden, K. (1996): *Scenarios: The Art of Strategic Conversation*. Chichester, England: John Wiley.
- Varum, Celeste Amorim; Melo, Carla (2010): Directions in scenario planning literature – A review of the past decades. In: *Futures* 42 (4), S. 355–369. DOI: 10.1016/j.futures.2009.11.021.
- Vught, F. A. (1987): Pitfalls of forecasting: fundamental problems for the methodology of forecasting from the philosophy of science. In: *Futures* 19, S. 184–196.
- Wilkinson, A. (2009): Scenarios practices: in search of theory. In: *Journal of Futures Studies* 13 (February), S. 107–114.

## Verworfen

- Barel, Y. (1974): The idea of reproduction. In: *Futures* 6, S. 93–102.
- Burt, G. (2010): Revisiting and extending our understanding of Pierre Wack's the gentle art of re-perceiving. In: *Technological Forecasting and Social Change* 77, S. 1476–1484.
- Butter, M.; Keenan, M.; Braun, A.; Defrasne, S. R.; Weber, M.; Giesecke, S.; Crehan, P. (2007). In: *Foresight in Europe and other Regions of the World: The EFMN Annual Report 2005–2006*. Online verfügbar unter <http://www.foresight-network.eu/files/reports/efmnar2006.pdf>.
- Galtung, J. (1998). Copenhagen: Christian Ejlers (Essays in Peace Research, vols. 1–6).

Inayatullah, S. (1993): From 'who am I?' to 'when am I?': framing the shape and time of the future. In: *Futures* 25, S. 235–253.

Inayatullah, S. (2008): Six pillars: futures thinking for transforming. In: *Foresight* 10, S. 4–21.

Pulver, S.; Deveer, S. Van (2007): Futurology and futurizing: a research agenda on the practice and politics of global environmental scenarios. In: *Amsterdam Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change Earth Systems Governance: Theories and Strategies for Sustainability*. Amsterdam, Netherlands.

Rigby, D.; Bilodeau, B. (2007): Selecting management tools wisely. In: *Harvard Business Review* 85, S. 20–22.

Wilber, K. (1995): *Sex, Ecology, Spirituality: The Spirit of Evolution*. Boston: Shambhala.

Wilber, K. (2000): *Integral Psychology*. Boston: Shambhala.

## A4 Vollständige Liste der untersuchten Vorgehensmodelle

Nr.	Beschreibung	Quelle
GBN - Schwartz		
1	„Der Prozess der Szenario-Entwicklung in seinem Ansatz ist ein iterativer Prozess, der nicht so stark strukturiert ist wie die Prozesse der kontinentaleuropäischen Ansätze. Innerhalb dieses Prozesses bewegen sich die beteiligten Akteure zwischen den einzelnen Phasen, die auch miteinander verflochten sind. / Abbildung 5.11 Prozess der Szenario-Entwicklung nach Schwartz (erstellt nach Schwartz, 1996)“	Schwartz, P.: The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World. Currency Doubleday, New York, 1996.
SRI - Hawken; Schwartz; Ogilvy		
2	„Die SRI-Matrix war eine der ersten expliziten Szenariotechniken nach der Einführung von Kahns genialer Vorhersage und Trendextrapolation. Sie wurde am Stanford Research Institute (heute SRI) entwickelt und von Hawken et al. (1982) in ihrem Ende der 1970er Jahre erschienenen Buch Seven Tomorrows verwendet. Auch die SRI-Technik beginnt mit einer festen Anzahl von Szenarien, in der Regel vier, die jedoch nicht als Absätze ausgedrückt werden. Die Szenarien werden als Titel von Spalten in einer Matrix identifiziert, wie z.B. die erwartete Zukunft, der schlimmste Fall, der beste Fall und eine höchst unterschiedliche Alternative. Die Titel variieren je nach Praktiker und Engagement. In den Zeilen werden dann die Dimensionen der Welt aufgeführt, wie z.B. Bevölkerung, Umwelt, Technologie usw. oder andere Bereiche, die spezifischer für das Engagement sind. Teilnehmer füllen dann die Zellen mit dem Zustand dieser Domäne in diesem Szenario aus. Das gesamte Szenario ist in jeder Spalte ausgearbeitet, und die Unterschiede für einen bestimmten Bereich der Szenarien werden in jeder Zeile ausgearbeitet (siehe Hawken et al., 1982).“	Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25 // Huss, Honten: Szenario Planung - Wahl Style should you use?. 1987
transformative Szenario-Planung - Kahane		
3	„Die adaptive Szenario-Planung konzentriert sich darauf, neue systemische Verständnisse zu erzeugen, während die transformative Szenario-Planung davon ausgeht, dass neue Verständnisse allein nicht ausreichen, und sich daher auf die Erzeugung neuer systemübergreifender Beziehungen und neuer systemtransformierender Absichten konzentriert werden muss. Und um diese beiden unterschiedlichen Ergebnisse zu erzielen, erfordert die adaptive Szenario-Planung einen rigorosen Prozess, während die transformative Szenario-Planung davon ausgeht, dass der Prozess allein unzureichend ist, und daher auch ein ganzes Systemteam und einen starken Behälter benötigt.“	Kahane, Adam. Transformative Scenario Planning: A Tool for Systemic Change. (2013). Social Space. 16-22. Social Space. Available at: <a href="https://ink.library.smu.edu.sg/lien_research/116">https://ink.library.smu.edu.sg/lien_research/116</a>

Szenario planning - van der Heijden		
4	"Sein Ansatz der Szenario-Entwicklung basiert auf dem Ansatz der mit Peter Schwartz in Verbindung gebracht wird, weist aber eine stärkere Systematik auf und bindet Ursache-Wirkungs-Effekte mit ein, um die Plausibilität und Konsistenz der Szenarien zu überprüfen (vgl. van der Heijden, Bradfield, Burt, Cairns, Wright, 2002). Sein Ansatz zielt darauf ab, eine Konversation zu zukünftigen möglichen Entwicklungen anzuregen. Er betont, dass die Entwicklung von Szenarien das Ergebnis des Wissens der am Prozess beteiligten Akteure und deren Kreativität ist (vgl. Masini, Vasquez, 2000, 52). Das „scenario planning“ erfolgt in sechs Schritten, die in der nachfolgenden <b>Abbildung 5.12</b> im Überblick dargestellt sind und in den folgenden Ausführungen näher erläutert werden. In diesem Prozess beschreibt van der Heijden ein Vorgehen, das im unternehmerischen Kontext Anwendung findet. Die Szenarien werden durch ein Szenario-Entwicklungsteam vorbereitet und im Rahmen von Workshops mit weiteren Teilnehmern im Detail entwickelt."	Dana Mietzner: Strategische Vorausschau und Szenarioanalysen, S.144 ff.
Scenario Incasting - Schultz		
5	"Beim Incasting teilen sich die Teilnehmer in kleine Gruppen auf und lesen einen Absatz, der eine eher extreme Version einer alternativen Zukunft beschreibt. Beispiele wären eine grüne Zukunft, eine Hightech-Zukunft oder eine Zukunft, die von multinationalen Konzernen dominiert wird. Sie werden dann gebeten, die Auswirkungen auf eine Reihe von Bereichen zu beschreiben, wie z.B. Recht, Politik, Familienleben, Unterhaltung, Bildung, Arbeit usw. Eine interessante Variante während der Nachbesprechung ist es, den anderen Teilnehmern nicht die Art des zugrunde liegenden Szenarios zu nennen, sondern sie raten zu lassen, was die Auswirkungen sind. Das Raten ist eine gute Technik, um zu veranschaulichen, wie die Welt anders sein könnte, wenn man die Pfade betrachtet, die die Welt nehmen könnte (siehe Schultz, n.d.a, b)."	Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25
Payoff-Matrix - Leemhuis		
6	"Payoff-Matrix Die Attraktivität einer Strategie wird anhand einer Vielzahl von Kriterien beurteilt. Die richtige Wahl der Kriterien kann für das Topmanagement eine schwierige Aufgabe sein. Für jedes Kriterium können die Szenarien und Strategien in einer Szenario/Strategie-Auszahlungsmatrix angeordnet werden. In dieser Matrix wird das Ergebnis jeder Strategie in verschiedenen Szenarien berechnet (zum Beispiel auf der Grundlage des Kapitalwerts, Abbildung 3)."	Leemhuis: Using Scenarios to Develop Strategies. Long Range Planning, Vol. 18, No. 2, pp. 30 to 37, 1985



Scenario planning - Schoemaker		
7	<p>"Nach Schoemaker liegt der Kern des scenario planning in der Ermittlung von Sachverhalten, die bekannt sind (Trends), und Entwicklungen, die unbekannt sind (Unsicherheiten). In Schoemakers Szenario-Ansatz werden Trends und Unsicherheiten miteinander verwoben. Die entstehenden Szenarien sind somit als ein Muster zu verstehen, dass sich aus dem Verknüpfen von Trends und Unsicherheiten bildet. <i>Sechs Schritte</i>: 1. Stringing the Loom 2. Definition von Leitfragen und Sammlung von Informationen 3. Identifikation der dominanten externen Kräfte 4. Ermittlung bedeutender Trends und Unsicherheiten 5. Entwicklung detaillierter Szenarien 6. Animation der Szenarien"</p>	Dana Mietzner: Strategische Vorausschau und Szenarioanalysen, S.151 ff.
Augmented IL approach - Derbyshire; Wright		
8	<p>"Erweiterung des intuitiven Logik Ansatzes: <b>Stufe 1:</b> Festlegung der Szenario-Agenda Entwicklung einer detaillierten Analyse der Gegenwart (siehe Abschnitt 5.1.1), die die Identifizierung der materiellen, formalen und endgültigen Ursachen sowie der effizienten Ursache einschließt. <b>Stufe 2:</b> Bestimmung der treibenden Kräfte Förderung der Identifizierung der materiellen, formalen und endgültigen Ursachen sowie der effizienten Ursache. <b>Stufe 3:</b> Bündelung der treibenden Kräfte Konzentration auf den Wandel, indem die Identifizierung der materiellen, formalen und endgültigen Ursachen sowie der effizienten Ursache gefördert wird. <b>Stufe 4:</b> Definition der Cluster-Ergebnisse Die Extremszenarien werden durch die erweiterte Stufe 3 wahrscheinlich noch extremer werden. <b>Stufe 5:</b> Auswirkungs-/Unsicherheitsmatrix Keine Änderung. <b>Stufe 6:</b> Einrahmung der Szenarien Keine Änderung. <b>Stufe 7:</b> Scoping der Szenarien Förderung der Identifizierung von Kausalschleifen. <b>Stufe 8:</b> Entwicklung der Szenarien Die Szenarien werden wahrscheinlich radikale transformatorischer Wandel wegen der erweiterte Stufen 3 und 7."</p>	James Derbyshire, George Wright: Augmenting the Intuitive Logics scenario planning method for a more comprehensive analysis of causation International Journal of Forecasting 33 (2017) 254–266 First available on 4 May 2016

Alizadeh; Lund; Beynaghi; Abolghasemi; Maknoon		
9	<p>"Die Energiewirtschaft steht vor großen zukünftigen Herausforderungen in Bezug auf Umwelt, Sicherheit und Wirtschaft. Hier stellen wir einen <b>Rahmen für die Erstellung von Szenarien vor, der auf der Methode des Global Business Network (GBN) basiert</b>, um der Energiewirtschaft dabei zu helfen, widerstandsfähigere Umweltschutzmaßnahmen zu entwickeln, wenn sie mit unvorhersehbaren und externen Unsicherheiten konfrontiert ist. Der Ansatz kombiniert mehrere Foresight-Methoden wie Delphi, die politische, wirtschaftliche, soziale und technologische (PEST) Analyse und die Cross-Impact-Analyse (CIA). Darüber hinaus wurde in der Phase der Szenarienerstellung ein Softwareprogramm zur strategischen Vorausschau (MICMAC) eingesetzt. Der vorgeschlagene integrierte szenariobasierte robuste Planungsansatz baut auf den Stärken der traditionellen Szenario-Planung auf, überwindet jedoch deren Schwächen, indem er einen systematischen Prozess für die Szenario-Erstellung und eine einfache Implementierung bietet. Das Ergebnis dieses Ansatzes ist ein begrenztes Spektrum von Kernstrategien. Wir verwenden den Iran als Fall für eine detailliertere Anwendung dieser Methode. Ausländische Investitionen in die Energieindustrie, externe Wirtschaftssanktionen und das Wachstum des inländischen Energieverbrauchs wurden als die wichtigsten Triebkräfte und kritischen Unsicherheiten in der iranischen Energieindustrie ausgemacht. Auf der Grundlage dieser kritischen Unsicherheiten und Experteninformationen wurden drei Szenarien entwickelt: Technologiegetriebenes, Stagnations- und Selbstversorgungsszenario. Für diese Szenarien wurde eine Reihe robuster Strategien festgelegt. Nationale Energieeffizienz und Produktivitätssteigerungen erwiesen sich als die Schlüsselfaktoren für Robustheit. Das wichtigste Ergebnis auf Makroebene war, dass wirtschaftliche und politische Triebkräfte die wichtigsten Faktoren für die Energiezukunft Irans sein werden, gefolgt von technologischen und sozialen Faktoren."</p>	<p>Alizadeh, Lund, Beynaghi, Abolghasemi, Maknoon: An integrated scenario-based robust planning approach for foresight and strategic management with application to energy industry. Technological Forecasting &amp; Social Change 104 (2016) 162–171</p>
Scenario-driven technology roadmapping: a conceptual method - Hussain; Tapinos; Knight		
10	<p>"Szenario-Entwicklungsphase</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. set the Scene</li> <li>2. Unsicherheiten erzeugen / treibende Kraft</li> <li>3. Faktoren reduzieren &amp; Bereiche angeben</li> <li>4. Themen auswählen &amp; Szenarien entwickeln</li> <li>5. die Konstanz der Szenarien überprüfen</li> <li>6. gegenwärtige Szenarien</li> </ol> <p>Technologie-Roadmapping-Phase</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. den architektonischen Rahmen bestücken</li> <li>8. Biegepunkte identifizieren</li> </ol> <p>= Technologie-Roadmap mit flexiblen Punkten"</p>	<p>Hussain, Tapinos, Knight: Scenario-driven roadmapping for technology foresight. Technological Forecasting &amp; Social Change 124 (2017) 160–177</p>

erweiterten IL-Szenario-Ansatzes auf der Grundlage der Sozialtheorie - MacKay, Stoyanova		
11	<p>"Beschreibung des erweiterten IL-Szenario-Ansatzes auf der Grundlage der Sozialtheorie</p> <p>Eine - Das Schwerpunktthema wurde im Hinblick auf die Unsicherheit des Ergebnisses des Scottishreferendums definiert. Die Teilnehmer an diesem Prozess wurden als Senior Fellows im ESRC-Programm identifiziert. Es wurde ein Zeithorizont von 5 Jahren festgelegt.</p> <p>Zwei - Auf der Grundlage der vom Forschungsteam erstellten "Evidenzbasis" wandte Phase eins der Datenanalyse eine traditionelle PESTLE-Analyse an, um szenariodriver/Kräfte zu identifizieren.</p> <p>Drei - Phase zwei der Analyse stützte sich auf Konzepte der Sozialtheorie, um die szenariodriver/Kräfte in Strukturen und Agenten zu clustern.</p> <p>Vier - Die Szenariotreiber wurden dann nach ihrer Bedeutung eingestuft.</p> <p>Fünf - Die Strukturen galten als vorkonfiguriert und damit als relativ vorgegeben. Die Agenturen wurden im Hinblick auf ihre Prädispositionen analysiert, und es wurde untersucht, ob Aktionen oder Reaktionen als unsicher angesehen werden konnten.</p> <p>Sechs - Der binäre Charakter der Referendumsfrage rechtfertigte die Annahme einer 2 x 2-Matrix, um die anfängliche Entwicklung von vier Szenarien zu strukturieren.</p> <p>Sieben - Ausformulierung der Handlungsstränge durch die Entwicklung der Interaktionen und Ereignisse, die zu dem Szenario führen.</p> <p>Acht - Testen der Szenarien auf interne Kohärenz, Plausibilität, Überraschung und Gestalt (wie das Szenario zusammenpasst, um die identifizierte Unsicherheitsspanne widerzuspiegeln) durch Anwendung der "Ereigniszeit".</p> <p>Neun - Identifizierung von "Wegweisern" und "Frühwarnsystemen" (Schlüsselereignisse, die dazu verwendet werden können, um zu überwachen, ob ein Szenario oder ein Element eines Szenarios eintritt).</p> <p>Zehn - Berücksichtigung der Auswirkungen der Szenarien auf Strategie- und/oder Strategieentscheidungen."</p>	<p>MacKay, Stoyanova: Scenario planning with a sociological eye Augmenting the intuitive logics approach to understanding the Future of Scotland and the UK. Technological Forecasting &amp; Social Change 124 (2017) 88-100</p>

Futures Group - Trend-Impact-Analyse - Gordon		
12	<p>"Die Trend-Impact-Analyse wird von vielen Zukunftsforschern und Unternehmen seit den frühen 1970er Jahren praktiziert. Die Trend-Impact-Analyse stützt sich auf eine unabhängige Prognose der abhängigen Schlüsselvariablen, die dann auf der Grundlage des Auftretens von beeinflussenden Ereignissen angepasst wird.</p> <p>Die Herangehensweise</p> <p>Der hier beschriebene Ansatz ist der von The Futures Group 4,~ in Glastonbury, Connecticut verwendete. Er besteht aus den folgenden acht Schritten:</p> <p>Schritt 1--Auswahl des Themas und Identifizierung der wichtigsten Szenariotreiber.</p> <p>Schritt 2--Erstellen eines Szenario-Raums.</p> <p>Schritt 3--Identifizieren Sie wichtige Trends und sammeln Sie Zeitreihendaten.</p> <p>Schritt 4--Bereiten Sie eine naive Extrapolation vor.</p> <p>Schritt 5--Erstellen Sie eine Liste der auswirkenden Ereignisse.</p> <p>Schritt 6 - Bestimmen Sie Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten von Ereignissen im Laufe der Zeit, einschließlich der Jahre bis zur ersten Auswirkung, der Jahre bis zur maximalen Auswirkung, der Höhe der maximalen Auswirkung, der Jahre bis zur stationären Auswirkung und der Höhe der stationären Auswirkung.</p> <p>Schritt 7: Modifizieren Sie die Extrapolation.</p> <p>Schritt 8 - Verfassen von Beschreibungen."</p>	<p>Huss, Honton: Scenario Planung - Wahl Style should you use?. 1987</p>
Cross-Impact-Analyse - Gordon; Helmer		
13	<p>„Die Cross-Impact-Analyse wurde ursprünglich von Gordon und Helmer bereits 1966 im Rahmen ihrer Tätigkeit bei der „RAND corporation“ als eine Prognosemethode entwickelt. Seit dieser Zeit wurden eine Reihe von kausalen Cross-Impact-Varianten und Korrelationsmodellen entwickelt und weitere Methoden kombiniert. Im Ergebnis dieser Aktivitäten wurden z.B. die IFS (Interactive Future Simulation – auch bekannt als BASICS) vom Battelle Memorial Institute (vgl. Millett, 2003), die interaktive Cross- Impact Simulation (INTERMAX) von Enzer an der Universität von Kalifornien und SMIC, das französische Synonym zur Cross-Impact-Analyse, von Dupperin und Dabus (vgl. Gordon, 2004) entwickelt. Ein Ziel der Entwicklung von Szenarien ist in diesem Ansatz nicht nur die Beschreibung der Charakteristik unterschiedlicher Zukunftsbilder und deren Implikationen, sondern auch die Berechnung der relativen Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens. Im Rahmen von CIA wird die Wahrscheinlichkeit des gemeinsamen Eintretens von zwei Zukunftsprojektionen eingeschätzt.“</p>	<p>Dana Mietzner: Strategische Vorausschau und Szenarioanalysen, S.139</p>

Korrelierte Cross-Impact-Analyse		
14	<p>"Bei den Verfahren der Korrelierten Cross-Impact-Analyse stellen die Cross-Impacts - wie bereits erwähnt - ein Maß für den statistischen Zusammenhang zwischen dem Eintritt zweier Ausprägungen unterschiedlicher kritischer Deskriptoren in einem Zeitraum oder zu einem Zeitpunkt dar. Sie gehen in Form bedingter oder gemeinsamer Wahrscheinlichkeiten des Eintritts zweier Deskriptorausprägungen in die Cross-Impact-Analyse ein. Da lediglich ein Zeitraum oder ein Zeitpunkt untersucht wird, können die Verfahren als statisch bezeichnet werden. Hauptzweck der Verfahren der Korrelierten Cross-Impact-Analyse ist die Bestimmung von Eintrittswahrscheinlichkeiten für vollständige Annahmenbündel."</p>	<p>Götze, Uwe: Szenario-Technik in der strategischen Unternehmensplanung. Wiesbaden, Uni. Verl, 1993</p>
Statisch Kausale Cross-Impact-Analyse		
15	<p>"Bei den Verfahren der Statisch-Kausalen Cross-Impact-Analyse werden die Cross-Impacts als Wirkungen angesehen. Die Untersuchung bezieht sich auf einen nicht untergliederten Zeitabschnitt oder einen Zeitpunkt. Aufgrund der kausalen Interpretation der Cross-Impacts sind allerdings Annahmen über die Reihenfolge des Eintritts der Ausprägungen kritischer Deskriptoren erforderlich. Die Verfahren, die dieser Gruppe zugeordnet werden, lassen sich anwenden, falls Deskriptoren mit endlich vielen Ausprägungen vorliegen. Bei einigen Verfahren wird unterstellt, dass die Deskriptoren Ereignisse darstellen eine Kausalen Cross-Impact-Analyse kann aber auch bei Deskriptoren mit mehr als zwei möglichen Ausprägungen vorgenommen werden. Bei der folgenden Darstellung und Diskussion der Statisch-Kausalen Cross-Impact-Analyse wurde stets davon ausgegangen, dass eine Untersuchung von Deskriptoren mit mehr als zwei möglichen Ausprägungen erfolgt. Auf Besonderheiten, die für die Analyse von Ereignissen gelten, wird jeweils hingewiesen."</p>	<p>Götze, Uwe: Szenario-Technik in der strategischen Unternehmensplanung. Wiesbaden, Uni. Verl, 1993</p>

Dynamisch Kausale Cross-Impact-Analyse		
16	"Von einer kausalen Interpretation der Cross-Impacts ausgehend wird bei dieser Gruppe von Verfahren ein in Teilabschnitte untergliederter Zeitraum untersucht. Für die einzelnen Teilabschnitte sind jeweils Aussagen über die Ausprägungen der Deskriptoren zu treffen."	Götze, Uwe: Szenario-Technik in der strategischen Unternehmensplanung. Wiesbaden, Uni. Verl, 1993
Die kausale Cross-Impact Analyse als Szenario-Methode - Duin; Thoben		
17	<p>"Der Einsatz der kausalen Cross-Impact Analyse kann ebenfalls in diesen Phasen erfolgen, ist jedoch - vor allem wenn es zur strategischen Planung herangezogen wird - besser in den strategischen Planungsprozess einzubetten. Falls es nach dem oben aufgeführten 5- Phasen-Modell eingesetzt werden soll, ist folgendes zu beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Szenario-Vorbereitung kann genauso durchgeführt werden, wie oben beschrieben.</li> <li>• Ebenso verhält es sich mit der Szenariofeld-Analyse.</li> <li>• In der Szenario-Prognostik besteht die Aufgabe eines Cross-Impact-Modellierers darin nicht alle möglichen Ausprägungen der Faktoren zu ermitteln, sondern vielmehr ein sogenanntes "Business-As-Usual"-Szenario zu ermitteln. Dies wird unter der Annahme, dass im Gestaltungsfeld nichts gravierendes geschieht, erstellt und dient später für die formale Definition der Faktoren als Variablen für die a-priori Werte. Um das Unwahrscheinliche zu berücksichtigen sollten an dieser Stelle Ereignisse definiert werden, deren Eintritt eine massive Auswirkung auf das Gestaltungsfeld haben würde.</li> <li>• In der Szenario-Bildung werden nun nicht alle möglichen Ausprägungen der Faktoren miteinander auf Konsistenz geprüft. Vielmehr werden mit dem Cross-Impact Modell Simulationen durchgeführt unter den Prämissen was wäre, wenn Ereignis X oder Y eintreten bzw. ausbleiben würde. Dadurch spannt sich der Szenario-Trichter auf.</li> <li>• Der Szenario-Transfer wird ebenfalls von der kausalen Cross-Impact Analyse methodisch unterstützt. Hier kann der Modellierer strategische Maßnahmen in der Form von Aktions-Variablen definieren und den Akteuren aus dem Gestaltungsfeld zur Verfügung stellen. Weitere Simulationen erlauben z.B. die Beantwortung von Fragestellungen, ob eine bestimmte Strategie auch robust genug für das Eintreten von ungewollten Ereignissen ist."</li> </ul>	Duin, Thoben: Die kausale Cross-Impact Analyse als Methode der Szenario-Technik zur Unterstützung der strategischen Planung in Unternehmensnetzwerken. Vorausschau und Technologieplanung, 2013

Cross-impact Analysis with Time Consideration (CIAT) - Serdar; Asan		
18	<p>"Dieses Papier schlägt einen ergänzenden Ansatz zur CIA vor, der das Verständnis der strukturellen Zusammenhänge verbessert, indem er die Auswirkungen der Zeit in die Analyse einbezieht. Zu diesem Zweck werden die Zeitverzögerungen zwischen Paaren von Variablen mit direkter Beziehung geschätzt, und diese Informationen werden zur Überarbeitung und Gewichtung der Kreuzauswirkungen verwendet, um die Abhängigkeits- und Einflusswerte zu konstruieren, die zur Bestimmung die charakteristische Rolle jeder Variable im System. Um den Prozess des CIAT zu veranschaulichen, betrachteten wir ein anschauliches Beispiel, das Teil einer umfassenderen Szenario-Planungsstudie über den Markt für Sicherheitsausrüstung ist. Die Ergebnisse werden mit zwei CIA-Methoden, der direkten und der indirekten Klassifizierung, verglichen, und zwei Variablen (Abschreckungsmacht des Gesetzes und Rüstungsrate), die nach den traditionellen CIA-Methoden bisher als weniger wichtig angesehen wurden, werden als Schlüsselvariablen offenbart. Die wichtigsten Beiträge des CIAT lassen sich wie folgt zusammenfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Er verbessert das Verständnis der Zusammenhänge, indem er sowohl die Auswirkungen als auch die Zeit berücksichtigt, wobei die Auswirkungen auf kürzestem Wege revidiert werden.</li> <li>- Es berücksichtigt die zeitlichen Beziehungen zwischen allen Variablenpaaren, anstatt nach einer zeitlichen Abfolge zwischen einer bestimmten Start- und Endvariablen zu suchen.</li> <li>- Durch Gewichtung der Auswirkungen nach Zeit identifiziert sie die Variablen, die sowohl die wichtigsten als auch die unsicher.</li> <li>- Es ermöglicht die Untersuchung indirekter Beziehungen."</li> </ul>	<p>Serdar Asan, S. and Asan, U. (2007), "Qualitative cross-impact analysis with time consideration", Technological Forecasting and Social Change, Vol. 74 No. 5, S. 642 f.</p>
IFS (Interactive Future Simulation – auch bekannt als BASICS) - Battelle Memorial Institute		
19	<p>"Die Interaktive Zukunftssimulation (IFS) wurde am Battelle Memorial Institute entwickelt, um die mit verschiedenen Szenarien verbundenen quantitativen Bedingungen zu berechnen. IFS beginnt mit einer Reihe von Variablen, den sogenannten Deskriptoren, die für das Verständnis der Zukunft wichtig sind, und nicht mit Ereignissen oder binären Bedingungen wie die anderen Techniken. Er teilt den Bereich jeder Variable in drei Alternativen auf - hoch, mittel und niedrig - und weist jeder dieser Alternativen eine Anfangswahrscheinlichkeit zu. Dann konstruiert sie eine Cross-Impact-Matrix, in der die Zellen den Einfluss jeder Alternative auf jede andere Alternative auf einer Skala von -2 bis +2. Bei einer Monte-Carlo-Simulation werden die Auswirkungen um ein Vielfaches über verschiedene Kombinationen von Szenarien mit unterschiedlicher Häufigkeit des Auftretens. Die endgültige Wahrscheinlichkeit jeder der Alternativen (die Bereiche der Zielvariablen) wird dann berechnet auf der Grundlage die Anzahl, wie oft diese Alternative in den generierten Szenario-Kombinationen vorkommt (siehe <a href="http://www.battelle.org">www.battelle.org</a>)."</p>	<p>Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25 // Huss, Honton: Scenario Planung - Wahl Style should you use?. 1987</p>



INTERAX (interaktive Cross-Impact-Simulation) - Enzer		
20	<p>"In der hier beschriebenen Version der Cross-Impact-Analyse wird ein Modell erstellt, das eine ausgewählte Menge von binären Ereignissen im Hinblick auf ihre Eintrittswahrscheinlichkeit bis zu einem zukünftigen Zeitpunkt in Beziehung setzt. Die Ereignisse im Modell werden von der die Nutzer des Modells, alle Möglichkeiten einzubeziehen, die sie glauben sollten planen, wie sie ihre Ziele in der vorgegebenen Zeitspanne erreichen wollen. Auf die Erstellung des Modells, die Benutzer (bei denen es sich um eine Einzelperson, eine Gruppe oder Gruppen von entweder) die Wahrscheinlichkeit des Auftretens jedes dieser Ereignisse abschätzen und beschreiben die Kausalzusammenhänge zwischen diesen Ereignissen im Hinblick auf das Ausmaß, in dem die es wird erwartet, dass das Auftreten eines Ereignisses die Wahrscheinlichkeit erhöht oder verringert von jedem der anderen. Die einzige Forderung, die die analytische Technik an der Benutzer ist, dass ihre Eingabewerte logisch konsistent sind. Das Modell wird dann verwendet, um die wichtigeren Sätze von Möglichkeiten zu identifizieren systematisch, indem das Thema auf zwei Arten explizit angesprochen wird. Erstens, die kausale Verknüpfungen zwischen möglichen Ereignissen, die im Modell beschrieben sind, werden zur Bewertung die Empfindlichkeiten jedes Ereignisses, sowohl als "Akteur" als auch als "Reaktor". Zweitens, Wenn eine Handlung in Betracht gezogen oder eine technologische Innovation untersucht wird, ist ihre Die direkten Auswirkungen auf alle möglichen Ereignisse werden berücksichtigt und bewertet. Schließlich Diese beiden Effekte werden in der Analyse berücksichtigt, indem die direkten Wirkungen (die durch die neue Aktion oder technologische Innovation erzeugt werden) mit Kausalzusammenhänge, die im Cross-Impact-Modell beschrieben sind."</p>	<p>Enzer, S.: Cross-Impact techniques in technology assessment. FUTURES, March 1972, S. 50f.</p>
Modellgestützten Logik		
21	<p>"Unter der 'Modellgestützten Logik' sollen diejenigen Ansätze zusammengefasst werden, die bei der Erstellung von Szenarien auf eine strukturierte, durch mathematische Algorithmen unterstützte Logik zur Bündelung und Auswahl von Alternativen zurückgreifen. Zu den Methoden der 'Modellgestützten Logik' sind sowohl die Impact-Analysen - 'Cross-Impact' und 'Trend-Impact' _ als auch die Konsistenzmatrix-Analyse zu zählen. Bekannte Vertreter der 'Modellgestützten Logik' sind sowohl das Battelle-Institut und einige seiner ehemaligen Mitarbeiter (Konsistenzmatrix-Analyse und Cross-Impact Analyse), das Centers of Future Research (CrOSS- Impact Analyse), wie auch The Futures Group (Trend-Impact Analyse).</p> <p>Schritt 1: Strukturierung und Definition des Untersuchungsgegenstands (Aufgaben-Analyse)</p> <p>Schritt 2: Identifizierung und Strukturierung der wichtigsten Einflussbereiche auf den Untersuchungsgegenstand (Einfluss-Analyse)</p> <p>Schritt 3: Ermittlung von Entwicklungstendenzen und kritischen Deskriptoren für die Umfeldler (Projektionen)</p> <p>Schritt 4: Bildung und Auswahl konsistenter Annahmebündel (Alternativbündelung)</p> <p>Schritt 5: Ausgestaltung und Interpretation der ausgewählten Umfeldszenarien (Szenario-Interpretation)</p> <p>Schritt 6: Ableitung von Konsequenzen für den Untersuchungsgegenstand (Konsequenz-Analyse)</p> <p>Schritt 7: Einführung und Auswirkungsanalyse signifikanter Störereignisse (Störfall-Analyse)</p> <p>Schritt 8: Konzipieren von Maßnahmen und Planungen (Szenario-Transfer)"</p>	<p>Meyer-Schönherr: Szenario-Technik als Instrument der strategischen Planung. 1992</p>



La prospective - Godet		
22	<p>"La prospective" akzeptiert, dass die Zukunft vielfältig ist, das Ergebnis verschiedener Akteure und ihrer Handlungen. Die Methode der Szenarien, wie sie im "prospektiven" Ansatz verwendet wird, befasst sich mit der Ableitung dieser multiplen Zukünfte und mit der Erforschung der Wege, die zu ihnen führen. Literarische Szenarien können zwar eine anregende Übung für die Vorstellungskraft darstellen, leiden jedoch unter einem Mangel an Glaubwürdigkeit. Es ist unmöglich, die Gültigkeit und Plausibilität der vorgetragenen Hypothesen zu überprüfen. Aus diesem Grund wurde ein alternativer Weg durch den "prospektiven" Ansatz entwickelt, dessen Ziele sind: Ermittlung der vorrangig zu untersuchenden Punkte (Schlüsselvariablen) durch Gegenüberstellung der Variablen, die sich auf das zu untersuchende Phänomen beziehen, und der Variablen, die das Umfeld beschreiben, unter Verwendung einer möglichst erschöpfenden, erklärenden Gesamtanalyse. Die Strukturanalyse ermöglicht es, diese Gesamtsicht zu erhalten. Insbesondere die Methode MICMAC 1 (Cross Impact Matrices-Multiplication Applied to Classification), die die direkten Beziehungen und Rückkopplungseffekte zwischen den Variablen analysiert, macht es möglich die Dynamik des untersuchten Systems leichter zu verstehen (Godet, 1979).</p> <p>Die Beziehungen zwischen den Schlüsselvariablen, die relative Macht der grundlegenden Akteure, ihre Strategien, die ihnen zur Verfügung stehenden Ressourcen, ihre Ziele und die Einschränkungen, die sie überwinden müssen, zu bestimmen. Dies ist der spezifische Gegenstand der retrospektiven und der präsenten Situationsanalyse."</p>	Godet, M.: From Forecasting to 'La Prospective' A New Way of Looking at Futures. Journal of Forecasting. Vol. 1, 293-301 (1982)
MORPHOL - Godet		
23	<p>"MORPHOL ist ein Computerprogramm, das auch die Komplexität der morphologischen Analyse. Entwickelt von Michel Godet, einem bekannten Futuristen in Europa, MORPHOL führt die morphologische Standardanalyse durch, reduziert dann aber die Gesamtzahl der Kombinationen auf der Grundlage von benutzerdefinierten Ausschlüssen (unmögliche Kombinationen) und Präferenzen (wahrscheinlichere Kombinationen). Sie liefert auch einen Indikator für die Wahrscheinlichkeit jedes Szenarios im Vergleich zur mittleren Wahrscheinlichkeit aller Szenariosätze auf der Grundlage der benutzerdefinierte gemeinsame Wahrscheinlichkeit für jede der Alternativen in der Menge (siehe Godet und Roubelat, 1996)."</p>	Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25
SMIC-PROB-EXPERT - Godet		
24	<p>"SMIC-PROB-EXPERT ist eine von Michel Godet entwickelte Cross-Impact-Analyse mit einer wichtigen Variante. Die Cross-Impact-Matrix der bedingten Wahrscheinlichkeiten wird von Experten konstruiert, aber ihre Schätzungen entsprechen oft nicht den Wahrscheinlichkeitsgesetzen, wie z.B. <math>P(x)</math> muss gleich <math>P(x y) \cdot P(y) + P(x \sim y) \cdot P(\sim y)</math> sein. SMIC passt die von den Experten vorgeschlagenen Wahrscheinlichkeiten so an, dass sie mit diesen Gesetzen übereinstimmen. Der PROB-EXPERT-Teil dieser Technik erstellt einen hierarchischen Rang von Szenarien auf der Grundlage ihrer Wahrscheinlichkeit. Schließlich erlaubt es, Diagramme von Clustern von Szenarien und Experten zu zeichnen, die zeigen, welche Szenarien am ähnlichsten sind, welche Experten die Wahrscheinlichkeiten am ähnlichsten beurteilt haben und sogar welche Szenarien von welchen Experten am meisten favorisiert (siehe Godet et al., 2003)."</p>	Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25

A tool box for scenario planning - Godet, Monti, Meunier, Roubelat F.		
25	<p>"Toolbox aus 13 Methoden zu den Themen: • Initiierung und Stimulierung des gesamten Prozesses</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung einer vollständigen Diagnose des Unternehmens in Bezug auf sein Umfeld</li> <li>• Die richtigen Fragen stellen und Schlüsselvariablen identifizieren</li> <li>• Analyse der Strategien der Akteure</li> <li>• Das Feld möglicher Zukünfte absuchen und Unsicherheiten reduzieren</li> <li>• Evaluierung strategischer Entscheidungen und Optionen</li> </ul> <p>Rationale und heuristische Schulen der Szenario-Planung scheinen nur scheinbar gegensätzlich zu sein, während sie sich in Wirklichkeit ergänzen. Eine fundierte erste Reflexion, die von Relevanz und Konsistenz durchdrungen ist, verstärkt die Effizienz von Aktion und Reaktion angesichts der Ereignisse. Dasselbe gilt für die Reflexe; sie sind nach einem intensiven Training immer besser.</p> <p>Es gibt einen Werkzeugkasten für Zukunftsstudien und strategische Analysen. Es wäre falsch, sich dieses Instrumentariums zu entziehen, da auf diese Weise eine gemeinsame Sprache geschaffen werden könnte; die Macht des kollektiven Denkens würde verstärkt und die unvermeidlichen Vorurteile würden verringert. Dazu muss jedoch eine Rückkehr zu den grundlegenden Konzepten und ihrer Geschichte erfolgen.</p> <p>Um fruchtbar zu sein, muss die Verbindung von la prospektive und Strategie Teil des täglichen Lebens sein. Sie muss von allen beteiligten Akteuren, von der Spitze der Hierarchie bis nach unten, angeeignet werden. Auch wenn die Verbindung von la prospektive und Strategie unvermeidlich gewesen sein mag, so hat sie mit Sicherheit nichts von der Verwirrung der Gattungen und Konzepte aufgeklärt."</p>	<p>Godet M., Monti R., Meunier F., Roubelat F. (2003): A tool box for scenario planning. Futures Research Methodology (Version20) AC/UNU Millennium Project, Washington, DC.</p>
Participatory Prospective Analysis - Bourgeois, Penunia, Bisht, Boruk		
26	<p>"Innerhalb dieses größeren Rahmens zielt die PPA-Methode speziell auf die Generierung von Vorwissen ab und kann als eine Anpassung der generischen Methode der Szenarien (Godet, 1991; Godet, 1996) in einen achtsstufigen Prozess betrachtet werden. Jeder Schritt wird durch seinen Zweck charakterisiert und ist mit einigen spezifischen Methoden verbunden, wie in Tabelle 1 angegeben. Diese Schritte werden in den folgenden Abschnitten dieses Teils detailliert beschrieben. Zur Unterstützung dieser Arbeit wurde auch ein einfaches Softwarepaket mit Microsoft Excel entwickelt. Seine Verwendung wird in diesem Teil erklärt und mit einer Fallstudie in Teil II illustriert.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definition der Grenzen des Systems</li> <li>2. Identifizierung der Variablen</li> <li>3. Definition der Schlüsselvariablen</li> <li>4. Analyse der gegenseitigen Beeinflussung</li> <li>5. Interpretation von Einfluss/Abhängigkeitsbeziehungen</li> <li>6. Definition der Zustände der Variablen</li> <li>7. Erstellen von Szenarien</li> <li>8. Strategische Implikationen und antizipierte Aktionen"</li> </ol>	<p>Bourgeois, Robin ; Jésus, Franck: Participatory Prospective Analysis - Exploring and Anticipating Challenges with Stakeholders. CAPSA Monograp No. 46</p> <p>Bourgeois, penunia, Bisht, Boruk: Foresight for all: Co-elaborative scenario building and empowerment.</p>

Szenariotechnik - Reibnitz		
27	<p>"Die Szenario-Methode ist eine Planungstechnik, die in der Regel zwei sich deutlich unterscheidende, aber in sich konsistente Szenarien (Zukunftsbilder) entwickelt und daraus Konsequenzen für das Unternehmen ableitet (vgl. von Reibnitz, 1992, 14). Schritt 1: Aufgabenanalyse (Definition Untersuchungsgegenstand)</p> <p>Schritt 2: Einflussanalyse (Einflussfaktoren identifizieren und bündeln)</p> <p>Schritt 3: Trendprojektionen</p> <p>Schritt 4: Alternativenbündelung (Konsistenzanalyse)</p> <p>Schritt 5: Szenario- Interpretation</p> <p>Schritt 6: Störereignisanalyse</p> <p>Schritt 7: Konsequenzenanalyse</p> <p>Schritt 8: Szenario-Transfer"</p>	Dana Mietzner: Strategische Vorausschau und Szenarioanalysen, S.346
Trendbasierter Szenarioprozess - Burmeister, Neef et al.		
28	<p>"Eine wesentliche Prämisse in diesem Ansatz ist das angepasste Design, da jeder Szenario-Prozess Besonderheiten aufweist und an die spezifischen Bedürfnisse und Rahmenbedingungen des Unternehmens oder der betrachteten Geschäftseinheit angepasst werden muss. Der Szenario-Prozess wird als ein sozialer Prozess aufgefasst, der eine möglichst weitgehende Integration aller Beteiligten vorsieht und in allen Arbeitsschritten ein Maximum an Transparenz ermöglichen soll, insbesondere im Hinblick auf die im Rahmen der Analysen verwendeten Tools. / Abbildung 5.5 Trendbasierter Szenario-Prozess (vgl. Burmeister, Neef, Beyers, 2004, 48) / Abbildung 5.6 Corporate Foresight Toolbox (Neef, Burmeister, 2005) Schritt 1: Identifikation und Systematisierung von Trends und Akteuren</p> <p>Schritt 2: Analyse und Auswahl von Schlüsselfaktoren</p> <p>Schritt 3: Szenario-Konstruktion durch Konsistenz-, Plausibilitäts- und Robustheitsanalyse</p> <p>Schritt 4: Szenario-Anreicherung und Visualisierung, Berücksichtigung von Störereignissen</p> <p>Schritt 5: Ableitung von Chancen, Risiken und Handlungsoptionen für die Strategieentwicklung"</p>	Dana Mietzner: Strategische Vorausschau und Szenarioanalysen, S.132 ff.

Evolutionäre Szenarien- Hofmeister		
29	<p>"Der Ansatz zur Entwicklung evolutionärer Szenarien von Hofmeister (2000) ist ein dynamischer Ansatz, in dem Fuzzy-Logik zweierlei Anwendung findet, sowohl zur Beschreibung der Zusammenhänge, als auch bei der Klassifizierung von Annahmebündeln. [...]</p> <p>Somit wurde eine neue Vorgehensweise zur Szenario-Erstellung aus der Theorie der unscharfen Mengen vorgeschlagen. Dabei wurde die Einflussstärke einiger ausgewählter Faktoren auf andere ausgewählte Faktoren mit Hilfe von Fuzzy-Regeln ausgedrückt und bei der Konstruktion der Szenarien berücksichtigt. Diese dynamische Konstruktion von Szenarien mit unscharfen Regelbasen wird in Abschnitt 3.3.1 näher betrachtet.</p> <p>Die von Hofmeister (2000) vorgestellte dynamische Fuzzy-Datenanalyse ermöglicht die Clusterung von Rohszenarien, die durch zeitliche Entwicklungslinien beschrieben sind. Dadurch wird die Gesamtmenge an Szenarien auf eine kleine Menge typischer Szenarien reduziert, die im Laufe der weiteren Analyse weiterverarbeitet werden. Die Beschreibung der Einflussstärke einiger ausgewählter Faktoren auf andere Faktoren mit Hilfe von Fuzzy-Regeln erlaubt zudem, die subjektiven Vorstellungen des Anwenders zu modellieren (vgl. Hofmeister 2000, S. 137). Phasen: 1. Definition des Prognosegebietes 2. Identifikation der Einflussfaktoren 3. Spezifikation des Simulationsmodells 4a. Evaluation des Modells 4b. Konstruktion der Rohszenarien 5. Evaluation der Rohszenarien 6. Konstruktion der Szenarien 7. Interpretation der Szenarien 8. Applikation in der strategischen Planung"</p>	<p>Dörnitz, E.: Effiziente Szenariotechnik durch teilautomatisierte Generierung von Konsistenzmatrizen. GABLER EDITION WISSENSCHAFT, 2008, S.67 ff.</p>

Mißler-Behr		
30	<p>"Mißler-Behr (1999, S. 324) setzt die Fuzzy-Logik bei der Ermittlung der Rohszenarien ein, um deren Qualität durch Berücksichtigung dreier Bewertungskriterien, Konsistenz, Unterschiedlichkeit, Stabilität und Repräsentativität zu erhöhen. Ihr Ansatz baut auf der Konsistenzanalyse und ist daher statisch. Mißler-Behr geht davon aus, dass sich die meisten Verfahren der Annahmebündelung bei der Beurteilung der Annahmebündel an der Konsistenz bzw. der Wahrscheinlichkeit sowie der Unterschiedlichkeit orientieren. Stabilität oder Repräsentativität werden dabei oft vernachlässigt (vgl. Mißler-Behr 1993, S. 94, 101, 104, 112). So schlägt sie vor, durch Anwendung eines auf Fuzzy-Logik basierenden Verfahrens alle genannten Bewertungskriterien bei der Konstruktion von Rohszenarien zu berücksichtigen. Dieser wissensbasierte Ansatz stellt den Gegenstand des Abschnitts 3.3.2 dar.</p> <p>Bei der Erstellung und Auswertung von Szenarien geht Mißler-Behr (1997, S. 262- 263) von einem 8-Stufen-Prozess nach Geschka aus (hierzu siehe Abschnitt 2.1). Dieser Prozess wird bei der Szenario-Bildung in Schritt 4 variiert, indem zur Klassifikation der Rohszenarien unscharfe Clusteranalyseverfahren eingesetzt werden. Wie Hofmeister, benutzt sie hierfür das bekannteste unscharfe Verfahren Fuzzy-C-Means (vgl. Mißler-Behr 1997, S. 266-267). Durch die Bestimmung der Clusterzentroide mit Hilfe unscharfer Verfahren werden repräsentative Rohszenarien ausgewählt. Der Einsatz von Fuzzy-Logik in der Szenarioanalyse wurde von Mißler-Behr (1999) in einem späteren Ansatz erweitert. Dabei werden zur Beurteilung der Rohszenarien drei Bewertungskriterien aufgestellt: die Konsistenz, Stabilität und Unterschiedlichkeit der Szenarien. Diese qualitativen Eigenschaften werden mit Hilfe von Fuzzy-Regeln miteinander verknüpft, um die Tauglichkeit des Rohszenarios für die weitere Analyse zu beurteilen. Die Eignung eines Szenarios für die Endauswahl hinsichtlich seiner Konsistenz kann beispielsweise mit Hilfe in Abbildung 3-17 gezeigte Regelbasis beurteilt werden. Nach ähnlichen Prinzipien werden Regeln für die Stabilität und Unterschiedlichkeit aufgestellt. Es muss hierbei zusätzlich beachtet werden, ob das betroffene Rohszenario ein Extremszenario darstellt oder im Mittelfeld liegt."</p>	<p>Dörnitz, E.: Effiziente Szenariotechnik durch teilautomatisierte Generierung von Konsistenzmatrizen. GABLER EDITION WISSENSCHAFT, 2008, S.68 &amp; S. 72 ff.</p>
Effiziente Szenariotechnik durch teilautomatisierte Generierung von Konsistenzmatrizen - Dörnitz		
31	<p>"Mit dieser Arbeit sollte ein Beitrag zur Effizienzsteigerung der Szenariotechnik durch teilautomatische Schätzung von Konsistenzwerten im Rahmen der Konsistenzanalyse geleistet werden. Zu diesem Zweck wurde aufbauend auf empirisch gewonnenen Konsistenzmatrizen die Eignung der Neuro-Fuzzy-Technologien zur Schätzung von Konsistenzwerten geprüft. Die Untersuchungsergebnisse beanspruchen eine Gültigkeit für alle Anwender der Szenariotechnik, die eine Konsistenzprüfung im Rahmen der Konsistenzanalyse durchführen. Hierbei sind zwei wichtige Punkte zu beachten: (i) Der Consistency Accelerator liefert keine endgültigen Ergebnisse, sondern erfordert eine interaktive Zusammenarbeit des Anwenders. So kann er als Unterstützung bzw. Ergänzung der traditionellen (manuellen) Konsistenzprüfung eingesetzt werden. (ii) Der Consistency Accelerator kann als Modul in eine bestehende Software, wie beispielsweise INKA (Geschka et al. 1998), integriert oder zu einer selbstständigen Software zur Unterstützung der gesamten Szenarienerstellung ausgebaut werden."</p>	<p>Dörnitz, E.: Effiziente Szenariotechnik durch teilautomatisierte Generierung von Konsistenzmatrizen. GABLER EDITION WISSENSCHAFT, 2008</p>

Grienitz; Schmidt		
32	<p>"Die Szenarien werden auf Basis von Konsistenzbewertungen berechnet. Die Herausforderungen bei der Auswertung der Konsistenzmatrix liegen in unterschiedlichen Bereichen. Zum einen stößt der bisherige Algorithmus bei ungünstigen Konstellationen, wie bspw. einer großen Anzahl von Einflussfaktoren und Zukunftsprojekten an die heutigen Grenzen der Rechenleistung. Zum anderen ist es aus heutiger Sicht nicht möglich, die Berechnung der Zukunftsszenarien an spezifische Randbedingungen, wie bspw. das unbedingte Auftreten einer Projektion, zu knüpfen.</p> <p>Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur Weiterentwicklung der Szenariotechnik leisten. Es wird ein neuer Konsistenzalgorithmus, basierend auf evolutionären Strategien, vorgestellt.</p> <p>Die Konzeption des entwickelten evolutionären Algorithmus auf Basis evolutionärer Strategien hat sechs Phasen.</p> <p>1. Phase: Initialisierung __ Aufgaben: Parameterinitialisierung, Erzeugung der Ausgangspopulation, Sortierung der Ausgangspopulation __ Ergebnisse/ Meilensteine: nach Fitness sortierte Ausgangspopulation</p> <p>2. Phase: Rekombination __ Ausgaben: Auswahl der Individuen für die Rekombination (Bestenselektion oder stochastic universal sampling), Erzeugung von Nachkommen anhand eines Single-Point-Crossovers __ Ergebnisse/ Meilensteine: Rekombinierte Kindpopulation</p> <p>3. Phase: Mutation __ Aufgaben: Gauss-Mutation aller Kindindividuen, adaptive Anpassung der Mutationschrittweite __ Ergebnisse/ Meilensteine: Mutierte Kindpopulation</p> <p>4. Phase: Selektion __ Ausgaben: Sortieren der Population nach Fitness, Auswahl der Individuen mit bester Fitness (Eliteliste), Konservierung der fittesten Individuen in der „Hall of Fame“ __ Ergebnisse/ Meilensteine: Übergangskindpopulation, Eliteliste, „Hall of Fame“</p> <p>5. Phase: Wiedereinfügen __ Ausgaben: Substitution der schlechtesten Eltern durch Wiedereinfügen der Elite __ Ergebnisse/ Meilensteine: angepasste Elternpopulation für neue Generation</p> <p>6. Phase: Ausgabe __ Ausgaben: Überprüfen auf Abbruchbedingung(en), Falls die Abbruchbedingung erfüllt ist, die letzte Generation sowie die „Hall of Fame“ ausgeben, Falls die Abbruchbedingung nicht erfüllt ist, Iteration mit Phase zwei neu beginnen __ Ergebnisse/ Meilensteine: Ausgabe der letzten Generation, Ausgabe der Bestenliste"</p>	<p>Grienitz, Schmidt: Weiterentwicklung der Konsistenzanalyse auf Basis evolutionärer Strategien für die Entwicklung von Markt- und Umfeldszenarien. In: Gausemeier (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 5. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung Heinz Nixdorf Institut, 2009</p>
Götze		
33	<p>"1. Definition und Strukturierung des Themas 2. Identifikation von Schlüsselfaktoren 3. Trendextrapolation von Schlüsselfaktoren 4. Identifikation von Umweltfaktoren 5. Analyse und Prognose von Umweltfaktoren 6. Vorbereitung einer Cross-Impact-Analyse 7. Erarbeitung von Rohszenarien 8. Sensitivitätsanalyse 9. Ausarbeitung von Szenarien 10. Auswirkungsanalyse"</p>	<p>Mißler-Behr, M.: Methoden der Szenarioanalyse. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 1993, S. 11</p>



Siegener Ansatz - Grienitz		
34	<p>"1. Phase: Systemanalyse - Identifizierung der Faktoren des Systems &amp; Identifizierung der Schlüsselfaktoren des Systems</p> <p>2. Phase: Systementwurf - Identifizierung der Merkmale der Schlüsselfaktoren des Systems &amp; Zusammensetzung der Zielfunktion des Systems</p> <p>3. Phase: Kommunikation / Transfer Visualisierung der Zustände (Szenarien) des komplexen Systems mittels mehrdimensionaler Skalierung &amp; Interpretation der Schlussfolgerungen im Kontext der Endszenarien</p> <p>4. Phase: Systemcontrolling - Steuerung und Bewertung aller Annahmen &amp; Bestimmung des Handlungsbedarfs in Fall von Systemänderungen"</p>	<p>Grienitz; Hausicke; Schmidt: Scenario development without probabilities — focusing on the most important scenario. Eur J Futures Res (2014)</p>
Szenario-Management-Prozess - Gausemeiner		
35	<p>"Das Szenario-Management erfolgt nach einem Phasenmodell in fünf Phasen, wie sie auch in Bild 3-8 dargestellt sind: Phase 1: Szenario-Vorbereitung Phase 2: Szenariofeld-Analyse Phase 3: Szenario-Prognostik Phase 4: Szenario-Bildung Phase 5: Szenario Transfer Nach der Vorbereitung des Szenario-Projektes (Phase 1) geht es in der Szenariofeld-Analyse, der Szenario-Prognostik und der Szenario-Bildung darum, mögliche Entwicklungen des Szenariofeldes zu erarbeiten und in Form von Szenarien zu beschreiben. Daher werden diese drei mittleren Phasen zusammenfassend als Szenario-Erstellung bezeichnet. Die Unterstützung unternehmerischer Entscheidungen mit Hilfe dieser Szenarien erfolgt im Szenario-Transfer (Phase 5). "</p>	<p>Gausemeier, Fink, Schlake: Szenario-Management Planen und Führen mit Szenarien. Carl Hanser Verlag München Wien, 1996, S.100</p>
Szenarioansatz - Ansatz der ScMI AG - Gausemeiner; Fink; Schlake; Siebe		
36	<p>"der Szenario-Management-Prozess umfasst sieben Phasen, von denen die Phasen eins bis vier der Szenario-Entwicklung zugeordnet werden, während die Phasen fünf bis sieben den Szenariotransfer beschreiben / Abbildung 5.4 Die sieben Phasen des Szenario-Managements (Fink, Schlake, Siebe, 2002, 67) / Der Szenario-Transfer wird von ScMI stärker spezifiziert und genauer beschrieben. Der Prozessabschnitt des Szenario-Transfers ist der eigentlichen Szenario-Entwicklung gleich gewichtet. Vorteilhaft gegenüber anglo amerikanischen Ansätzen bei dieser Vorgehensweise ist die hohe Nachvollziehbarkeit der Szenario-Entwicklung, nachteilig die aufwendige Konsistenzanalyse. die Abbildung (sieben Phasen) in Mietzner ist aus: Fink A., Schlake O., Siebe A. (2002): Erfolg durch Szenario-Management, Prinzip und Werkzeuge der strategischen Vorausschau, Campus Verlag, Frankfurt am Main [u.a.]. 1.Phase: Gestaltungsfeld-Analyse, 2. Phase: Szenario-Feld-Analyse, 3. Phase: Szenario-Prognostik, 4. Phase: Szenario-Bildung, 5. Phase: Szenario-Kommunikation, 6. Phase: Strategieentwicklung bzw. -bewertung, 7. Phase Strateg. Früherkennung"</p>	<p>Dana Mietzner: Strategische Vorausschau und Szenarioanalysen, S.131 ff. // Fink, Schlake, Siebe: Erfolg durch Szenario-Management. Campus Verlag, 2001</p>

Integrated Process Model for scenario-technique - Gräßler; Scholle; Pottebaum		
37	<p>"Das hier vorgestellte Prozessmodell basiert auf konsistenzbasierten Ansätzen der Szenariotechnik. Entweder ein strategischer Zweck oder das Ziel des szenariobasierten Requirements Engineering kann im Fokus der Szenario-Ableitung stehen.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analyse der Aufgabe</li> <li>2. Analyse des Einflusses</li> <li>3. Ableitung von Projektionen</li> <li>4. Bewertung der Konsistenz</li> <li>5. Entwicklung des Szenarios</li> <li>6. Ableitung von Konsequenzen</li> <li>7. Übertragung von Implikationen</li> </ol> <p>Das ISDM ist ein integriertes Datenmodell, das der Darstellung von Szenario-Daten gewidmet ist (Pottebaum und Gräßler, 2016). Die Struktur des ISDM ist in Abbildung 2 dargestellt. Es setzt die aus dem integrierten Prozessmodell abgeleiteten Anforderungen um."</p>	<p>Gräßler; Scholle; Pottebaum: Integrated process and data model for applying scenario-technique in requirements engineering. 21ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, ICED17. 2017</p>
the process for scenario-building- Avin		
38	<p>"1. Understand political Environment, Scope project, set up process, review data and resources 2A. Identify trends, constraints and issues 2B. Identify stakeholders and their goals 3A. Identify driving forces shaping trends and issues, rank by importance and uncertainty 3B. Analyse goals and objectives overlaps and conflicts; prioritize 4. establish evaluation criteria 5A. possible Futures 5B. Desired Futures 6. Build Scenarios 7. Test and Evaluate Scenarios 8. Develop preferred plan and policies"</p>	<p>Keough, Shanahan – Scenario Planning: toward a more complete model for practice, S. 171 // Avin, Dembner: Getting Scenario-Building Right, 2001</p>
Chermack et al.		
39	<p>"Die Einheiten der Theorie sind die Bausteine der Theorie und werden auf der Grundlage der Szenarioplanungsliteratur ausgewählt. Die Einheiten einer Theorie der Szenario-Planung sind also (1) Szenario-Geschichten, (2) Lernen, (3) mentale Modelle, (4) Entscheidungen und (5) Leistung. Jede Einheit rechtfertigt weitere Diskussionen. // abb des Modells in: Keough, Shanahan – Scenario Planning: toward a more complete model for practice, S. 173"</p>	<p>Chermack, T. J. (2003). Studying scenario planning: Theory, research suggestions and hypotheses. Technological Forecasting and Social Change, 72(1), 59-73.</p>



Keough; Shanahan		
40	<p><i>"generisches Modell zur Erstellung von Szenarien vorstellen: Phase I: Beteiligung an der Szenario-Planung</i></p> <p>Daher sollte die Phase I des generischen Szenario-Planungsmodells als Werkzeug für die organisatorische Strategieentwicklung die Mittel bereitstellen, mit denen Organisationen feststellen können, ob Szenario-Planung anwendbar oder durchführbar ist.</p> <p><b>Phase II: Team-Zusammensetzung</b></p> <p>Phase II des generischen Szenario-Planungsmodells sollte Anleitung bieten für Organisationen über die Zusammensetzung des Szenario-Planungsteams; eines, das in der Lage ist, durch ein breites Spektrum an Einsichten und Perspektiven glaubwürdige, realistische Szenarien zu erstellen, da der Erfolg des gesamten Szenario-Prozesses von den Teammitgliedern abhängt (Pollard &amp; Hotho, 2006; Verity, 2003). Die Literatur enthält jedoch nur sehr wenige Informationen über die Zusammensetzung von Szenario-Planungsteams.</p> <p><b>Phase III: Szenario-Bildung</b></p> <p>Phase III des generischen Szenario-Planungsmodells beinhaltet die tatsächliche Erstellung und Entwicklung von Szenarien durch das in Phase II gebildete Team. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Phasen ist die Phase der Szenario-Erstellung in der Szenario-Planungsliteratur stark exponiert. Obwohl der allgemeine Rahmen für die Erstellung von Szenarien von Modell zu Modell konsistent ist, variiert die Anzahl der Schritte, die zur Beschreibung des Prozesses verwendet werden.</p> <p><b>Phase IV: Entscheidungsprozess</b></p> <p>Die Beteiligung wichtiger Entscheidungsträger in früheren Phasen sollte jedoch nicht als die eigentliche Phase des Entscheidungsprozesses missverstanden werden. Frühere Phasen bieten die Möglichkeit, wichtige Informationen zu sammeln, um die Entscheidungsfindung durch Szenarien zu unterstützen. Am Ende des Tages müssen sich die Leiter der Organisation hinsetzen und die verfügbaren Informationen (z.B. mögliche Szenarien), und Entscheidungen über zukünftige Operationen zu treffen als Einzelpersonen."</p>	Keough, Shanahan – Scenario Planning: toward a more complete model for practice

Dator		
41	<p>"gehört zur Manoa schule Die Szenarioentwicklungsansätze, die von Dator, Inayatullah, Galtung und Wilber präsentiert werden, basieren auf Tiefe statt auf Brot, und anstatt mit Unsicherheit umzugehen, legen diese Szenarien die Machtverhältnisse offen. Der bedeutende Futurist Dator erklärt dass: "Was Futuristen studieren können und oft studieren, sind 'Zukunftsbilder' in den Köpfen der Menschen" [52]. Er führt weiter aus, dass Zukunftsstudien oft als Grundlage für Handlungen in der Gegenwart dienen. In seiner Arbeit über seinen Ansatz der alternativen Zukunft artikuliert Dator vier Szenario-Archetypen [53]. Anhand dieser vier Szenarien kann man sich vorstellen, wie die Zukunft in jedem dieser Szenarien aussehen würde [54]. Dator schlägt die folgenden Archetypen vor [53]:</p> <p>Anhaltendes Wachstum: In dieser Zukunft wird angenommen, dass sich die gegenwärtigen Bedingungen und Trends verbessern.</p> <p>Zusammenbruch: Diese Zukunft ergibt sich, wenn kontinuierliches Wachstum scheitert und es große Widersprüche gibt.</p> <p>Gleichbleibender Zustand: Diese Zukunft versucht, das Wachstum zu stoppen und ein Gleichgewicht in der Wirtschaft und mit der Natur zu finden. Sie hebt eine ausgewogene, weichere und gerechtere Gesellschaft hervor.</p> <p>Transformation: Diese Zukunft versucht, die Grundannahmen der anderen drei zu ändern. Sie kommt entweder durch dramatische technologischer Wandel oder geistiger Wandel."</p>	
Inayatullah		
42	<p>"Inayatullah entwickelt einen integrierten Ansatz zur Szenario-Planung, der aus der bevorzugten Zukunft, der verleugneten Zukunft, der integrierten Zukunft und dem Ausreißer besteht [54]. Er entwickelt eine kausalschichtige Analyse und zeigt die Rolle der kausalschichtigen Analyse für transformatives Zukunftsdenken auf [54,55]. Inayatullahs Methode ist ein ausgeklügeltes Verfahren zur Kategorisierung und Organisation unterschiedlicher Ansichten und Sorgen über die Zukunft. Daher hilft sie, effektiv über die Zukunft nachzudenken. Inayatullah stellt fest, dass in einer zunehmend komplexen Welt Zukunftsstudien den Menschen helfen können, die Welt zu schaffen, in der sie leben möchten [54]. Er schlägt auch Verbindungen zwischen sechs grundlegenden Zukunftskonzepten, sechs Fragen und sechs Säulen der Praxis vor [55]. Er skizziert Wege zur Integration mehrerer herausragender Zukunftstechniken: einschließlich Makrogeschichte, Szenarien, Zukunftsräder, integrale Zukünfte, und Analyse neu auftretender Probleme [55]."</p>	<p>Muhammad Amer, Tugrul U. Daim *, Antonie Jetter: A review of scenario planning, Portland, OR, USA, 2012</p>

Meyer-Schwickerath		
43	<p>"Im Folgenden wird eine Vorgehensweise vorgeschlagen, welche die Ableitung erwarteter Entwicklungen von Veränderungsdimensionen auf Basis von Szenarien ermöglicht. Die Vorgehensweise zeigt somit eine Möglichkeit auf, wie der in Kapitel 5 vorgestellte Ansatz im Rahmen der Szenariotechnik umgesetzt werden kann. Das Vorgehen zielt darauf ab, die Szenarien der Systemumwelt für den PEP nutzbar zu machen. Die Veränderungsdimensionen übersetzen hierbei die Entwicklung exogener Faktoren, die in Szenarien zusammengefasst werden, in spezifische, veränderliche Rahmenbedingungen des PEP. Diese können dann im Rahmen der Zielbildung verwendet werden. Das Vorgehen beruht auf den drei in Abbildung 39 dargestellten Schritten, die im Folgenden detailliert vorgestellt werden. Hierbei kann auf Szenarien der Unternehmensumwelt aufgebaut werden, die mithilfe von Szenariotechnik entwickelt wurden. 1. Werte der Veränderungsdimension auf Basis der Szenarien zum Zeitpunkt T 2. Wahrscheinlichkeitsverteilung zum Zeitpunkt T 3. Entwicklungspfade je Szenario"</p>	<p>Meyer-Schwickerath: Vorausschau im Produktentstehungsprozess Das integrierte Produktentstehungs-Modell (iPeM) als Bezugsrahmen für Vorausschau am Beispiel von Szenariotechnik und strategischer Frühaufklärung S. 121</p>
Slaughter		
44	<p>"Das heißt, es wird sehr viel Zeit darauf verwendet, das betreffende System (oder die Organisation) zu studieren, seine interne Dynamik zu verstehen (einschließlich der "mental Modelle", die seine Funktionsweise bestimmen) und eine Reihe von externen Einflüssen zu erfassen.</p> <p>In Schritt 2 werden die Ergebnisse von Schritt 1 zusammengeführt und in eine Standard-Szenario-Matrix (oder ein ähnliches Instrument) übertragen, die normalerweise um zwei zentrale Unsicherheiten herum aufgebaut ist. Daraus lassen sich vier gegensätzliche Zukunftsszenarien ableiten.</p> <p>In Schritt 3 wird jede der möglichen Zukunftswelten untersucht. Mit anderen Worten, die rohe Architektur der Szenario-Rahmenwerke wird eingehend interpretiert. Sobald mehrere kontrastierende Welten beschrieben worden sind, tauchen eine Reihe von Fragen auf. Wenn wir in dieser Welt leben würden, was wären die Implikationen? `Wie könnten wir auf interne und externe Herausforderungen reagieren? ` Welches sind die wichtigsten strategischen Optionen?</p> <p>Schritt 4 beinhaltet wiederum die mündliche (oder schriftliche) Präsentation der Ergebnisse vor dem Sponsor und/oder einer größeren Gemeinschaft von Gleichaltrigen. Gelegentlich können Zusammenfassungen dieser Arbeit veröffentlicht und verbreitet werden, um ein breiteres Feedback und Kommentare zu erhalten. Insgesamt werden in dieser Phase Beurteilungen über die Gültigkeit und Nützlichkeit der Szenarien-Methode unter bestimmten Umständen vorgenommen."</p>	<p>slaughter: knowledge creation, futures methodologies and the integral agenda, S. 412</p>

Scenario Network Mapping - List		
45	<p>"Anstatt (wie bei den oben genannten konventionellen Methoden) einige wenige Szenarien im Detail zu entwickeln, wird eine viel größere Anzahl entwickelt, jedes in viel weniger Details. Diese kleinen Komponenten sind also leichter ersetzt oder modifiziert werden kann. Statt jedes Szenario als eigenständiges Entität, sie sind absichtlich miteinander verbunden. Es gibt keine Implikation, dass nur eine der sich daraus ergebende Szenarien eintreten werden.</p> <p>Beim Szenario-Netzwerk-Mapping wird der Problembaum in einen Ereignisbaum umgewandelt. Es gibt ein zentrales Ereignis (den Stamm), eine Hierarchie von Ursachen (die Wurzeln) und eine Hierarchie der Ergebnisse (die Zweige). Im Gegensatz zu den meisten anderen Szenario-Methoden ist der Fokus bei SNM geht es nicht so sehr darum, was passieren könnte, sondern vielmehr darum, wie es passieren könnte. Auf der obersten Schicht von der Ereignisbaum, die "Boxen" (mögliche Ereignisse oder Situationen) sind weniger wichtig als die "Pfeile" - die Gründe, warum ein Ereignis oder eine Situation zu einer anderen führen würde. Ein Schlüsselprinzip der SNM, ohne die sie wenig Sinn macht, ist das holonische Prinzip: dass jeder Das Ereignis oder die Situation kann endlos in kleinere Ereignisse oder Situationen unterteilt oder kombiniert werden. in größere Ereignisse oder Situationen. Praktisch gesehen kann das SNM in der Regel wie folgt durchgeführt werden in vier halbtägigen Sitzungen, mit Gruppen von etwa 20 Personen, die die breiteste mögliche Bandbreite von Interessengruppen. Für diejenigen, die daran interessiert sein könnten, die Methode steht ein praktisches Handbuch zur Verfügung (Liste, 2006a)."</p>	D. List, Scenario network mapping, Journal of Futures Studies 11 (2007) 77–96.
Updated scenario development framework with FCM (Fuzzy) - van Vliet; Kok; Veldkamp		
46	<p>"Wir stellen einen aktualisierten Rahmen für die Szenario-Entwicklung vor, der auf bestehenden Szenario-Entwicklungsmethoden aufbaut. Das Rahmenwerk ist weitgehend partizipatorisch; die Interessenvertreter werden aktiv in alle Schritte einbezogen. Mehr als bei den bestehenden Methoden fördern wir die Verwendung sowohl qualitativer als auch semiquantitativer Ansätze. Zuerst wird eine Beschreibung des Rahmens gegeben, danach wird die wichtigste semi-quantitative Methode (Fuzzy Cognitive Map) beschrieben. Der Rahmen besteht aus vier Schritten, in denen die verschiedenen qualitativen und (semi-) quantitativen Methoden kombiniert werden: Schritt 1: Gegenwärtige und nahe Zukunft (kurzfristige Hindernisse). Schritt 2: Blick in die Zukunft (langfristige Visionen). Schritt 3: Kritische Überprüfung der entwickelten Visionen. Schritt 4: Wiedergabe (kurzfristige politische Optionen). Diese Schritte werden gewählt, um die Handlung der Szenarien schrittweise aufzubauen und zu verfeinern. Es ist ein gründliches Verständnis der Sicht der Interessenvertreter auf das gegenwärtige System erforderlich, um zu verstehen, warum sie glauben, dass sich die Zukunft in einer bestimmten Weise entwickeln könnte. Je nach der Situation in den Fallstudien können in den Workshops alle Schritte oder nur Teile des Rahmens verwendet werden. Der Rahmen wird in [29] näher beschrieben.</p> <p>FCMs bringen eine neue "Sprache" ein, nämlich die Flussdiagramme, um den gegebenen Input zu strukturieren. Die Verwendung von Flussdiagrammen dürfte nicht für alle Arten von Interessengruppen einfach sein."</p>	M. van Vliet, K. Kok, T. Veldkamp, Linking stakeholders and modellers in scenario studies: the use of Fuzzy Cognitive Maps as a communication and learning tool, Futures 42 (2010) 1–14.

Fuzzy- Szenariomodell - Canarelli		
47	<p>"Bei dem dynamischen Fuzzy-Szenariomodell von Canarelli (1996) wird der Aufbau der Szenarioanalyse an die Systemdynamische Modellierung angelehnt. Hier werden die Zusammenhänge im System mittels Wenn-Dann-Regeln beschrieben. Grundsätzlich erinnert der Ansatz in seiner Vorgehensweise an das dynamische Szenario-Verfahren von Hofmeister. Da die beiden Ansätze jedoch zeitlich nicht sehr weit auseinander liegen und die Autoren bei ihren Ausführungen nicht aufeinander verweisen, wird davon ausgegangen, dass beide Verfahren parallel entwickelt wurden. Das Verfahren von Canarelli wurde von Zanolì (2000) aufgegriffen und am Beispiel der zukünftigen Entwicklung des „Organic Farming“ aufgezeigt. Dieses Fuzzy-Szenariomodell wird im Abschnitt 3.3.3 erläutert.</p> <p>Die Entwicklung von Fuzzy-Szenarios nach Canarelli (1996) ähnelt grundsätzlich der Systemdynamischen Modellierung. So werden zuerst die wichtigsten Bestandteile eines Systems definiert. Dazu gehören das Untersuchungsfeld mit internen Variablen sowie verschiedene Einflussbereiche mit externen Variablen. Folglich werden zwischen allen Bereichen die Wirkungszusammenhänge ermittelt, die sich mittels eines Wirkungsdiagramms grafisch darstellen lassen. Im Unterschied zur klassischen Systemdynamischen Modellierung werden die Systemzusammenhänge in linguistischer, statt mathematischer Form definiert (vgl. Canarelli 1996, S. 8)."</p>	<p>Dörnitz, E.: Effiziente Szenariotechnik durch teilautomatisierte Generierung von Konsistenzmatrizen. GABLER EDITION WISSENSCHAFT, 2008, S.68 &amp; S. 73</p>

Ranking Fuzzy Cognitive Map based scenarios using ELECTRE III - Shafia; Moghaddam; Teimoury		
48	<p>"Dieses Papier stellt eine schrittweise Methodik vor, die bei der Erstellung, Entwicklung und Einordnung möglicher Zukunftsszenarien unter Berücksichtigung der möglichen kausalen Zusammenhänge zwischen den Forschungskonzepten als Leitfaden dienen kann. Die Methode wird durch eine Kombination aus Fuzzy Cognitive Maps, einer weit verbreiteten Soft-Computing-Methode, und ELECTRE III, einer beliebten Methode der Multi-Attribut-Entscheidungsfindung, bereichert. Die vorgeschlagene Methodik zur Einstufung von FCM-basierten Szenarien unter Verwendung von ELECTRE III.</p> <p>Block 1. Erstellung unscharfer kognitiver Karten</p> <p>1.1 Auswahl der Experten</p> <p>1.2 Vorbereitung der IFCM</p> <p>1.3 Aggregierende Karten</p> <p>1.4 Kondensierende SFCM</p> <p>Block 2: SFCM-Simulation</p> <p>2.1 Bestimmung des Anfangszustandsvektors</p> <p>2.2 Ausbildung und Simulation der SFCM - iterativ</p> <p>2.3 Beschaffung von Szenarien-Daten</p> <p>Block 3: Rangfolge der Szenarien unter Verwendung von ELECTRE III</p> <p>3.1 Definition des Entscheidungsproblems</p> <p>3.2 Berechnung von Konkordanz und Diskordanzindex</p> <p>3.3 Berechnung des Glaubwürdigkeitsgrades</p> <p>3.4 Rangfolge der Szenarien</p> <p>3.5 Überprüfung und Rückmeldung"</p>	<p>Shafia, Moghaddam, Teimoury: Ranking Fuzzy Cognitive Map based scenarios using ELECTRE III: Applied on housing market. Expert Systems, October 2016, Vol. 33, No. 5 S. 420</p>
Qualitative Fuzzy Cross-Impact-Analyse - Jeong; Kim		
49	<p>"Der Ansatz von Jeong und Kim wird insbesondere bei einer zielorientierten Prognose empfohlen. Das Ziel der vorgeschlagenen qualitativen Cross-Impact-Analyse ist es, unter verschiedenen Technologien die Schlüsseltechnologie zu bestimmen, da die Autoren dem gegenseitigen Einfluss verschiedener Technologien eine hohe Bedeutung im Rahmen der Zukunftsforschung, und speziell des Innovationsmanagements zusprechen. Hierfür werden zunächst die Wechselwirkungen zwischen den für ein Untersuchungsfeld relevanten Technologien mithilfe linguistischer Ausdrücke, wie z. B. schwacher oder starker Einfluss, dargestellt. Die Übergangszeiten von einer Technologie zur anderen (sog. Verzögerungszeiten/Time Delay) werden geschätzt und als Zugehörigkeitsfunktionen in das Modell aufgenommen. Die Darstellung erfolgt entweder in Form eines Graphen (s. Abbildung 3-18) oder in Form zweier Matrizen, der Technological Impact und der Time Delay Matrix (s. Abbildung 3-19). Unter Einsatz der Fuzzy-Operatoren werden die direkten Einflüsse in den gesamten Einfluss einer Technologie auf andere überführt, sodass letztendlich die Schlüsseltechnologie ermittelt werden kann. Der gesamte Einfluss wird dabei anhand aller möglichen Übergänge von einer weniger entwickelten Starttechnologie in die fortgeschrittene Zieltechnologie errechnet."</p>	<p>Dörnitz, E.: Effiziente Szenariotechnik durch teilautomatisierte Generierung von Konsistenzmatrizen. GABLER EDITION WISSENSCHAFT, 2008, S. 73 ff.</p>

Qualitative Fuzzy Cross-Impact-Analyse - Parashar et al.		
50	<p>"Das Konzept für die qualitative Cross-Impact-Analyse von Parashar et al. (1997), die Fuzzy Cross-Impact-Simulation, basiert auf dem deterministisch-dynamischen Ansatz von Kane (s. Kapitel 2, Abschnitt 1.2.1.2). KSIM wird insoweit umgestaltet, als dass die Abhängigkeiten zwischen den Ereignissen in der Wechselwirkungsmatrix sowie die Anfangswerte der Ereignisse durch linguistische Ausdrücke ersetzt und mit Hilfe von Zugehörigkeitsfunktionen des Lambda-Typs dargestellt wurden (s. Abschnitt 3.1.2.1). Durch die linguistische Darstellung der Elemente der Wechselwirkungsmatrix wird zum einen das ungenaue, also unscharfe, Wissen über die Zukunft direkt in die Simulation aufgenommen, zum anderen werden die Inkonsistenzen in den Expertenaussagen sofort aufgedeckt (vgl. Parashar et al. 1997, S. 432). Das Model von Parashar et al. wurde für die Simulation im Environmental Assessment eingesetzt, um die dynamische Entwicklung verschiedener Faktoren in Hinblick auf deren Änderung zu untersuchen."</p>	<p>Dörnitz, E.: Effiziente Szenariotechnik durch teilautomatisierte Generierung von Konsistenzmatrizen. GABLER EDITION WISSENSCHAFT, 2008, S. 73 ff.</p>
Qualitative Fuzzy Cross-Impact-Analyse - Asan et al.		
51	<p>"Weitere Variationen der Fuzzy-Cross-Impact-Analyse, die sich auf die oben dargestellten Ansätze beziehen, stellen zwei Vorschläge von Asan et al. (2004) dar, die auf den Security Appliances Sektor angewandt wurden: (i) Beim ersten Ansatz stehen linguistische Variablen zur Einflussbeschreibung im Vordergrund (s. Abbildung 3-20, a). (ii) Der zweite Ansatz konzentriert sich auf Fuzzy-Werte, die als Zugehörigkeitsfunktionen des Lambda-Typs dargestellt werden (s. Abbildung 3-20, b und Abbildung 3-21). Nach der Erstellung einer stabilen Matrix mit der MICMAC-Methode werden die unscharfen Werte der so modifizierten Cross-Impact-Matrix in scharfe Werte übersetzt. Die Analyse wird im Sinne der MICMAC-Methode fortgeführt, mit dem Ziel, direkte und indirekte Einflüsse zu bestimmen. Zur Veranschaulichung der Ergebnisse eignet sich ein System-Grid, in dem die direkten und indirekten Einflüsse zusammenfassend abgebildet werden (hierzu vgl. Gausemeier 1995, S. 199-201; Mißler-Behr 1993, S. 70-71)."</p>	<p>Dörnitz, E.: Effiziente Szenariotechnik durch teilautomatisierte Generierung von Konsistenzmatrizen. GABLER EDITION WISSENSCHAFT, 2008, S. 73 ff.</p>



Intelligent Scenario Generator - Li et al.		
52	<p>"Hierfür haben Li et al. (1997) einen Ansatz entwickelt, in dem ein regelbasiertes Neuronales Netz nicht nur lernfähig ist, sondern auch die Fähigkeit hat, die Expertenaussagen in diesem Lernprozess zu korrigieren. Dabei wird eine wichtige Stärke von Neuronalen Netzen genutzt: Der Zusammenhang zwischen den Einflussfaktoren und dem Ergebnis der Analyse muss nicht explizit durch funktionale Zusammenhänge definiert werden. Solche funktionalen Abhängigkeiten sind sehr schwer zu bestimmen.</p> <p>Die Lernfähigkeit des Neuronalen Netzwerkes wird durch die Einführung des Expertenwissens in Form von heuristischen Regeln beschleunigt. Die Vorgehensweise bei der Szenario-Erstellung erfolgt in drei Hauptschritten (vgl. Li et al. 1997, S. 262):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In Schritt 1 werden die Eingangs- und Ausgangsdeskriptoren mit ihren Alternativannahmen definiert. Dabei beschreiben die letzteren das zukünftige Szenario.</li> <li>• In Schritt 2 werden die Eintrittswahrscheinlichkeiten der Eingangsdeskriptoren bestimmt.</li> <li>• In Schritt 3 werden Regeln über den Zusammenhang von Eingangs- und Ausgangsdeskriptoren generiert. Im Verlauf der Simulation werden zuerst die wahrscheinlichsten Zukunftsannahmen der Ausgangsdeskriptoren ermittelt, um letztlich daraus Annahmen für die Endszenarien zu bestimmen.</li> </ul> <p>Das Problem bei der Anwendung der Neuronalen Netzen zur Generierung von Szenarien besteht in der Art des Wissens, da die Bestimmung von Eingangs- und Ausgangsgrößen bereits eine Art der Vorhersage darstellt. In der Regelungstechnik besteht der Input hingegen meist aus Mess- bzw. Erfahrungswerten."</p>	<p>Dörnitz, E.: Effiziente Szenariotechnik durch teilautomatisierte Generierung von Konsistenzmatrizen. GABLER EDITION WISSENSCHAFT, 2008, S. 78</p>
Coates; Jarratt		
53	<p>"die Szenariotechnik, die sie in ihrer höchst erfolgreichen Beratungspraxis. Sie enthält Elemente formalerer Techniken, die im Folgenden beschrieben werden, aber Es handelt sich im Grunde genommen um eine komplexere, aber einfachere Form der urteilenden Prognose. Kurz gesagt, die Schritte umfassen die Identifizierung des Bereichs und des Zeitrahmens, die Ermittlung der Bedingungen oder Variablen, die in diesem Bereich von Belang sind, wodurch vier bis sechs Szenario-Themen generiert werden, "die die wichtigsten Arten möglicher zukünftiger Entwicklungen," wobei der Wert der Bedingung oder Variable unter jedem Thema, und schließlich das Schreiben des Szenarios (siehe Coates, 2000)."</p>	<p>Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25</p>



Manoa-Technik - Schultz et al.		
54	<p>"Die Manoa-Technik wurde von Wendy Schultz und anderen Studenten an der Universität von Hawaii in Manoa während ihres Studiums bei Jim Dator erfunden. Es handelt sich um eine Verkettung von Zukunftstechniken, um die Implikationen und Verbindungen zwischen Trends zu erforschen. Die Technik erfordert, dass eine Einzelperson oder eine Gruppe mit drei starken, fast unbestreitbaren Trends arbeitet. Diese Trends werden auf zwei Arten ausgearbeitet. Die erste Möglichkeit besteht darin, die Implikationen jedes dieser Trends separat mit Hilfe eines Zukunftsrades zu ermitteln. (Ein Zukunftsrade ist im Wesentlichen eine Mindmap, bei der jeder Trend das Zentrum bildet und daraus die aufeinander folgenden Implikationsebenen gebildet werden). Die zweite Möglichkeit besteht darin, die Wechselwirkungen zwischen den drei Trends mit Hilfe einer qualitativen Cross-Impact-Matrix zu entdecken. (Eine Cross-Matrix ist eine quadratische Matrix, in diesem Fall mit einer Zeile und einer Spalte für jeden Trend. Die Zellen sind mit den Auswirkungen oder Wirkungen eines Trends (die Zeile) auf einen anderen (die Spalte) gefüllt). Nach diesen Übungen bleibt dem Einzelnen ein reicher Fundus an Material, aus dem er antworten kann. spezifische Fragen zu dieser Zukunft zu stellen oder sogar ein komplettes Szenario zu schreiben. Schultz benutzte diese Technik mit dem Hawaii Services Council im Jahr 1993 (siehe Schultz, 1993)."</p>	<p>Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25</p>
Systemic Scenarios (Variante der Manoa-Technik) - Burchsted; Crews		
55	<p>"Zwei von Dr. Schultz' Schülern, Sandra Burchsted und Christian Crews, entwickelten auch eine Variante der Manoa-Technik, die sie Systemische Szenarien nennen (Burchsted und Crews, 2003). Anstatt die Cross-Impact-Matrix als Mittel zur Identifizierung der Wechselwirkungen zwischen den Trends zu verwenden, zeigen sie die Beziehungen zwischen den Implikationen aus verschiedenen Trends auf, indem sie ein Kausalmodell verwenden, das die dynamischen Wechselwirkungen zwischen den Implikationen und damit die Trends aufzeigt (siehe Burchsted und Crews, 2003)."</p>	<p>Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25</p>
Sociovision - De Vries		
56	<p>"Sociovision beginnt mit einem Standardwahrscheinlichkeitsbaum. Die Untersuchung des Baumes kann jedoch bestimmte Zweige offenbaren, die einen gemeinsamen Charakter haben. Vielleicht sind viele von ihnen weniger wahrscheinlich oder eher bevorzugt, oder sie können von einem bestimmten Interessensvertreter oder einer bestimmten Bedingung bestimmt werden. Durch die Zusammenführung dieser Zweige entsteht ein kohärentes Szenario, wie die Zukunft aussehen könnte entwickeln, komplett mit den Ereignissen, die die Geschichte ausmachen. Der Wahrscheinlichkeitsbaum handelt dann als ein Input, der einige allgemeine Makro-Themen aufzeigt, die für die Teilnehmer zu Beginn (siehe De Vries, 2001)."</p>	<p>Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25</p>

Probability tree		
57	<p>"Der Wahrscheinlichkeitsbaum hat dieselbe Form wie ein Entscheidungsbaum, mit Ausnahme der Zweige in einer Entscheidung Baum sind nicht das, was passieren könnte, sondern die Entscheidungen, die wir an jedem Zweig treffen werden. Der Baum endet je nach Pfad zu unterschiedlichen zukünftigen Bedingungen. Und wenn man die Wahrscheinlichkeit jedes Zweigs, kann man die Wahrscheinlichkeit berechnen, zu diesem Endzustand zu gelangen als das Produkt der Wahrscheinlichkeiten der Verzweigungen, die auf dem Weg dorthin aufgetreten sind. Diese Die Wahrscheinlichkeiten belaufen sich auf 100 Prozent, da eine von ihnen zwangsläufig eintritt. Wahrscheinlichkeitsbäume sind die beim Risikomanagement eingesetzt werden, insbesondere wenn Risikomanager und -planer beurteilen müssen die Wahrscheinlichkeit, dass mehrere Risiken in der gleichen Zeitspanne auftreten. Die Eidos-Werkzeugpalette von der Parmenides Foundation (ehemals ThinkTools) enthält ein Werkzeug für den Aufbau und Auswertung von Wahrscheinlichkeitsbäumen."</p>	<p>Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25</p>
Divergence mapping - Harman		
58	<p>"Divergenzkartierung wurde von Harman (1976) in seinem Buch An Incomplete Guide beschrieben in die Zukunft. Es besteht aus dem Brainstorming einer Reihe von Veranstaltungen, die die Zukunft verändern könnten. Sein Die "Karte" erlaubt bis zu 22 dieser Ereignisse, aber es sind eindeutig mehr möglich. Diese Ereignisse sind angeordnet in einer Fächerstruktur mit vier Bögen, von denen jeder eine längere Zeit darstellt Horizont. Ereignisse aus früheren Zeithorizonten werden dann mit späteren in einem plausiblen Sequenz, die den Handlungsstrang eines Szenarios bildet (siehe Harman, 1976)."</p>	<p>Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25</p>
Horizon mission methodology (HMM) - Anderson		
59	<p>"Methodik der Horizontmission (HMM). Eine der bekanntesten und reinsten Formen der das Backcasting wurde von dem verstorbenen John Anderson bei der National Aeronautics und Raumfahrtbehörde (NASA). Andersons Technik wurde entwickelt, um der NASA zu helfen Ingenieure entscheiden über F&amp;E-Pfade, die einen gewissen Ertrag bringen könnten. Prognose aus dem Anwesende Ingenieure waren aufgrund ihres disziplinären Hintergrunds oft gezwungen, Empfehlungen auszusprechen eher inkrementelle als bahnbrechende Forschung. Um dieser Tendenz entgegenzuwirken, hat Anderson hatten zuerst Ingenieure eine phantastische Mission (eine Horizontmission), eine, die beim heutigen Stand der Technik völlig undurchführbar. Ein Favorit von ihm war eine eintägige Mission zum Jupiter. Diese Reise würde heute mehrere Monate dauern, auf dem schnellsten Weg mit der stärkste Raketen. Ein Tagesausflug war also in der Tat fantastisch. Nach der Überwindung der "Kicherfaktor", bat Anderson dann die Ingenieure, diese Mission "zu zerlegen". seine Bestandteile. Mit anderen Worten: "Angenommen, eine solche Mission hätte tatsächlich stattgefunden hat, welche Technologien wären erforderlich?" Angesichts der Komponenten des Mission, dann bat er sie, jede dieser Komponenten unter Verwendung der gleichen die Frage: "Welche Technologien würde es erfordern? In der Gegenwart angekommen, Ingenieure fanden heraus, dass sie einige kurzfristige F&amp;E-Gelegenheiten hatten, die sie möglicherweise nicht Jupiter an einem Tag, aber sie könnten weitere Durchbrüche in der Welt-raumforschung schaffen. Die Rückwärtsarbeit hat sie aus der Gegenwart heraus und in die Zukunft gebracht, und zwar im großen Stil! (Siehe Hojer und Mattsson (1999)."</p>	<p>Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25</p>

Impact of Future Technologies - Stark		
60	<p>"Die IBM Corporation hat eine Backcasting-Technik für den gleichen Zweck - Investitionsentscheidungen in zukünftige F&amp;E-Technologie zu treffen - entwickelt und vermarktet diese nun. Die Technik, die als Impact of Future Technologies (IoFT) bezeichnet wird, beginnt an der gleichen Stelle, an der Anderson's mit einer sehr fähigen Zukunftsvision beginnt. IoFT unterscheidet sich jedoch vom HMM, da es von mehreren ausgearbeiteten Zukunftsszenarien ausgeht und nicht nur von einer einfachen Mission. Ausgehend von diesen Szenarien identifiziert ein Team von sachkundigen Wissenschaftlern rückwärts arbeitend Wegweiser, die als wissenschaftliche oder technologische Durchbrüche definiert sind, die erforderlich wären, damit eines oder mehrere der Szenarien Wirklichkeit werden. IBM empfiehlt nicht, dass der Kunde an der Schaffung der Durchbrüche arbeitet, da diese so massiv sind, dass selbst der fähigste Kunde wenig dazu beitragen würde ihr Auftreten. Hinzu kommt, dass Durchbrüche per definitionem unvorhersehbar sind, vor allem, wenn sie auftreten werden, so dass sie eher empfehlen, dass der Klient für das Eintreten des Durchbruchs und setzen dann eine Kontingentstrategie während einer spätere Gelegenheit, die Möglichkeiten des Durchbruchs zu nutzen (siehe Stark, 2006)."</p>	<p>Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25</p>
Future mapping - Mason		
61	<p>"Dieses wurde von David Mason von Northeast Consulting entwickelt. Es ist eine Variante der Technik der vordefinierten Szenarien, bei der er nicht nur die Endzustände, sondern auch die Ereignisse, die zu diesen Endzuständen führen, vordefiniert hat. Die teilnehmenden Teams wählen und arrangieren dann die Ereignisse, die zu den einzelnen Endstaaten führen. Die Technik bietet den Teilnehmern ein tieferes Verständnis dafür, wie Ereignisse interagieren können, um verschiedene Zukünfte zu schaffen, und wie verschiedene Endzustände aus demselben Satz von Ereignissen entstehen können. (siehe Mason, 2003)."</p>	<p>Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25</p>
Morphological analysis (MA)		
62	<p>"Morphologische Analyse (MA), Feldanomalie-Relaxation (FAR) sind traditionellere Versionen der gleichen Technik. Der Unterschied besteht darin, dass sie eine beliebige Anzahl von Unsicherheiten enthalten und eine beliebige Anzahl alternativer Staaten für jede Unsicherheit, so dass GBN eigentlich eine Teilmenge ist von MA/FAR. Die Unsicherheiten werden als eine Reihe von Spalten dargestellt, in denen jede Spalte stellt eine Dimension der Unsicherheit dar und enthält eine beliebige Anzahl von Alternativen. Eine erzeugt einen Szenario-Kernel/Logik aus dem MA/FAR-Layout, indem eine Alternative aus jede Spalte. Das ist natürlich leichter gesagt als getan, denn ein Standardlayout mit fünf Dimensionen der Unsicherheit, jede mit drei Alternativen, erzeugt 35 oder fast 250 verschiedene Szenario-Kerne. Während MA und FAR komplizierter sind und daher weniger Gemeinsam überwinden sie die Schwierigkeit, dass es teuflisch schwer ist, die Unsicherheiten der Zukunft in nur zwei Dimensionen (siehe Coyle, 2003; Coyle et al., 1994; Duczynski, 2000; Eriksson und Ritchey, 2002; Rhyne, 1974, 1981, 1995)"</p>	<p>Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25</p>

Option Development and Option Evaluation (OS/OE)		
63	<p>"Die Optionsentwicklung und Optionsbewertung (OS/OE) ist Teil des von der Parmenides Foundation vertriebenen Eidos-Toolsets, das die Komplexität morphologischer Analyse. Die Optionsentwicklung ist das Programm, das die Dimensionen der Unsicherheit darlegt und die damit verbundenen Alternativen. Offene Evaluation verwendet eine Kompatibilität Matrix aller Alternativen gegen alle anderen Alternativen zur Berechnung der Konsistenz jeder Kombination von Alternativen. Das Programm reiht sie dann nach ihrer Konsistenz."</p>	<p>Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25</p>
Sensitivity analysis		
64	<p>"Die Sensitivitätsanalyse variiert einen der drei Teile eines Systemmodells, die variiert werden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Der Wert der exogenen Variablen, die das Modell steuern. Exogene Variablen, auch genannt Randbedingungen, beeinflussen andere Variablen im Modell, aber sie sind nicht selbst von diesen Variablen beeinflusst werden. Mit anderen Worten, sie werden außerhalb der Modell, in der Umgebung des Modells. Der von der Federal Reserve festgelegte Zinssatz und der vom Kongress festgelegte Steuersatz sind typische exogene Variablen für die Modelle der US-Wirtschaft. Man kann jede oder beide variieren, um zu sehen, wie sie sich auf Output-Variablen wie BIP oder Beschäftigung. Die Analyse misst dann, wie "empfindlich" das Modell ist Änderungen der Randbedingungen. Jede dieser Variationen ist ein Szenario.</li> <li>- Die Parameter, die die Wirkung der Variablen aufeinander definieren. Die Gleichungen in den Modellen, die die zukünftigen Werte der abhängigen Variablen (Y) definieren, werden aus unabhängigen Variablen (X) konstruiert, die durch einen Koeffizienten (b) in der Form <math>Y = a + bX</math> angepasst werden. Der Wert des Koeffizienten basiert auf dem historischen Verhältnis von X und Y. Aber selbst für die am besten unterstützten Koeffizienten besteht eine beträchtliche Unsicherheit. Darüber hinaus kann sich der Wert des Koeffizienten vollständig ändern, wenn sich das historische Verhältnis zwischen X und Y ändert. Man kann also Parameter im Modell variieren, um verschiedene Szenarien zu definieren.</li> <li>- Die Variablen im Modell selbst. Modelle bestehen aus Variablen, die die reale Welt repräsentieren, aber die Wahl der Variablen, die in das Modell einbezogen werden sollen, ist ebenfalls umstritten. Man kann die tatsächliche Struktur des Modells und seiner Gleichungen variieren, indem man Variablen hinzufügt oder entfernt, um die Auswirkungen auf die Ausgangsvariablen zu sehen. Jede dieser Veränderungen können alternative Beschreibungen der Zukunft - d.h. Szenarien - hervorbringen (siehe Saltelli, 2004) "</li> </ul>	<p>Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25</p>
dynamic scenarios - Ward; Schriefer		
65	<p>"Dynamische Szenarien sind eine Kombination aus Szenarioentwicklung und Systemanalyse, in dieser Reihenfolge. Der erste Schritt ist der gewöhnliche Prozess der Generierung von Szenariothemen oder -kernen, indem Ereignisse eines ähnlichen Typs aus einem Brainstorming-Universum aller plausiblen zukünftigen Ereignisse geclustert werden. Jedes dieser Themen definiert dann ein System, das mit Hilfe von Kausalmodellen abgebildet wird. Die Variablen, die in vielen verschiedenen Modellen auftraten, wurden in einem Metamodell zusammengeführt, das vorgab, die gesamte Domäne abzubilden. Die einzelnen Themen wurden dann unter Verwendung unterschiedlicher Werte für die Unsicherheiten in diesen Modellen ausgearbeitet (siehe Ward und Schriefer, 2003)."</p>	<p>Peter Bishop, Andy Hines, Terry Collins, (2007), "The current state of scenario development: an overview of techniques", foresight, Vol. 9 Iss: 1 pp. 5 - 25</p>

Sustainable Society Scenario (3S) Simulator - Kishita; Mizuno; Fukushige; Umeda		
66	<p>"In einem Versuch, eine Vielfalt von Wissen zu systematisieren, um Szenarien zu entwickeln und zu analysieren, stellte dieses Papier den Rahmen des Szenariientwurfs vor, der als iterative Prozesse gekennzeichnet ist, die die Ideengenerierung, -beschreibung, -überprüfung, -evaluierung und -revision umfassen. Historisch gesehen wurde der Theoretisierung von Szenariopraktiken weniger Aufmerksamkeit geschenkt, während Szenarioplanungsmethoden zur Erstellung mehrerer Szenarien weit verbreitet waren. In diesem Papier wurde als vielversprechender Ansatz zur Unterstützung des Szenariientwurfs das Konzept des computergestützten Szenariientwurfssystems - Sustainable Society Scenario (3S) Simulator - vorgeschlagen. Mit besonderem Schwerpunkt auf der Analyse vorhandener Szenarien, die als Teil der Szenarioentwurfstätigkeiten positioniert ist, wurde in diesem Papier die Methode der Szenariostrukturierung vorgeschlagen, um die logische Abfolge eines Szenarios zu visualisieren, indem das ursprüngliche Szenario in narrativem Format in eine Graphenstruktur umgewandelt wird."</p>	<p>Kishita, Mizuno, Fukushige, Umeda: Scenario structuring methodology for computer-aided scenario design: An application to envisioning sustainable futures. Technological Forecasting &amp; Social Change 160 (2020)</p>
szenariobasierte Roadmapping-Methode (SBRM) - Cheng; Cheung; Wong; Leung		
67	<p>"Die szenariobasierte Roadmapping-Methode (SBRM) für strategische Planung und Entscheidungsfindung wird vorgeschlagen, um mögliche Szenarien zu erstellen, die zukünftige Situationen in der Praxis widerspiegeln, um die Auswirkungen der einzelnen Szenarien zu bewerten, und Roadmaps mit externen und internen Fragen zu entwickeln, wie sowie die Aktionen entsprechend den Szenarien. Wie in Abb. 1 dargestellt, sind die Die vorgeschlagene Methode besteht aus fünf Hauptphasen einschließlich Voraussetzung Vorbereitung (Phase 1), Szenario-Teambildung (Phase 2), Szenario Aufbau (Phase 3), Szenarienbewertung und -auswahl (Phase 4) und szenariobasiertes Roadmapping (Phase 5). Abb. 1 veranschaulicht einen Rahmen für die vorgeschlagene SBRM-Methode."</p>	<p>Cheng, Cheung, Wong, Leung: A Scenario-based Roadmapping Method for Strategic Planning and Forecasting: A Case Study in a Testing, Inspection and Certification Company. Technological Forecasting &amp; Social Change 111 (2016) 44–62</p>

scenario planning for marketing action (SPMA) model - Pattinson; Sood		
68	<p>"SPMA ist ein Rahmenwerk zur Untermauerung einer Methode, die es Vermarktern ermöglicht, die zukünftige Vision, sowohl stillschweigend als auch explizit, von Unternehmen, Produkten und Dienstleistungen in einer klaren, prägnanten Erzählform auszudrücken, um alle Elemente einer Marketingstrategie (Ziele, Position und Ausführung) zu untermauern. Dieser Ansatz untermauert den Wunsch der Autoren, die systematische Anwendung der Szenarioplanung im Marketing zu gewährleisten und sie in den Rahmen der täglichen Marketingaktivitäten einzubetten.</p> <p>Das SPMA-Modell baut auf acht Prinzipien auf. Jedes Prinzip wird unter Bezugnahme auf Rationalität und Implikationen diskutiert. SP01 - Moderation und Zeitkompression</p> <p>SP02 - Storytelling führte zur Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen</p> <p>SP03 - Kundenorientierung</p> <p>SP04 - iterative dynamische Szenarien</p> <p>SP05 - Komplexitätswissenschaft soll nichtlineares Denken fördern</p> <p>SP06 - risikogewichtete Szenarien</p> <p>SP07 - Entwicklung von Szenarien für Marketing-Teilnehmer</p> <p>SP08 - Sprungbrett-Konsolidierung in ergebnisorientierte Szenarien"</p>	Marketers expressing the future: Scenario planning for marketing action
Epoch-Era Analysis - Roberts; Richards; Ross; Rhodes; Hastings		
69	<p>"Die Epochen-Ära-Analyse ist eine rechnergestützte Szenarioplanungsmethodik, die eine strukturierte Methode zur Analyse der zeitlichen Systemwertumgebung bietet (siehe Abb. 1) [1]. Eine Epoche wird durch einen Zeitraum definiert, der dem Lebenszyklus eines Systems von der Wiege bis zur Bahre entspricht. Epochen werden in Epochen zerlegt, analog zur Verwendung dieser Begriffe in der Geologie. Eine Epoche ist ein Zeitraum, für den es einen festen Kontext und Wert gibt.</p> <p>Erwartung an das System. So können Systementwürfe innerhalb einer bestimmten Epoche mit bestehenden Methoden, wie z.B. MATE [10], bewertet werden. Die Nutzen-Kosten-Kompromisse eines bestimmten Systems werden sich aufgrund der unterschiedlichen Kontext- und Werterwartungen wahrscheinlich in verschiedenen Epochen ändern. Tatsächlich ist jede Epoche ein "Zustandsszenario", das eine mögliche Konfiguration des Kontexts und der Werterwartungen darstellt. Um die Menge der Epochen zu konstruieren, ist es notwendig, die wichtigsten Kontextfaktoren und potenziellen Werterwartungen des Systems zu parametrisieren und aufzuzählen. Eine Epoche ist ein geordneter Satz von Epochen, der sich über den gesamten Systemlebenszyklus erstreckt und die Entwicklung von Zustands-Szenarien vom gegenwärtigen Zustand über Zwischenzustände bis hin zu zukünftigen Zuständen darstellt. Zur Konstruktion der Epochen können entweder morphologische oder Expertensystemansätze verwendet werden. Jede Epoche stellt die Entfaltung eines Szenarios mit mehreren Kontext- und Stakeholder-Erwartungszuständen (d.h. Epochen) dar. "</p>	Roberts, Richards, Ross, Rhodes, Hastings: Scenario Planning in Dynamic multi-attribute tradespace exploration



Dynamic Scenario Learning Process (DSLPP) - Schriefer; Sales		
70	<p>"Der Dynamic Scenario Learning Process (DSLPP) besteht aus vier zusammenhängenden Phasen (siehe Anhang 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analyse - Untersuchung des organisatorischen Kontexts, um ein Entscheidungsproblem zu identifizieren und zu artikulieren auf die sich DSLPP konzentrieren wird.</li> <li>2. Szenarien - Sammeln und Bewerten von Daten, die rigoros debattiert und ausgearbeitet werden in Szenarien. Wir tun dies, indem wir kritische Unsicherheiten identifizieren, relevante Trends definieren im Laufe der Zeit und untersucht dann die kausalen Beziehungen zwischen diesen Schlüsselvariablen.</li> <li>3. Generator für dynamische Szenarien - Integration von kausalen Beziehungen in ein dynamisches Szenario Generator (DSG). Verwendung des DSG zur Identifizierung der wichtigsten Hebelpunkte und zur Generierung des Szenarios Logiken für Plausibilität und Konsistenz. Die Anwendung des DSG in der Strategiephase auf die dynamischen Auswirkungen der vorgeschlagenen Maßnahmen des Unternehmens und seiner Konkurrenten.</li> <li>4. Strategien - Artikulieren und Testen möglicher strategischer Aktionen im Kontext der Szenarien, die das größte Potential für die Gestaltung einer erwünschten Zukunft und Robustheit in einem breiten Spektrum zukünftiger Bedingungen haben.</li> </ol> <p>Dann Rückschleifen in die Analysephase, um die Ereignisse in der äußeren Umgebung zu beobachten und die Auswirkungen strategischer Initiativen und wettbewerbsorientierter Reaktionen zu bewerten."</p>	<p>Schriefer, Sales: Special section: Learning from futuring Creating strategic advantage with dynamic scenarios. VOL. 34 NO. 3 2006, pp. 31-42, Q Emerald Group Publishing Limited</p>

Methodology for robust intelligent scenario planning - Moayer		
71	<p>„Phase 1 - Szenariengenerator</p> <p>Schritt 1: Definieren von Umfang, internen und externen Variablen</p> <p>Schritt 2: Regeln vom Experten festlegen</p> <p>Schritt 3: ANFIS-System vorbereiten</p> <p>Schritt 4: Empfindlichkeitsanalyse</p> <p>-&gt; Generierte Szenarien</p> <p>Phase 2 - intelligente robuste Optimierung</p> <p>Schritt 1: Definieren verschiedener Alpha-Schnitte für jede unbestimmte Variable</p> <p>Schritt 2: Finden des besten Alpha-Schnitts unter anderen Alpha-Schnitten für jedes Szenario</p> <p>Schritt 3: Ausführen des intelligenten, robusten Optimierungsmodells für jeden Zielprogrammierungsparameter und Unausführbarkeitsgewichtparameter</p> <p>Schritt 4: Messung des Mittelwerts, der Standardabweichung und der Überkapazität für jeden Zielprogrammierungsparameter und den Unausführbarkeitsgewichtparameter</p> <p>Schritt 5: Definition der robusten Region auf der Grundlage des Durchschnitts, der Standardabweichung und der Überkapazität</p> <p>-&gt; Robuste Lösung“</p>	<p>Moayer: robust intelligent scenario planning for industrial systems. S. 115</p>



## A5 Vergleichsmodelle der Szenario-Technik

### GBN (Global Business Network) Peter Schwartz

<b>originale Ablaufschritte: GBN (Global Business Network) Peter Schwartz</b>	<b>Vergleichsschritte: GBN (Global Business Network) Peter Schwartz</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>Erforderliche Eingangsgröße: GBN</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: GBN</b>
Identifikation eines strategisches Entscheidungsproblem	Problemanalyse	Aufgabenanalyse		
Identifikation der treibenden Kräfte im globalen Umfeld	Einflussidentifikation	Einflussanalyse		
Identifikationen vergangener Trends im globalen Umfeld	Trendidentifikation	Projektionsableitung	treibenden Faktoren (werden unterschieden in konstante, vorhersehbare und unsichere Faktoren) Die Schritte 2 bis 4 zielen auf die Reduktion der Vielzahl der Faktoren auf eine Anzahl von treibenden Faktoren, die leichter zu handhaben ist.	identifizierte Einflussfaktoren (S2)
Entwicklung einer hierarchischen Ordnung im Hinblick auf die Bedeutung der Faktoren (Bedeutung der treibenden Kräfte und Grad der Unsicherheit)	Einflusspriorisierung	Einflussanalyse	treibenden Faktoren (werden unterschieden in konstante, vorhersehbare und unsichere Faktoren) Die Schritte 2 bis 4 zielen auf die Reduktion der Vielzahl der Faktoren auf eine Anzahl von treibenden Faktoren, die leichter zu handhaben ist.	identifizierte Einflussfaktoren (S2)
Auswahl von logischen Zusammenhängen zu zusammenhängenden Szenarien	Szenario-Entwicklung	Szenario-Analyse	Unterscheidung zwischen den drei Arten von Faktoren (S2-4)/ identifizierte Bereiche von Unsicherheiten (S3-4)	differenzierte Einflussfaktoren (S2-4)/ identifizierte Unsicherheiten (S3-4)

<b>originale Ablaufschritte: GBN (Global Business Network) Peter Schwartz</b>	<b>Vergleichsschritte: GBN (Global Business Network) Peter Schwartz</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>Erforderliche Eingangsgröße: GBN</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: GBN</b>
Beschreibung der Szenarien auf der Basis von logischen Argumenten	Szenario-Beschreibung	Szenario-Analyse	Mit der Herausarbeitung und Beschrei- bung dieser Unsicherheiten bilden sich die Szenarien heraus & Jedes Szenario wird ausgefüllt mit Ereignissen, Trends und Mustern. (S2-4)	herausgearbeitete & beschriebene Unsicherheiten / identifizierte Ereignisse / identifizierte Trends / identifizierte Muster (S2-4)
Entwicklung von Implikationen für die Ent- scheidungsfindung	Implikationsentwicklung	Transfer	Ausgefüllte Szenarien (S6)	entwickelte Szenarien (S6)
Auswahl geeigneter Indikatoren im Sinne eines Frühwarnsystems, das Hinweise liefert für das Eintreten bestimmter Szenarien	Umfeldbeobachtung	Maßnahmen- umsetzung	Indikatoren auszuwählen, um die Strategie oder Entscheidung in einem fortlaufenden Prozess einem Monitoring zu unterziehen (S7)	identifizierte Auslöser (S7)

**SRI**

<b>originale Ablaufschritte: SRI</b>	<b>Vergleichsschritte: SRI</b>	<b>Referenzmodell-schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: SRI</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: SRI</b>
Analyse der Entscheidungen und strategischen Anliegen	Problemidentifikation	Aufgabenanalyse		
Identifizierung der wichtigsten Entscheidungsfaktoren	Entscheidungs-faktoridentifikation	Einflussanalyse		
Identifizierung der wichtigsten Umwelteinflüsse	Umwelteinflussidentifikation	Einflussanalyse	identifizierte Entscheidungsfaktoren (S2)	identifizierte Entscheidungsfaktoren (S2)
Analyse der Umwelteinflüsse	Umwelteinflussanalyse	Einflussanalyse	Identifizierte Umgebungseinflüsse (S3)	identifizierte Umgebungseinflüsse (S3)
Definition der Szenarienlogik	Szenario-Definition	Szenario-Definition	Szenario-Logiken sollten die meisten der in den vorangegangenen Schritten identifizierten Bedingungen und Ungewissheiten umfassen (s1-4)	Identifizierte Rahmenbedingungen / identifizierte Unsicherheiten
Definition der Szenarien	Szenario-Entwicklung	Szenario-Analyse	Kombination von Szenario-Logiken mit Umweltanalysen (S5 & S3,4)	identifizierter Szenario-Rahmen (S5) / analysierte Umgebungseinflüsse (S4)
Analyse der Auswirkungen auf die Hauptentscheidungsfaktoren	Auswirkungsanalyse	Szenario-Analyse	Auswirkungen jedes Szenario auf die in Schritt 2 identifizierten Hauptentscheidungsfaktoren hat	identifizierte Hauptfaktoren (S2)
Analyse der Implikationen für Entscheidungen und Strategien	Transfer/Strategieanpassung	Maßnahmenumsetzung	Informationen in einer Weise präsentiert werden, die für die Entscheidungsträger klar und informativ (S6,7)	kommunizierte Szenarien und Implikationen (S6,7)

## Heijden

<b>originale Ablaufschritte: Heijden</b>	<b>Vergleichs- schritte: Heijden</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: Heijden</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: Heijden</b>
Strukturierung des Szenario-prozesses	Problem-identifikation	Aufgabenanalyse	Identifikation der Kosten, Zeit und die Notwendigkeit der Analyse (um innerhalb dieses Schrittes den zeitrahmen zu bestimmen)	identifizierter Szenario-Rahmen
Analyse des Kontextes	Einfluss-analyse	Einflussanalyse		
Entwicklung der Szenarien	Szenario-Entwicklung	Szenario-Analyse	Interview-Report wird eine Woche vor dem Szenarioworkshop an die Workshopeteilnehmer weitergegeben (S2)	Identifizierte Unsicherheiten (S2) / Identifizierte Einflussfaktoren (Interview-Report) (S2)
Stakeholder-Analyse	Stakeholder-Analyse	Aufgabenanalyse	ausformulierte Szenarien und deren Beziehungen untereinander (> das auslösende Ereignis oder eine eintretende Entwicklung, die als Startpunkt des Szenarios anzusehen sind / Ursache-Wirkungs-Ketten / Beeinflussungen des Unternehmens durch die Szenarien) (S3)	Identifizierte Unsicherheiten (S2) / entwickelte Szenarien (S3) / Beziehungen unter den Szenarien (S3)
Systemcheck	Implikations-entwicklung	Transfer	die Faktoren (S3), die das Szenario (S4) untermauern (für das Einflussdiagramm)	Identifizierte Unsicherheiten (S2) / priorisierte Einflussfaktoren (S3)/ entwickelte Szenarien (S3)
Beeinflussung strategischen Denkens	Strategie-anpassung	Maßnahmen-umsetzung	ursprüngliche Problemstellung (S1) / Die Entwicklung der Szenarien und die innerhalb der Szenarien berücksichtigten Einflüsse und Implikationen, die sich auf die gesamte Wertschöpfungskette, die Organisation mit ihren komplexen Lieferanten- und Kundenbeziehungen auswirken, stimulieren das strategische Denken. (S3,4,5) (S2) Die kritischen Unsicherheiten, die in den Interviews benannt wurden, sind Grundlage für den weiteren Prozess.	Identifizierte Unsicherheiten (S2) / identifizierte Problematik (S1) / entwickelte Szenarien, identifizierte Stakeholder, Implikationen (S3,4,5)

## Schoemaker

<b>originale Ablaufschritte: Schoemaker</b>	<b>Vergleichs- schritte: Schoemaker</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: Schoemaker</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: Schoemaker</b>
Stringing the Loom (Definition des Szenario- fokus und der Fragestellungen, die im Rahmen des Szenario- entwicklungsprozesses beantwortet werden sollen)	Problem- identifikation	Aufgabenanalyse	Zur Festlegung Zeithorizont notwendig - Kenntnisse über: Geschwindigkeit technologischer Veränderungen, den Produktlebenszyklus, die Planungshorizonte der Wettbewerber, die Stabilität des politischen, sozialen und rechtlichen Umfeldes oder den Zeitraum, der benötigt wird, um neue Fähigkeiten zu entwickeln	identifizierter Szenario-Rahmen
Definition von Leitfragen und Sammlung von Informationen	Einfluss- identifikation	Einflussanalyse	Festgelegtes Szenariofeld und der Stakeholder (S1)	identifizierter Szenario-Rahmen (S1) / identifizierte Stakeholder (S1)
Identifikation der dominanten externen Kräfte	Einflussanalyse	Einflussanalyse	Quelle für Treiber in Veränderungsprozessen: durch Interviews zusammengetragenen Informationen aus Schritt 2 (>Informationsbasis)	identifizierte Entscheidungs- faktoren (S2)
Ermittlung bedeutender Trends und Unsi- cherheiten	Trendiden- tifikation	Projektionsableitung	Basis: abgeleitete treibende Kräfte für die zukünftigen technologischen, ökonomischen, politischen oder sozialen Umfeldler (S2,3)	identifizierte Entscheidungs- faktoren (S2) / identifizierte Umge- bungseinflüsse (S3)
Entwicklung detaillierter Szenarien	Szenario- Entwicklung	Szenario-Analyse	Identifizierte zwei „Top- Unsicherheiten“ (& übrigen Trends und Unsicherheiten die nachher eingeordnet werden) (S4)	identifizierte kritische Unsicherheiten (zwei) (S4)
Animation der Szenarien	Strategie- anpassung	Maßnahmen- umsetzung	aufbereitete und konsistente Szenarien mit wichtige Hinweisen für die Entscheidungsfindung vor dem Hintergrund von Unsicherheiten (S4,5)	entwickelte, beschrie- bene Szenarien (S5) / identifizierte Unsicher- heiten (S4)

## Augmented IL approach

<b>originale Ablaufschritte: Augmented IL approach</b>	<b>Vergleichsschritte: Augmented IL ap- proach</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: Augmented IL approach</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: Augmented IL approach</b>
Festlegung der Szenario-Agenda	Aufgabenanalyse	Aufgabenanalyse		
Bestimmung der treibenden Kräfte	Einflussidentifikation	Einflussanalyse	detaillierte Beschreibung eines Ist-Zustandes (detaillierten Beschreibung der Gegenwart, vorläufige Perspektive auf die unterschiedlichen Ansichten der Interessengruppen über das Fokalsystem in seiner derzeitigen Form) (S1)	identifizierte Ausgangszustand (S1)
Bündelung der treibenden Kräfte	Einflusspriorisierung	Einflussanalyse	zuvor definierte Umgebungseinflüsse (S2)	identifizierte Einflussfaktoren (S2)
Definition der Cluster-Ergebnisse	Einflussanalyse	Einflussanalyse	zuvor priorisierte Umgebungseinflüsse (S3)	priorisierte Einflussfaktoren (S3)
Auswirkungs- /Unsicherheitsmatrix	Trendidentifikation	Projektions- ableitung	Einbeziehung eines gemeinsamen Ausgangspunktes (S1) & Vergleich verschiedener Einflussdiagramme (Kontext, in dem die Plausibilität alternativer kausaler Pfade in die Zukunft, die sich von einer gemeinsam vereinbarten Gegenwart aus entfalten) (S4)	identifizierte Ausgangszustand (S1) / ausgearbeitete Einfluss- diagramme (S4)
Einrahmung der Szenarien	Szenario-Definition	Szenario- Definition	kritischen Unsicherheiten (aus Rangfolge der einzelnen Cluster) (S5)	identifizierte kritische Unsicherheiten (S5)
Scoping der Szena- rien	Szenario-Definition	Szenario- Definition	Definition der extremen Ergebnisse der Unsicherheiten (zur festlegung des Szenariorahmens) (S6,5)	definierte Auswirkungen der Unsicherheiten (S5,6)
Entwicklung der Szenarien	Szenario-Entwicklung	Szenario-Analyse	Einbeziehung von Beschreibungen des gegenwärtigen Zustands (nützlich beim eigentlichen Schreiben der Szenarioerzählungen) (S1,7)	identifizierter Szenario- Rahmen (S7) / identifizierte Aus- gangszustand (S1)

### Scenario-driven technology roadmapping

<b>originale Ablaufschritte: Scenario-driven technology roadmapping</b>	<b>Vergleichsschritte: Scenario-driven technology roadmapping</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: Scenario-driven technology roadmapping</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: Scenario-driven technology roadmapping</b>
set the Scene	Problemidentifikation	Aufgabenanalyse		
Unsicherheiten erzeugen / treibende Kraft	Einflussidentifikation	Einflussanalyse		
Faktoren reduzieren & Bereiche angeben	Einflusspriorisierung	Einflussanalyse		
Themen auswählen & Szenarien entwickeln	Szenario-Bildung	Szenario-Defini- tion	Matrix "Unsicherheit/ Auswirkungen" (S2,3)	identifizierte Unsicherheiten/ Implikationen (S2,3)
die Konsistenz der Szenarien überprüfen	Konsistenzprüfung	Szenario-Defini- tion	die Ausrichtung (positiv/negativ) und die Stärke (schwach bis stark) der Beziehung zwischen den Unsicherheiten untersucht (S4)	Beziehung zwischen den Unsicherheiten (S4)
gegenwärtige Szenarien	Szenario-Entwicklung	Szenario-Analyse	<u>Einbezug aller Ergebnisse aus vorherigen Schritten</u> zur Ausarbeitung der Szenarien	identifizierte Problematik (1) / Einflussfaktoren (S2) / Unsicherheiten/ Implikationen (S3) / Beziehung zwischen den Unsicherheiten (S4) / Konsistenz der Szenarien (S5)

## Modellgestützte Logik

<b>originale Ablaufschritte: Scenario-driven technology roadmapping</b>	<b>Vergleichsschritte: Scenario-driven technology roadmapping</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: Scenario-driven technology roadmapping</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: Scenario-driven technology roadmapping</b>
set the Scene	Problemidentifikation	Aufgabenanalyse		
Unsicherheiten erzeugen / treibende Kraft	Einflussidentifikation	Einflussanalyse		
Faktoren reduzieren & Bereiche angeben	Einflusspriorisierung	Einflussanalyse		
Themen auswählen & Szenarien entwickeln	Szenario-Bildung	Szenario-Defini- tion	Matrix "Unsicherheit/ Auswirkungen" (S2,3)	identifizierte Unsicherheiten/ Implikationen (S2,3)
die Konsistenz der Szenarien überprüfen	Konsistenzprüfung	Szenario-Defini- tion	die Ausrichtung (positiv/negativ) und die Stärke (schwach bis stark) der Beziehung zwischen den Unsicherheiten untersucht (S4)	Beziehung zwischen den Unsicherheiten (S4)
gegenwärtige Szenarien	Szenario-Entwicklung	Szenario-Analyse	<u>Einbezug aller Ergebnisse aus vorherigen Schritten</u> zur Ausarbeitung der Szenarien	identifizierte Problematik (1) / Einflussfaktoren (S2) / Unsicherheiten/ Implikationen (S3) / Beziehung zwischen den Unsicherheiten (S4) / Konsistenz der Szenarien (S5)



### Trend-Impact-Analyse (Gordon)

<b>originale Ablaufschritte: Trend-Impact-Analyse (Gordon)</b>	<b>Vergleichsschritte: Trend- Impact-Analyse (Gordon)</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: Trend-Impact-Analyse (Gordon)</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: Trend- Impact-Analyse (Gordon)</b>
Auswahl des Themas und Identifizierung der wichtigsten Szenariotreiber	Aufgabenanalyse/ Einflussidentifikation	Aufgabenanalyse		
Erstellen eines Szenario- Raums	Szenario-Definition	Szenario- Definition	Anzahl ermittelter Rohszenarien (S1)	Anzahl ermittelter Rohszenarien (S1)
Identifizieren Sie wichtige Trends und sammeln Sie Zeitreihendaten	Trendidentifikation	Projektions- ableitung	Teilmenge der Rohszenarien (s2)	Teilmenge der Rohszenarien (S2)
Bereiten Sie eine naive Ext- rapolation vor.	Projektionsableitung	Projektion- sableitung	Teilmenge der Rohszenarien (S2) & Liste von beeinflussenden Trends (S3)	Teilmenge der Rohszenarien (S2) / identifizierte Trends (S3)
Erstellen Sie eine Liste der auswirkenden Ereignisse	Einflussidentifikation	Einflussanalyse	Teilmenge der Rohszenarien (S2)	Teilmenge der Rohszenarien (S2)
Bestimmen Sie Wahr- scheinlichkeiten für das Auftreten von Ereignissen	Wahrscheinlichkeitsdefinition	Szenario-Defini- tion/Szenario- Analyse	Teilmenge der Rohszenarien (S2)	Teilmenge der Rohszenarien (S2)
Modifizieren Sie die Ext- rapolation	Trendidentifikation	Projektions- ableitung	Teilmenge der Rohszenarien (S2) & Ergebnisse <u>der 4 Schritte zuvor</u> (Einschätzungen zu Auswirkungen und Ereigniswahrscheinlichkeiten, um eine Extrapolation der auswir- kenden Trends sowie Schätzungen der oberen und unteren Quartilsgrenzen zu erstellen)	Teilmenge der Rohszenarien (S2) / identifizierte Trends (S3) / entwickelte Zukunftsprojektionen (S4) / identifizierte Einflussfaktoren (S5) / geschätzte zeit- abhängigen Wahrscheinlichkeiten (S6)
Verfassen von Beschrei- bungen	Szenario-Beschreibung	Szenario-Analyse	Ergebnissen der Trend-Impact- Analyse (S7)	

**BASIC**

<b>originale Ablaufschritte: BASIC</b>	<b>Vergleichsschritte: BASIC</b>	<b>Referenzmodell-schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: BASIC</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: BASIC</b>
Definieren und strukturieren Sie das Thema einschließlich Maßeinheit, Zeitrahmen und geografischer Geltungsbereich.	Aufgabenanalyse	Aufgabenanalyse		
Identifizieren und strukturieren Sie die Einflussbereiche.	Einfluss-identifikation	Einflussanalyse		
Definieren Sie Deskriptoren, schreiben Sie Essays für jeden Deskriptor, und weisen anfängliche Eintrittswahrscheinlichkeiten zu jedem Deskriptorzustand.	Deskriptordefinition	Einflussanalyse	umfassende Liste von Einflussbereichen (S2)	identifizierte Einflussfaktoren (S2)
Vervollständigen Sie die Cross-Impact-Matrix und führen Sie das Programm.	Cross-Impact-Analyse	Szenario-Analyse	Deskriptorzuständen ( Ergebnisse zu einem bestimmten Zeitpunkt , Trends oder Miniszenarien, die selbst in narrativer Form geschrieben sind) & Wahrscheinlichkeitsschätzungen (S3)	Ausprägungen der kritischen Deskriptoren (S3) / geschätzte zeitabhängigen Wahrscheinlichkeiten (S3)
Auswahl von Szenarien zur weiteren Untersuchung, einschließlich des Schreibens von Erzählungen.	Szenario-Entwicklung/Szenario-Beschreibung	Szenario-Definition/Szenario-Analyse	1.Matrix mit nach Wahrscheinlichkeit sortierten Szenariotypen (S4) 2.Verwendung der Computerausgaben (s4) und der Deskriptor-Essays (zur detaillierten Beschreibung der Szenarien) (s3)	Ausprägungen der kritischen Deskriptoren (S3) / Eintrittswahrscheinlichkeit der Szenarien (S4)
Einführung mit geringer Wahrscheinlichkeit, aber hoher Wirkung Ereignisse und führen andere Sensitivitätsanalysen durch.	Sensitivitätsanalyse	Szenario-Analyse	Wahrscheinlichkeit und Auswirkungen untereinander der Szenarien (S4,5)	Eintrittswahrscheinlichkeit und Beziehungen unter den Szenarien (S4,5)
Prognosen und Studienimplikationen erstellen.	Implikations-entwicklung	Transfer	Ausformulierte und Bewertete Szenarien (S6)	entwickelte und bewertete Szenarien (S6)

**INTERAX**

<b>originale Ablaufschritte: INTERAX</b>	<b>Vergleichsschritte: INTERAX</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: INTERAX</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: INTERAX</b>
Definieren Sie das Problem und den Zeitraum der Analyse	Problemdefinition	Aufgabenanalyse		
Identifikation der Schlüsselindikatoren	Entscheidungsfaktoren-identifikation	Einflussanalyse	definierte Fragestellung (wenn möglich in messbaren Begriffen) zusammen mit dem geografischen Umfang und dem Zeitraum der Analyse (S1)	identifizierte Problematik (S1)
die Schlüsselindikatoren ausarbeiten	Schlüsselfaktor-identifikation	Einflussanalyse	Identifizierte schlüsselidkatoren (S2)	identifizierte Entscheidungsfaktoren (S2)
Identifikation beeinflussender Ereignisse	Störereignisanalyse	Szenario-Analyse		
Entwicklung von Ereigniswahrscheinlichkeitsverteilungen	Wahrscheinlichkeitsdefinition	Szenario-Definition/Szenario-Analyse	Prognosehorizont (S3) der mögliche zukünftige Ereignisse , deren Eintreten einen oder mehrere der Schlüsselindikatoren signifikant beeinflussen würde.	Eintrittswahrscheinlichkeit von Auslösern (S4)
Auswirkungen von Ereignissen auf Trends abschätzen	Trendanalyse	Projektionsableitung	kumulativen Wahrscheinlichkeiten, dass jedes Ereignis vor Ablauf des Zeitraums eintritt (S5)	Eintrittswahrscheinlichkeit von Auslösern (S5)
Vollständige Cross-Impact-Analyse	Cross-Impact-Analyse	Szenario-Analyse	Ereignisse und Trends (S4,5,6)	identifizierte Auslöser und Trends (S4,5,6)
Das Modell ausführen	Szenario-Entwicklung	Szenario-Analyse	Intervallwahrscheinlichkeiten, Ereignisse, Cross-Impacts , Trend-Impacts (S6,7)	Eintrittswahrscheinlichkeit von Auslösern (S5) / Cross-Impacts , Trend-Impacts (S6,7)

## La prospective

<b>originale Ablaufschritte: La prospective</b>	<b>Vergleichsschritte: La prospective</b>	<b>Referenz- modell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: La prospective</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: La prospective</b>
Abgrenzung des Systems	Problemdefinition	Aufgaben- analyse		
Identifikation von Schlüsselvariablen (Strukturanalyse)	Schlüsselfaktor- identifikation	Einfluss- analyse		
Analyse und Erklärung ver- gangener Trends, begin- nenden Veränderungs- prozesse, Akteure	Trendidentifikation	Projektions- ableitung	Kompetenzbaum des Unternehmens (zur Identifikation von Schlüssel- variablen) (S2)	Kompetenzbaum des Unternehmens (S2)
Erstellung fundamentaler Hypothesen zu Schlüssel- variablen und Akteuren	Problemdefinition	Aufgaben- analyse		
Auswahl möglicher Zukünfte	Trendidentifikation	Projektions- ableitung	Identifizierte schlüsselvariablen & - fragen (S3,4)	Identifizierte Rahmen- bedingungen & Vergangenheitstrends (S3,4)
Erstellung der Szenarien (Entwicklungswege, Bilder etc.) (morphologische Analyse)	Szenario-Entwicklung	Szenario- Analyse		
Entwicklung Strategischer Alternativen (Mulikriterien Methode)	Implikationsentwicklung	Transfer	strategische Optionen entwickelt, die unter Beachtung der Corporate Identity und des wahrscheinlichsten Szenarios Bestand haben (S1) / entwickelte Szenarien (S6)	identifizierte Ausgangszustand (S1) / entwickelte Szenarien (S6)

<b>originale Ablaufschritte: La prospective</b>	<b>Vergleichsschritte: La prospective</b>	<b>Referenz- modell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: La prospective</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: La prospective</b>
Organisation von Zielen innerhalb der Hierarchie	Transfer	Transfer	strategischer Wahlmöglichkeiten und eine entsprechenden unter- nehmerischen Zielhierarchie (S6,7)	strategischer Wahlmöglichkeiten und eine entsprechenden unternehmerischen Zielhierarchie (S6,7)
Handlungspläne	Strategieanpassung	Maßnahmen- umsetzung	bewertete Szenarien hinsichtlich u.a. Auswirkungen (S6,7,8)	entwickelte Szenarien (S6) / analysierte Implikationen (S7,8)

**PPA**

<b>originale Ablaufschritte: PPA</b>	<b>Vergleichs- schritte: PPA</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: PPA</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: PPA</b>
Definition der Grenzen des Systems	Problem- definition	Aufgabenanalyse		
Identifizierung der Variablen	Einfluss- identifikation	Einflussanalyse	Definition des Systems und seiner Grenzen (S1)	identifizierter Ausgangszustand und Problemata (S1)
Definition der Schlüsselvariablen	Einfluss- definition	Einflussanalyse	Konsens über Variablen für die Diskussion (S2)	identifizierte Einflussfaktoren (S2)
Analyse der gegenseitigen Beeinflussung	Einfluss- analyse	Einflussanalyse	Hauptvariablen (S3)	identifizierte Hauptfaktoren (S3)
Interpretation von Einfluss-/Abhängigkeitsbeziehungen	Einfluss- analyse	Einflussanalyse	Einfluss-/Abhängigkeitsverknüpfungen der Variablen (S3,4)	entwickelte Implikationen der Haupt- faktoren (S3,4)
Definition der Zustände der Variablen	Trendiden- tifikation	Projektions- ableitung	Hauptvariablen (S3) & bewertete Einfluss-/Abhängigkeitsverknüpfungen (S4,5)	identifizierte Hauptfaktoren (S3) / bewertete Implikationen der Hauptfaktoren (S4,5)
Erstellen von Szenarien	Szenario- Definition	Szenario- Definition	Kombination von Variablen (S5) & konsistente, relevante und plausible Alternativen (Zustände) (S6)	kombinierte Einflussfaktoren (S5) / ent- wickelte Rohszenarien (S6)
Strategische Implikationen und antizipierte Aktionen	Strategie- anpassung	Maßnahmen- umsetzung	Beschreibung des Szenarios (Kombination von Zuständen) (S7), die Auswirkung auf andere Schlüsselvariablen des Systems (die Kontroll-/Hebel- und Output-/Ergebnisvariablen)(S5), die strategischen Elemente (diejenigen, die die Entwicklungen des Systems beeinflussen) und die möglichen Aktionen umfasst (S3,4)	entwickeltes Szenario (S7) / analysierte Implikationen (S5) / Hauptfaktoren und deren Einfluss- &Abhängigkeitsver- knüpfungen (S3,4)

**Reibnitz**

<b>originale Ablaufschritte: Reibnitz</b>	<b>Vergleichsschritte: Reibnitz</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: Reibnitz</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: Reibnitz</b>
Aufgabenanalyse (Definition Untersuchungsgegenstand)	Aufgabenanalyse	Aufgabenanalyse		
Einflussanalyse (Einflussfaktoren identifizieren und bündeln)	Einflussanalyse	Einflussanalyse	aktuelle Corporate Identity, Ziele und Strategien, Stärken und Schwächen des Unternehmens oder der strategischen Geschäftseinheit (S1)	identifizierter Ausgangszustand und Problemtatik (S1)
Trendprojektionen	Trendidentifikation	Projektionsableitung	ermittelte Umfelder (S2)	identifizierte Einflussfaktoren (S2)
Alternativenbündelung (Konsistenzanalyse)	Konsistenzanalyse	Szenario-Definition	kritische Deskriptoren mit ihren alternativen Ausprägungen (S3)	kritische Deskriptoren mit ihren alternativen Ausprägungen (S3)
Szenario- Interpretation	Szenario-Interpretation	Szenario-Analyse	1. Rohszenarien strukturiert nach Einflussgrößen mit den jeweiligen Deskriptorenausprägungen, in Form einer Tabelle zu erstellen (S3,4) 2. (unkritischen) Deskriptoren (S3) 3. Interpretationsergebnisse des <u>2. Schrittes</u> , in dem aufgezeigt wurde, wie die einzelnen Einflussbereiche und somit die Deskriptoren zusammenhängen	analysierte Zukunftsprojektionen (S3,4) / (unkritischen) Deskriptoren (S3) / identifizierte & interpretierte Einflussfaktoren (S2)
Störereignisanalyse	Störereignisanalyse	Szenario-Analyse	Alle Szenarien werden grundsätzlich schriftlich dokumentiert und gleichwertig dargestellt, hinsichtlich des Umfangs, der Struktur und Art der Formulierung, so dass keine Vorauswahl suggeriert werden kann (S5)	entwickelte Szenarien (S5)

<b>originale Ablaufschritte: Reibnitz</b>	<b>Vergleichsschritte: Reibnitz</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: Reibnitz</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: Reibnitz</b>
Konsequenzanalyse	Implikationsentwicklung	Transfer	zwei möglichst stabile, unterschiedliche Szenarien (die sich aus Störereignisanalyse rausgebildet haben) (S6)	nach Störereignisanalyse bewertete Szenarien (S7)
Szenariotransfer	Transfer	Transfer	1. im <u>ersten Schritt</u> beschriebenen gegenwärtigen Ziele und Strategien mit den erstellten Leitstrategien übereinstimmen 2. Problem- und Chancenfelder , die sich in Gestaltungsideen umsetzen lassen (S7)	identifizierter Problemtaik (S1) / entwickelte Implikationen (S7)



## Hofmeister

<b>originale Ablaufschritte: Hofmeister</b>	<b>Vergleichsschritte: Hofmeister</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: Hofmeister</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: Hofmeister</b>
Definition des Prognosegebietes	Problemdefinition	Aufgabenanalyse		
Identifikation der Einflussfaktoren	Einflussidentifikation	Einflussanalyse	identifiziertes Thema, Prognosezeitraum (S1)	identifizierte Problematik (S1)
Spezifikation des Simulationsmodells	Simulationsspezifikation	Aufgabenanalyse	identifizierte Schlüsselfaktoren, Ereignisse, Akteure, Interpendenzen (S2)	identifizierte Einflussfaktoren (S2)
4a. Evaluation des Modells 4b. Konstruktion der Rohszenarien	Rohszenario-Entwicklung	Szenario-Definition	spezifiziertes Grundmodell & abgeschlossene Evaluation, ob das Grundmodell durch Variation der Regeln innerhalb des Rasters zu nachvollziehbaren und sinnvollen Ergebnissen kommt (S3, 4a)	Identifizierte Rahmenbedingungen & bewertete Rahmenbedingungen (S3)
Evaluation der Rohszenarien	Rohszenario-Analyse	Szenario-Definition	entwickelte Rohszenarien & deren alternative Entwicklungen (S4)	entwickelte Rohszenarien & Ausprägungen der Rohszenarien (S4)
Konstruktion der Szenarien	Szenario-Entwicklung	Szenario-Analyse	alternative Entwicklungen der Rohszenarien & deren Plausibilität (S4,5)	Ausprägungen der Rohszenarien (S4) , Eintrittswahrscheinlichkeiten & Selektion der Rohszenarien (S5)
Interpretation der Szenarien	Szenario-Analyse	Szenario-Analyse	entwickelte und klassifizierte Szenarien (S6)	entwickelte Szenarien (S6), Bewertete Szenarien (S6)
Applikation in der strategischen Planung	Transfer	Transfer	ausgestaltete Szenarien (S6,7) & interpretierte Szenarien (S7)	entwickelte Implikationen (S7)

### Vorgehensmodell der agilen strategischen Planung

<b>originale Ablaufschritte: Gräßler; Scholle; Pottebaum</b>	<b>Vergleichsschritte: Gräßler; Scholle; Pottebaum</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: Gräßler; Scholle; Pottebaum</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: Gräßler; Scholle; Pottebaum</b>
Aufgabenanalyse	Aufgabenanalyse	Aufgabenanalyse		
Einflussanalyse	Einflussanalyse	Einflussanalyse	ISDM-Einflusskatalog	ISDM-Einflusskatalog
Ableitung von Projektionen	Projektionsableitung	Projektions- ableitung	zuvor identifizierte Schlüsseinflussfaktoren (S2) & Im Anforderungsfall können Projektionen aus dem ISDM übernommen werden, die aus dem PLM/PDM-System stammen.	identifizierte Einflussfaktoren (S2) / Im Anforderungsfall können Projektionen aus dem ISDM übernommen werden, die aus dem PLM/PDM-System stammen.
Konsistenz- bewertung	Konsistenzanalyse	Szenario- Definition	Projektionen (S3) & Einflussfaktoren (S2) & Aufgrund der Kopplung an das PLM/PDM-System werden historische Daten zur Bewertung der Konsistenz zwischen den Projektionen verschie- dener Anforderungen verwendet.	entwickelte Zukunftsprojektionen (S3) / identifizierte Einflussfaktoren (S2) / Aufgrund der Kopplung an das PLM/PDM-System werden historische Daten zur Bewertung der Konsistenz zwischen den Projektionen verschiedener Anforderungen verwendet.
Szenario- Entwicklung	Szenario-Entwicklung	Szenario-Analyse	Szenarien der Konsistenzmatrix (S4) & Zweck der Szenarien (aus Schritt 1)	Konsistenz der Szenarien (S4) / identifizierte Problematik (S1)
Ableitung von Konsequenzen	Konsequenzenableitung	Transfer	die in den vorhergehenden Schritten ausgewählten Szenarien & Einflussfaktoren (S2)	entwickelte Szenarien (S5) / identifizierte Einflussfaktoren (S2)
Transfer	Transfer	Transfer	Abgeleitete Konsequenzen (S6) & Störereignisse (S6), Aufgabenanalyse, Umfang und Zweck der Szenarien (S1), Auswahlkriterien (S2,6)	entwickelte Implikationen (S6) / Störereignisse (S6) / identifizierte Problematik (S1)/ identifizierte Ein- flussfaktoren (S2)

**Götze**

<b>originale Ablaufschritte: Götze</b>	<b>Vergleichsschritte: Götze</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: Götze</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: Götze</b>
Definition und Strukturierung des Themas	Problemdefinition	Aufgabenanalyse		
Identifikation von Schlüsselfaktoren	Schlüsselfaktoridentifikation	Einflussanalyse	formuliertes Thema (als Ausgangspunkt) (S1)	identifizierte Problematik (S1)
Trendextrapolation von Schlüsselfaktoren	Trendidentifikation	Projektionsableitung	Schlüsselfaktoren (jene Größen, deren Werte mit Hilfe einer Szenario- Erstellung prognostiziert werden sollen) (S2)	identifizierte Entscheidungsfaktoren (S2)
Identifikation von Um- weltfaktoren	Umweltfaktoridentifikation	Einflussanalyse	Festgelegtes und strukturiertes Untersuchungsfeld in inhaltlicher, zeitlicher und regionaler Hinsicht (S2,3) & einige der Kenngrößen, die dieses repräsentieren (S2,3)	identifizierte Entscheidungsfaktoren + Kenn- größen (S2) / identifizierte Trends + Kenngrößen (S3) /
Analyse und Prognose von Umweltfaktoren	Umwelteinflussanalyse	Einflussanalyse	Gruppierte Einflussfaktoren zu Einflussbereichen bzw. Umfeldern (S4)	gruppierte Umgebungseinflüsse (S4)
Vorbereitung einer Cross-Impact-Analyse	Cross-Impact-Analyse	Szenario-Analyse	endgültige Zusammenstellung der kritischen Deskriptoren (S5)	kritische Deskriptoren (S5)
Erarbeitung von Rohszenarien	Rohszenario-Entwicklung	Szenario-Definition	alternativer Entwicklungstendenzen der verschiedenen kritischen Deskriptoren (S6)	alternativen Ausprägungen der kritische Deskriptoren (S6)
Sensitivitätsanalyse	Sensitivitätsanalyse	Szenario-Analyse	Rohszenarien (S7)	entwickelte Rohszenarien (S7)

<b>originale Ablaufschritte: Götze</b>	<b>Vergleichsschritte: Götze</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: Götze</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: Götze</b>
Ausarbeitung von Szenarien	Szenario- Ausarbeitung	Szenario-Analyse	1.Bestimmung von Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten der Rohszenarien und Auswahl detailliert auszuarbeitender Rohszenarien (S7,8) 2.Ergebnisse der Prognose von Umfeldfaktoren (S4,5)	Entrittswahrscheinlichkeiten & Selektion der Rohszenarien (S7,8) / analysierte Umgebungseinflüsse (S4,5)
Auswirkungsanalyse	Auswirkungsanalyse	Szenario-Analyse	erstellte Szenarien (S9) & jeweiligen Funktionen der Szenarien (S1-3) & das Untersuchungsfeld (S2,3)	entwickelte Szenarien (S9) / Funktionen der Szenarien (S1-3) / identifizierte Entscheidungsfaktoren & Trends (S2, 3)

## Siegener Ansatz

<b>originale Ablaufschritte: Siegener Ansatz - Grienitz</b>	<b>Vergleichsschritte: Siegener Ansatz - Grienitz</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: Siegener Ansatz - Grienitz</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: Siegener Ansatz - Grienitz</b>
Systemanalyse - Identifizierung der Faktoren des Systems & Identifizierung der Schlüsselfaktoren des Systems	Einflussanalyse	Einflussanalyse		
Systementwurf - Identifizierung der Merkmale der Schlüsselfaktoren des Systems & Zusammensetzung der Zielfunktion des Systems	Szenario-Entwicklung	Szenario-Analyse	Schlüsselfaktoren (haben einen starken Einfluss auf das Gesamtsystem, eine hohe Bedeutung haben und die im Gesamtsystem eine besondere Rolle spielen) (S1)	identifizierte Einflussfaktoren (S1)
Kommunikation / Transfer Visualisierung der Zustände (Szenarien) des komplexen Systems mittels mehrdimensionaler Skalierung & Interpretation der Schlussfolgerungen im Kontext der Endszenarien	Transfer	Transfer	Rohszenarien (aus der Konsistenzmatrix werden konsistente Merkmalskombinationen berechnet, bestehend aus einem Merkmal pro Schlüsselfaktor ) (S2)	entwickelte & bewertete Rohszenarien (S2)
Systemcontrolling - Steuerung und Bewertung aller Annahmen & Bestimmung des Handlungsbedarfs in Fall von Systemänderungen	Strategieanpassung	Maßnahmenumsetzung	mögliche Änderungen von Schlüsselfaktoren, ihre Merkmale und die Bewertung der Konsistenz (S1,2,3)	entwickelte Implikationen hinsichtlich Einflussfaktoren, ihre Merkmale und die Bewertung der Konsistenz (S1,2,3)

**Gausemeier**

<b>originale Ablaufschritte: Gausemeier</b>	<b>Vergleichsschritte: Gausemeier</b>	<b>Referenzmodell- schritte</b>	<b>erforderliche Eingangsgröße: Gausemeier</b>	<b>standardisierte erforderliche Eingangsgröße: Gausemeier</b>
Szenario- Vorbereitung	Aufgabenanalyse	Aufgabenanalyse		
Szenario-Feld- Analyse	Einflussanalyse	Einflussanalyse	definiertes Szenariofeld / Gestaltungsfeld (S1)	identifizierter Szenario-Rahmen & Rahmenbedingungen (S1)
Szenario-Prognostik	Trendidentifikation	Projektionsableitung	Entscheidungsfaktoren Katalog (S2)	identifizierte Einflussfaktoren (S2)
Szenario-Bildung	Szenario-Entwicklung	Szenario-Analyse	Zukunftsprojektionen der Einflussfaktoren (S3)	entwickelte Zukunftsprojektionen (S3)
Szenario-Transfer	Transfer	Transfer	definiertes Gestaltungsfeld (wird zur Ermittlung der Auswirkungen der Szenarien genutzt) (S1,2)	identifizierter Szenario-Rahmen & Rahmenbedingungen (S1) / identifizierte Einflussfaktoren (S2)

## A6 Vollständiges Referenzmodell

	Aufgabenanalyse	Einflussanalyse	Projektionsableitung
Aufgabenanalyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis der Problemstellung</li> <li>• identifizierter Szenario-Rahmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizierter Szenario-Rahmen</li> <li>• identifizierter Ausgangszustand</li> <li>• identifizierte Problemstellung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizierter Ausgangszustand</li> <li>• Kompetenzbaum des Unternehmens</li> <li>• identifizierte Vergangenheitstrends</li> </ul>
Einflussanalyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizierte Einflussfaktoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizierte Einflussfaktoren</li> <li>• identifizierte Deskriptoren</li> <li>• identifizierte Einflussbereiche</li> <li>• identifizierte Entscheidungsfaktoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizierte Einflussfaktoren</li> <li>• identifizierte Umgebungseinflüsse</li> <li>• ausgearbeitete Einflussdiagramme</li> <li>• aktueller Zustand der Einflussfaktoren</li> <li>• identifizierte Schlüsselfaktoren</li> <li>• bewertete Implikationen der Schlüsselfaktoren</li> <li>• gruppierte Umgebungseinflüsse</li> <li>• kritische Deskriptoren</li> </ul>
Projektionsableitung		<ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizierte Trends</li> <li>• identifizierte Deskriptoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizierte Trends</li> <li>• geschätzte zeitabhängigen Wahrscheinlichkeiten</li> <li>• identifizierte Vergangenheitstrends</li> <li>• entwickelte Zukunftsprojektionen</li> <li>• Ausprägungen der kritischen Deskriptoren</li> </ul>
Szenario-Definition und -Analyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beziehungen unter den Szenarien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilmenge der Rohszenarien</li> <li>• entwickelte Szenarien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilmenge der Rohszenarien</li> <li>• geschätzte zeitabhängigen Wahrscheinlichkeiten</li> <li>• Eintrittswahrscheinlichkeit von Auslösern</li> </ul>
Transfer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergangene Szenario-Projekte</li> </ul>		
Maßnahmenumsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergangene Szenario-Projekte</li> </ul>		

	<b>Szenario-Definition und -Analyse</b>	<b>Transfer</b>	<b>Maßnahmenumsetzung</b>
<b>Aufgaben-analyse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl ermittelter Rohszenarien</li> <li>• identifizierter Ausgangszustand</li> <li>• Identifizierte &amp; bewertete Rahmenbedingungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizierte Problemstellung</li> <li>• identifizierter Ausgangszustand</li> <li>• identifizierter Szenario-Rahmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizierte Problemstellung</li> <li>• Identifizierte Stakeholder</li> </ul>
<b>Einfluss-analyse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifizierte Unsicherheiten</li> <li>• Identifizierte Einflussfaktoren</li> <li>• identifizierte Implikationen</li> <li>• Identifizierte Ereignisse</li> <li>• identifizierte Trends</li> <li>• identifizierte Muster</li> <li>• Analysierte Einflussfaktoren</li> <li>• identifizierte Schlüsselfaktoren</li> <li>• Beziehungen unter den Szenarien</li> <li>• Unkritischen Deskriptoren</li> <li>• Cross-Impacts , Trend-Impacts</li> <li>• historische Daten der Einflussfaktoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizierte Einflussfaktoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysierte Implikationen</li> <li>• Schlüsselfaktoren und deren Einfluss- &amp; Abhängigkeitsverknüpfungen</li> <li>• Schlüsselfaktoren und deren Einfluss- &amp; Abhängigkeitsverknüpfungen</li> </ul>
<b>Projektions-ableitung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizierte (kritische) Unsicherheiten</li> <li>• definierte Auswirkungen der Unsicherheiten</li> <li>• Ausprägungen der kritischen Deskriptoren</li> <li>• geschätzte zeitabhängigen Wahrscheinlichkeiten</li> <li>• Teilmenge der Rohszenarien</li> <li>• Ausprägungen der kritischen Deskriptoren</li> <li>• geschätzte zeitabhängigen Wahrscheinlichkeiten</li> <li>• kombinierte Einflussfaktoren</li> <li>• Identifizierte Ereignisse</li> <li>• identifizierte Trends</li> <li>• identifizierte Muster</li> <li>• Identifizierte Implikationen</li> <li>• Cross-Impacts, Trend-Impacts</li> <li>• Analysierte Zukunftsprojektionen</li> <li>• Ausprägungen der Einflussfaktoren</li> <li>• Eintrittswahrscheinlichkeiten</li> <li>• Entwickelte Zukunftsprojektionen</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifizierte Unsicherheiten</li> <li>• Ausprägungen der kritischen Deskriptoren</li> </ul>



	<b>Szenario-Definition und -Analyse</b>	<b>Transfer</b>	<b>Maßnahmenumsetzung</b>
<b>Szenario-Definition und -Analyse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilmenge der Rohszenarien</li> <li>• identifizierter Szenario-Rahmen</li> <li>• Beziehung zwischen den Unsicherheiten</li> <li>• Konsistenz der Szenarien</li> <li>• entwickelte Rohszenarien</li> <li>• Eintrittswahrscheinlichkeit und Beziehungen unter den Szenarien</li> <li>• Eintrittswahrscheinlichkeit von Auslösern</li> <li>• analysierte Zukunftsprojektionen</li> <li>• herausgearbeitete &amp; beschriebene Unsicherheiten</li> <li>• herausgearbeitete &amp; beschriebene Unsicherheiten</li> <li>• entwickelte Szenarien</li> <li>• Selektion der Rohszenarien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entwickelte Szenarien</li> <li>• identifizierte Unsicherheiten</li> <li>• nach Störereignisanalyse bewertete Szenarien</li> <li>• identifizierte Störereignisse</li> <li>• priorisierte Einflussfaktoren</li> <li>• Bewertete Szenarien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entwickelte Szenarien</li> <li>• Bewertung der Konsistenz</li> </ul>
<b>Transfer</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strategische Wahlmöglichkeiten und eine entsprechenden unternehmerischen Zielhierarchitektur</li> <li>• Störereignisse</li> <li>• entwickelte Implikationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizierte Auslöser</li> <li>• kommunizierte Szenarien</li> <li>• kommunizierte Implikationen</li> <li>• identifizierte Implikationen</li> <li>• entwickelte Implikationen</li> <li>• analysierte Implikationen</li> </ul>
<b>Maßnahmenumsetzung</b>			



## A7 Vollständiges Integriertes Szenario-Datenmodell

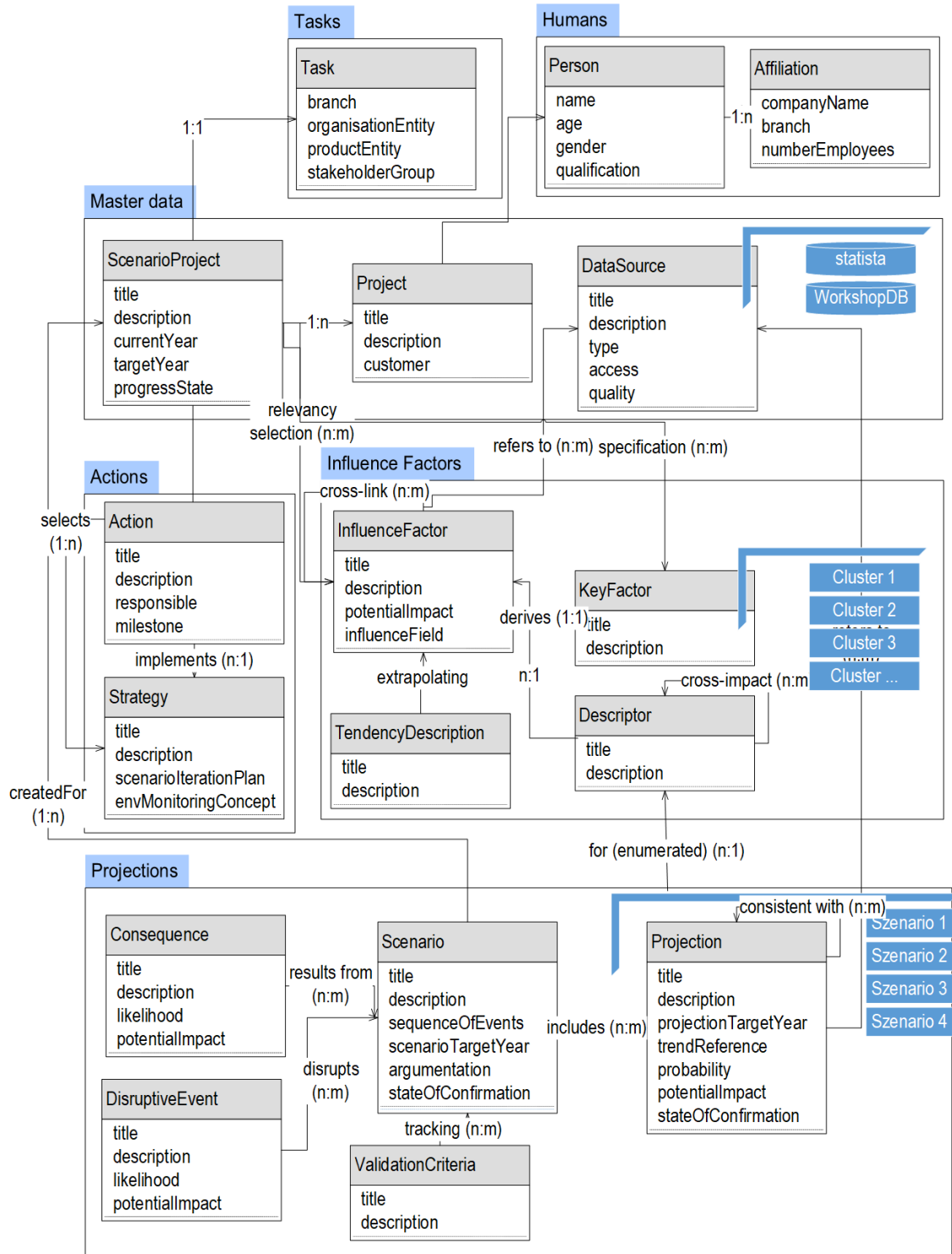


Bild 51: Vollständiges integriertes Szenario-Datenmodell, aufbauend auf [PG16, S. 107] und in Zusammenarbeit mit Dr.-Ing. Jens Pottebaum und Lennart Kunkel

## A8 Mathematische Exkursionen

### A8.1 Dimensionalität der Einflussraums

Der Einflussraum ist darüber hinaus ein Vektorraum, da jeder Folgenraum ein Vektorraum ist. Über den Folgenraum ist zudem auch die Eigenschaft der Unendlichdimensionalität gegeben, da die Elemente Abbildungen von  $\mathbb{N}$  auf  $\mathbb{R}$  sind. Da die Folgen die natürlichen Zahlen als Definitionsmenge besitzen, besteht jeder Deskriptor aus abzählbar unendlich vielen Werten und die Dimension des Einflussraums ist auch abzählbar unendlich.

### A8.2 Multidimensionale Skalierung

Das Verfahren zur multidimensionalen Skalierung lässt sich in 4 Schritten beschreiben:

Für eine Distanzmatrix  $d_{ij}$

1. Definiere Matrix  $A = (a_{ij})$  mit  $a_{ij} = -\frac{1}{2}d_{ij}^2$
2. Definiere Matrix  $B = (b_{ij})$  mit  $b_{ij} = a_{ij} - a_{i\cdot} - a_{\cdot j} + a_{\cdot\cdot}$  wobei  $a_{i\cdot} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^n a_{ij}$  den Durchschnitt der Zeile  $i$ , wobei  $a_{\cdot j} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^n a_{ij}$  den Durchschnitt der Zeile  $j$  und  $a_{\cdot\cdot} = \frac{1}{n^2}\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}$  den Durchschnitt aller Elemente von  $A$  bezeichne,
3. Bestimme die Eigenwerte  $\lambda_i$  und die zugehörigen Eigenvektoren  $\gamma_i = (\gamma_{ij})$  der Matrix  $B = (b_{ij})$  mit der Eigenschaft  $\sum_{j=1}^n \gamma_{ij}^2 = \lambda_i$ ,
4. Die Koordinaten der zu skalierenden Datenpunkte im  $m$  dimensionalen Raum ergeben sich dann aus den Eigenvektoren zu den  $m$  größten Eigenwerten:  $x_i = \gamma_i$ ,

## A9 Anwendungsbeispiel europäischer Wirtschaftsraum

### A9.1.1 Rohdaten

Jahr	BIP Frankreich in Milliarden \$	BIP Deutschland in Milliarden \$	Arbeitslosenquote Deutschland in %
1995	1.602,13	1.894,61	9,40
1996	1.606,04	1.921,38	10,40
1997	1.454,56	1.961,15	11,40
1998	1.505,18	2.014,42	11,10
1999	1.494,63	2.059,48	10,50
2000	1.366,24	2.109,09	9,60
2001	1.377,67	2.172,54	9,40
2002	1.500,35	2.198,12	9,80
2003	1.844,08	2.211,57	10,50
2004	2.118,67	2.262,52	10,50
2005	2.198,16	2.288,31	11,70
2006	2.320,66	2.385,08	10,80
2007	2.660,91	2.499,55	9
2008	2.929,98	2.546,49	7,80
2009	2.697,96	2.445,73	8,10
2010	2.647,35	2.564,40	7,70
2011	2.864,65	2.693,56	7,10
2012	2.685,37	2.745,31	6,80
2013	2.811,92	2.811,35	6,90
2014	2.856,70	2.927,43	6,70
2015	2.439,44	3.026,18	6,40
2016	2.472,28	3.134,74	6,10
2017	2.594,24	3.267,16	5,70
2018	2.792,22	3.365,45	5,20
2019	2.729,17	3.474,11	5
2020	2.635,92	3.403,73	5,90
2021	2.957,42	3.617,45	5,70
2022	2.784,02	3.876,81	5,30

Quelle BIP Frankreich und Deutschland: Internationaler Währungsfonds, abgerufen über statista: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/981785/umfrage/ranking-der-laender-mit-dem-groessten-kaufkraftbereinigten-bruttoinlandsprodukt-in-der-zukunft/>

Quelle Arbeitslosenquote Deutschland: Statistisches Bundesamt, abgerufen über Statista: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1224/umfrage/arbeitslosenquote-in-deutschland-seit-1995/>

## A9.1.2 Abstände der Multidimensionalen Skalierung

### A9.1.2.1 Einflussraum

	BIP Frankreich	BIP Deutschland	Arbeitslosenquote Deutschland
BIP Frankreich	0	2,00	10,97
BIP Deutschland	2,00	0	9,41
Arbeitslosenquote Deutschland	10,97	9,41	0

### A9.1.2.2 Szenario-Raum

	BIP:Fr	BIP:Fr	BIP:Fr	BIP:D	BIP:D	BIP:D	AQ:D	AQ:D	AQ:D
BIP:Fr	0	0.282	0.422	2.267	2.335	2.471	11.610	12.014	12.176
BIP:Fr	0.2816	0	0.1408	2.0246	2.0530	2.1889	11.408	11.732	11.894
BIP:Fr	0.4224	0.1408	0	2.1654	2.0974	2.0481	11.267	11.592	11.754
BIP:D	2.2666	2.0246	2.1654	0	0.0680	0.2040	9.8618	10.186	10.349
BIP:D	2.3346	2.0530	2.0974	0.0680	0	0.1360	9.7938	10.118	10.281
BIP:D	2.4705	2.1889	2.0481	0.2040	0.1360	0	9.6579	9.9823	10.145
AQ:D	11.690	11.408	11.267	9.8618	9.7938	9.658	0	0.3245	0.487
AQ:D	12.014	11.732	11.592	10.186	10.118	9.9823	0.324	0	0.162
AQ:D	12.176	11.895	11.754	10.349	10.281	10.1451	0.487	0.162	0

### A9.1.3 Konsistenzmatrix Anwendungsbeispiel

	BIP:D ↓	BIP:D →	BIP:D ↑	BIP:Fr ↓	BIP:Fr →	BIP:Fr ↑	AQ:D ↓	AQ:D →	BIP:D ↑
BIP:D ↓									
BIP:D →									
BIP:D ↑									
BIP:Fr ↓	5	3	3						
BIP:Fr →	3	5	3						
BIP:Fr ↑	3	3	5						
AQ:D ↓	2	3	5	3	3	3			
AQ:D →	4	5	5	3	3	3			
AQ:D ↑	5	5	1	3	3	3			



### A9.1.4 Szenarien des Anwendungsbeispiels

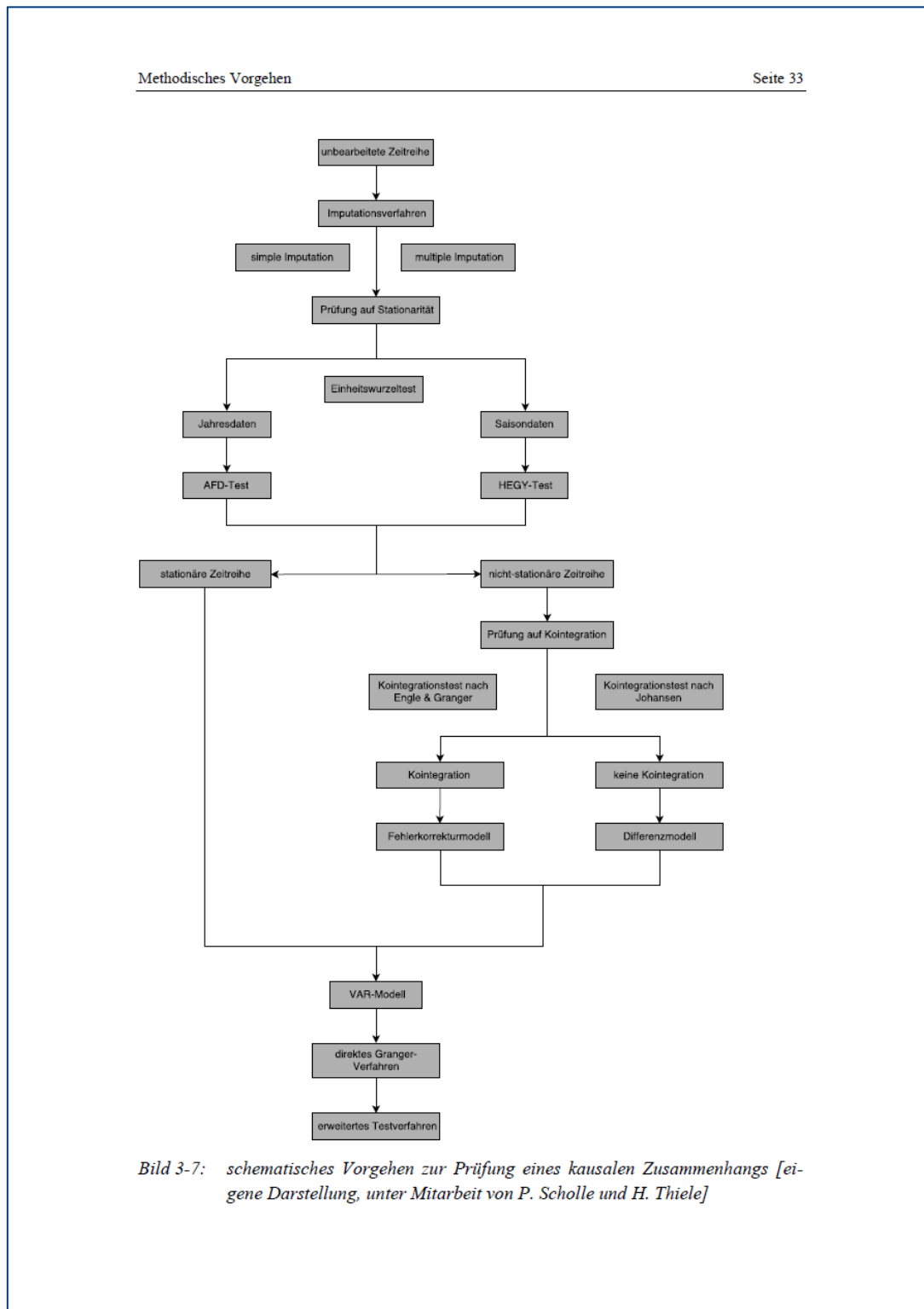
Tabelle 26: Szenarien des Anwendungsbeispiels

P_1	P_2	P_3	K	C_1	C_2	C_3
BIP:D ↓	BIP:Fr ↓	AQ:D ↓	19	Nein		Nein
BIP:D →	BIP:Fr ↓	AQ:D ↓	18	Nein		
BIP:D ↑	BIP:Fr ↓	AQ:D ↓	24	Nein		
BIP:D ↓	BIP:Fr →	AQ:D ↓	15	Nein		Nein
BIP:D →	BIP:Fr →	AQ:D ↓	22	Nein		
BIP:D ↑	BIP:Fr →	AQ:D ↓	24	Nein		
BIP:D ↓	BIP:Fr ↑	AQ:D ↓	15	Nein		Nein
BIP:D →	BIP:Fr ↑	AQ:D ↓	18	Nein		
BIP:D ↑	BIP:Fr ↑	AQ:D ↓	28			
BIP:D ↓	BIP:Fr ↓	AQ:D →	25			
BIP:D →	BIP:Fr ↓	AQ:D →	24	Nein		
BIP:D ↑	BIP:Fr ↓	AQ:D →	24	Nein		
BIP:D ↓	BIP:Fr →	AQ:D →	21	Nein		
BIP:D →	BIP:Fr →	AQ:D →	28			
BIP:D ↑	BIP:Fr →	AQ:D →	24	Nein		
BIP:D ↓	BIP:Fr ↑	AQ:D →	21	Nein		
BIP:D →	BIP:Fr ↑	AQ:D →	24	Nein		
BIP:D ↑	BIP:Fr ↑	AQ:D →	28			
BIP:D ↓	BIP:Fr ↓	AQ:D ↑	28			
BIP:D →	BIP:Fr ↓	AQ:D ↑	24	Nein		
BIP:D ↑	BIP:Fr ↓	AQ:D ↑	12	Nein	Nein	
BIP:D ↓	BIP:Fr →	AQ:D ↑	24	Nein		
BIP:D →	BIP:Fr →	AQ:D ↑	28			
BIP:D ↑	BIP:Fr →	AQ:D ↑	12	Nein	Nein	
BIP:D ↓	BIP:Fr ↑	AQ:D ↑	24	Nein		
BIP:D →	BIP:Fr ↑	AQ:D ↑	24	Nein		
BIP:D ↑	BIP:Fr ↑	AQ:D ↑	16	Nein	Nein	



## A10 Methoden der Einfluss- und Konsistenzanalyse

### A10.1 Methode zur Prüfung eines kausalen Zusammenhangs in der Einflussanalyse aus [Sie18]



## A10.2 Programmablauf zur Vervollständigung Datenreihen aus [Gre19]

Seite 32

Kapitel 3

### 3.4 Programmablaufplan

Der nachfolgende Programmablaufplan (PAP) ist in Anlehnung an die DIN 66001 erstellt worden und stellt den Programmablauf der Methode, wie zuvor in Kapitel 3.2 *Funktionsweise der Methode* beschrieben, übersichtlich dar. Die Eingabewerte *data1* und *data2* beinhalten im Normalfall die lückenhafte Zeitreihe (*data1*) und die Referenzzeitreihe (*data2*), zu welcher der Einfluss überprüft werden soll.

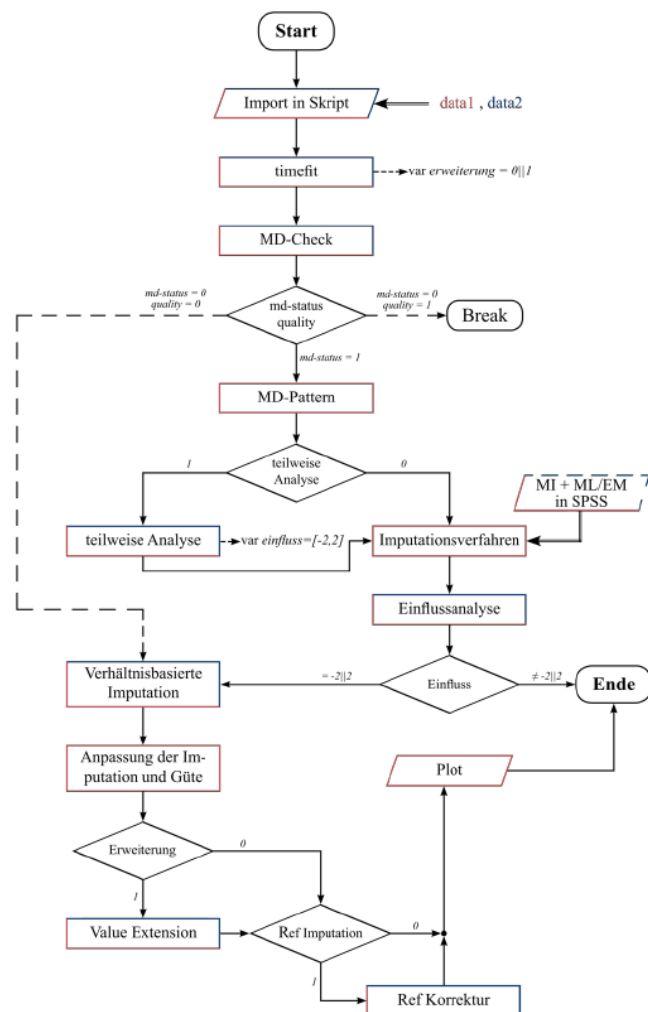


Bild 3-7: Schematischer Programmablaufplan der Methode (unter Mitarbeit von P. Scholle und H. Thiele)

## A11 Experteninterviews

Die Struktur der Interviews, aufbauend auf der des problemzentrierten Interviews nach WITZEL [Wit85], ist dabei jeweils in drei Teile aufgeteilt: Zunächst wurden die Ergebnisse der Szenario-Studie vorgestellt. Diese Ergebnisse wurden nachfolgend auf ihre Validität hin bewertet. Dabei wurde betrachtet, ob die erstellten Szenarien und die daraus abgeleiteten Maßnahmen sich rückwirkend als sinnvoll und wahrheitsgemäß erwiesen haben. Aufbauend auf den Ergebnissen wurde die Prozessperspektive der Szenario-Erstellung betrachtet und zunächst die Interpretierbarkeit der (Zwischen-)Ergebnisse bewertet, um final auf die Akzeptanz der Ergebnisse zu schließen. In der Akzeptanz wurde die Anwendung der Ergebnisse der Szenario-Studie mitbetrachtet.

Die Interviews sind mit Dr.-Ing. Dagmar Dirzus und Ingo Ellerbrock sind wörtlich transkribiert und das Interview mit Dr.-Ing. Kurt Bettenhausen ist eine Zusammenfassung des geführten Interviews.

### A11.1 Interview Dr.-Ing. Dagmar Dirzus

Dr.-Ing. Dagmar Dirzus: Vice President AI & Platform Business bei der KROHNE Group und zuvor Geschäftsführerin der VDI/VDE GMA und Auftraggeberin der Szenariostudien RWTH eMBA und Automation 2030.

**Henrik Thiele:** Ich möchte heute über 2 Themen sprechen. Zum einen über den Workshop Automation 2030 und zum anderen über den eMBA in Aachen. Insbesondere über Automation 2030 habe ich auch schon mit Kurt Bettenhausen gesprochen. Deshalb wird der Schwerpunkt heute noch einmal auf dem eMBA liegen.

Okay, fangen wir trotzdem gerne mit der Automation 2030 an. Wir haben uns mit einer Gruppe von 16 Teilnehmenden zusammengesetzt und haben gemeinsam verschiedene Szenarien abgeleitet. Und zwar haben wir erst einmal die Einflussfaktoren gesammelt, die die Automation beeinflussen. Diese haben wir priorisiert, um dann am zweiten Tag Szenarien zu formulieren.

Dabei sind wir auf das erste Szenario „Faultiersyndrom“ gekommen. Das zweite Szenario „Der deutsche Besserwisser“, das dritte Szenario „Never Give Up“ und dann das vierte Szenario „Mut zur Veränderung“. Das waren die vier Szenarien, die wir herausgearbeitet haben und auf deren Basis wir Handlungsempfehlungen und Enabler abgeleitet haben.

Also vielleicht erst einmal ganz allgemein die Frage an dich: Wie hast du den Workshop damals wahrgenommen und wie würdest du die Ergebnisse jetzt noch bewerten?

**Dagmar Dirzus:** Also ich fand den Workshop extrem kreativ. Die Teilnehmer sind auf Ideen gekommen, auf die wir sonst nicht gekommen wären, wenn wir uns einfach nur in einem Stuhlkreis hingesetzt und jeder hätte, wie in einem Brainstorming, ein paar Gedanken gesammelt. Dann wären wir nie auf diese Szenarien gekommen und das fand ich super spannend. Das weiß ich noch.

Deswegen haben wir die Szenario-Technik nachher noch mal gemacht mit einem anderen Kurs, dem RWTH eMBA. Diese Idee, dir nur Teilaspekte anzuschauen und zu überlegen, wie die sich verändern, um darauf ein Szenario aufzubauen, wären wir alleine oder in einer Gruppe nicht gekommen. Das fand ich unglaublich spannend. Das war eine ganz tolle Atmosphäre, in der wir haben super zusammengearbeitet haben. Ich glaube, diese vier Szenarien, die wir herausgearbeitet haben, hätten wir sonst nicht in dieser Vielfalt herausarbeiten können.

**Henrik Thiele:** Okay, danke. Sind die Szenarien, die wird als Ergebnisse bekommen haben, für dich über zweieinhalb Jahre rückblickend, gut gewesen? Haben sie sich für dich entsprechend bestätigt oder wie siehst du das?

Mit anderen Worten: Hättest du dich vor zweieinhalb Jahren an den Szenarien orientiert, damit wirklich auseinandergesetzt und eine Strategie entwickelt? Ist das etwas, das du im Nachhinein als positiv bewerten würdest?

**Dagmar Dirzus:** Also, wir haben damals nicht nur Gutes gesehen und das Schlimme ist, dass sich manches einfach bestätigt hat. Diese Beharrungstendenz der Deutschen, auch in kleinen wie in großen Unternehmen, ist so immens, dass dieses „Faultier Syndrom“ an allen Ecken und Enden auftritt. Wir sehen aber auch die anderen, die positiveren Szenarien. Wir sehen Beispiele an Unternehmen, die nach vorne gehen, etwas wagen und dann auch erfolgreich sind. Aber das ist gar nicht entscheidend, sondern dieser große Optimismus, den Sprung nach vorne zu wagen und etwas zu tun, den sehen wir genauso häufig wie das Faultier. Ich bin ziemlich überzeugt davon, dass genau dieses Faultiersyndrom weit verbreitet ist und auch zu einigen negativ disruptiven Veränderungen in der Unternehmenslandschaft führt. Genauso wie die anderen Szenarien.

„Der deutsche Besserwisser“ - das klingt so einfach und platt, wenn man diese Szenarien so sieht. Aber wie viel Substanz steckt dahinter und was bedeutet es? Es hat sich in wirklich vielen Bereichen bewahrheitet und ich glaube, wenn man jetzt die Szenarien für einige Unternehmen machen würde.

Also wenn ich die 5 Jahre als Spanne nehme, dann sehen wir da diese Szenarien abgebildet und da sehe ich mein Unternehmen - KROHNE - natürlich auch. Es gibt natürlich nie nur ein Szenario und es ist auch ein großes Unternehmen mit über 4000 Mitarbeitern. Hätten wir vor zweieinhalb Jahren die Weichen anders gestellt, dann stünde KROHNE tatsächlich an einigen Stellen noch besser da. Wir haben jetzt langsam angefangen, aber wir haben diesen Schritt in die Digitalisierung noch stärker gewagt. Das hätten wir auch früher machen können und in manchen Bereichen sehe ich, dass wir da mutiger hätten sein können. Das heißt nicht, dass wir es nicht noch schaffen können.

**Henrik Thiele:** Okay, danke. Wenn wir jetzt auf den Workshop sowie den in Aachen zurückkommen und wie wir ihn durchgeführt haben: waren die Ergebnisse für dich erklärbar?

In anderen Worten: Also wenn wir vorne anfangen mit den Einflussfaktoren bis hin zur Bewertung der Konsistenzmatrix. Hattest du bei den Schritten das Gefühl, du weißt woher die Ergebnisse kommen und warum wir den Schritt gemacht haben?

**Dagmar Dirzus:** Ich glaube, wenn man so einen Workshop macht, der ja doch mehrere Stunden und Überlegungen in Anspruch nimmt, dann braucht man an der Stelle ein großes Maß an Vertrauen. Das ist das Vertrauen, dass wir Ergebnisse erarbeiten, die am Ende wirklich gut sind. Wir haben allem bei dem Workshop in Aachen (eMBA) gemerkt, dass die Leute am Anfang nicht wussten, warum machen wir das mit denen und was das Ganze nachher bringen soll. Ich glaube, die waren am Ende alle zufrieden und glücklich, wie das ausgegangen ist. Da habe ich die Umsetzung der Szenario-Technik von der anderen Seite gesehen, weil ich wusste, was man mit der Umsetzung erreichen kann. Als wir das damals in Königswinter gemacht haben (Automation 2030), da war das für mich zwischendurch, als wir das erste Mal diese ganz erstaunlichen Ergebnisse hatten, eher unglaublich. Also da habe ich gedacht: Es ist unlogisch, was da steht und das passt nicht zusammen. Also ich weiß, dass wir Ausprägungen zusammengebracht haben, wo wir gesagt haben „das kann doch gar nicht zusammen gehen“. Aber dann sind wir noch einmal herumgegangen und haben uns die anderen Szenarien angeschaut und haben festgestellt: „na ja, das und das und das erscheint mir plausibel, aber das kann eigentlich nicht sein“. Das Vertrauen zu haben, was diese Ausprägungen bedeuten, wenn man sie zusammensetzt und dann rückblickend zu schauen, „wie ist es dazu gekommen“. Denn diese Ausprägungen waren doch möglich. Dafür haben wir dann Erklärungen dafür gefunden und diese Erklärungen haben dann wirklich den großen Sprung im Erkenntnisgewinn gebracht. Aber im ersten Moment war das für mich bei zwei Szenarien so verblüffend, dass ich gesagt habe: „Das ist Quatsch, das ist unlogisch“. Also da braucht man diesen großen Vertrauensvorschuss, um über diese kleine Hürde zu kommen.

**Henrik Thiele:** Okay. Du meinst, in dem Moment, in dem wird die Ergebnisse vertieft haben und uns das angeschaut haben, wo die Ergebnisse herkommen, hast du auch die jetzigen Ergebnisse akzeptieren können?

**Dagmar Dirzus:** Ja klar, weil wir dann die Ergebnisse erarbeitet haben und wirklich offen an die Sache herangegangen sind. „Wie kann es sein, dass diese eher gegensätzlich erscheinenden Dinge trotzdem zusammenpassen. Was ist da passiert?“ Das hat den großen Erkenntnisgewinn gebracht.

**Henrik Thiele:** Okay, gut. Dann gucken wir uns jetzt den eMBA in Aachen an. Da haben wir die Szenario-Technik im Rahmen des executive MBA, also im Rahmen einer Ausbildung, eingesetzt. Findest du es im Nachhinein in dem Modul und auch in dem Workshop in der Zielgruppe sinnvoll? Ist es sinnvoll, hier zukünftige Führungskräfte in diese Richtung auszubilden?

**Dagmar Dirzus:** Ja, ich glaube auf jeden Fall, sie hätten nur besser vorbereitet werden müssen. Also ein Tag allein reicht nicht, sondern wir hätten da mehr Zeit gebraucht. Man hätte sie am Vortag hinführen müssen, um zu sagen: „Pass mal auf, wir lernen jetzt gemeinsam die Szenario-Technik und das wird euch einen großen Erkenntnisgewinn bringen“. Vielleicht sollte man den Workshop auch ein bisschen mit den Fragen, die sie haben, mischen, weil man die Teilnehmer auch schon am Vortag kennenlernt. Wenn man dann den Workshop macht und dann am dritten Tag diese Erkenntnisse auf die Unternehmen übertragen lässt oder als Hausaufgabe mitgibt - „Führe das für dein Unternehmen durch“ - dann ist der Erkenntnisgewinn für die Unternehmen und die Übertragbarkeit höher. Also da sind wir einfach reingesprungen. Und das war natürlich entsprechend schwierig und es war vor allem für die Teilnehmer etwas anderes angekündigt als das, was wir dann gemacht haben. Das ist schwierig. Aber die Grundidee, die Szenario-Technik anzuwenden und in solchen Kursen zu vermitteln, finde ich absolut richtig und ist von den Teilnehmern auch so positiv bewertet worden.

**Henrik Thiele:** Okay. Gut und du hast gerade angedeutet, dass der Kurs von den Teilnehmenden selbst positiv bewertet wurde.

**Dagmar Dirzus:** Ja, sie haben ihn insgesamt nicht mit der Note 1 bewertet. Das lag aber vor allem daran, dass ihnen ganz andere Inhalte angekündigt worden waren und sie nicht den Inhalt unseres Kurses kritisiert haben, sondern dass dieser Teil nicht in diesem Modul angekündigt war. Der Teil gehörte für sie nicht dorthin. Ich weiß gar nicht mehr, wie dieses Modul hieß.

**Henrik Thiele:** Digitalisierung.

**Dagmar Dirzus:** Ja und dann muss man den Workshop in eine andere Richtung bringen. Aber mit dem Wissen, was ich jetzt auch von KROHNE habe, hätten wir an der Stelle noch ein bisschen mehr rausgeholt. Wir hätten den Workshop unter die Frage stellen sollen: „Führe den Szenario-Workshop für die Digitalisierung in deinem Unternehmen durch“.

**Henrik Thiele:** Okay, super. Dann sind das auch die Fragen, die ich an der Stelle habe und ich frage dich, ob es noch Punkte gibt, die du selber an der Stelle ergänzen möchtest. Gibt es etwas, das du noch mit auf den Weg geben möchtest und das dir noch aufgefallen ist.

**Dagmar Dirzus:** Ich glaube, die Kombination, die wir hatten, ist sehr wichtig. Das sind ich oder jemand anderes jeweils aus dem Unternehmen, der dann die Szenario-Technik vorher kennt und eine Person, die den strategischen Überbau machen kann. Also was du damit erreichst und was du hier genau machst war alles logisch und richtig. Um das bei



den Teilnehmern in die Unternehmen hineinzubringen, brauchst du immer einen zweiten Sparringspartner, der diesen strategischen Überbau „Wie baue ich das Unternehmen ein? Was bedeutet das? Wo komme ich damit hin?“ und es noch einmal auf das Unternehmen herunterbricht.

## A11.2 Interview Ingo Ellerbrock (BST GmbH)

Ingo Ellerbrock: Leiter des Produktmanagements der BST GmbH und Projektleiter des gemeinsamen Projekts.

**Henrik Thiele:** Das Projekt hat das Ziel, für das bestehende Portfolio Märkte zu entdecken, die wir als Low-Hanging-Fruits bezeichnen können. Das heißt eben von den Ideen zu kommen, die Technologie schon kennen und aufbauend die Dinge zu entwickeln, mit denen man vielleicht direkt in einen Markt eintauchen kann. Wir sind im Projekt dabei so vorgegangen: Wir haben erst die Einzelinterviews mit allen Produktmanagern geführt, um festzustellen, welche Produkte es gibt und um daraus ableiten zu können, was denn eigentlich die Fähigkeiten sind, die die Produkte besitzen. Damit haben wir dann das Produktportfolio abstrakt anschauen können und die Kompetenzen des Produktportfolios feststellen können. Darauf aufbauend sind wir dann in einen Kreativworkshop eingetaucht und haben viele Ideen entwickelt, um dann Szenarien für die BST in Zukunft zu entwickeln und final Marktpotentiale herauszufinden. Wir haben also zunächst Value Proposition Canvas erstellt, um dann genau auf diese abstrakten Fähigkeiten zu kommen. Diese abstrakten Fähigkeiten hatten dann auch alle nämlich als Input gegolten für den Kreativitätsworkshop, in dem wir dann am Ende 182 Ideen identifiziert hatten, die wir in 50 Cluster unterteilen konnten und 27 Technologien identifizieren konnten, die wir als Wert stiftend identifiziert hatten, um am Ende auf 5 Vorschläge im Sinne von Low-Hanging-Fruits zu kommen.

Die Szenarien, die wir dann entwickelt haben, waren mit Ausblick auf die nächsten 5 - 10 Jahre. Das haben wir in einem Workshop gemacht, in dem wir zu mehreren Personen waren: Der Herr Westphal, euer alter Geschäftsführer der Herr Dr. Dillmann und du mit Frau Gräßler, Benedikt Grewe und mir.

Wir haben erstmal überhaupt identifiziert, was die Einflussfaktoren sind, die das bestimmen was euch bei BST bewegt und haben aus diesen Einflussfaktoren mit einer Einflussmatrix diejenigen herauskristallisiert, die wirklich eure Treibergrößen sind, um dann auf eine Einflussmatrix zu kommen und zu sagen zu können - okay das sind jetzt wirklich die wichtigsten. Und dann für diese für diese Treibergrößen dann zu identifizieren was mögliche Entwicklungen sind. Dafür schaue ich mir dann an, was Konsistenz ist, also was konsistente Projektionen sind. Also gucken wir uns beispielsweise den Ölpreis an und der kann zum Beispiel steigen oder sinken und kann mir dann angucken: ist das jetzt widerspruchsfrei oder ist das widersprüchlich. Und über diese große Bewertung in der Gruppe kamen wir dann auf verschiedene Szenarien, die wir ausgearbeitet haben, wo wir im Kern immer die Projektion des Senates hatten. Wir haben uns dann das Szenario Umfeld und

das BSTe Umfeld angeschaut. Ausformuliert waren das dann ganz am Ende die 3 Szenarien der „Angespannten Wirtschaftslage“, ein „Weiter so?“ und einer „Fortschreitenden Vernetzung“.

Das erste Szenario, das wir für BST infiziert haben, war die „Angespannte Wirtschaftslage“: Dass Industrie 4.0 wichtiger wird, dass rund-um-sorglos Pakete wichtig sind und Softwareservice ebenso, aber wir dass die Investitionsbereitschaft rückläufig ist und dass wir uns umschauen müssen nach Kooperation, aber dass auch die Anforderungen an die Internationalisierung steigen und dass Anforderungen an den Brandowner rückläufig sind.

Dann das ausformulierte Szenario „Weiter so?“, wo wir bestehende Geschäftsmodelle haben, wo sich das Umfeld Kunststoff kaum wandelt, wo wir aber mehr Wissen aufbauen müssen und die Investitionsbereitschaft steigt.

Und ein drittes Szenario der fortschreitenden Vernetzung, dass Industrie 4.0 weiter wichtig wird, dass wir rundum-sorglos-Pakete brauchen, dass Software-as-a-product wichtig ist und dass wir auch viel mehr Wissen aufbauen müssen, dass aber die Investitionsbereitschaft steigt und dass Kooperation zu nehmen

Darauf haben wir dann verschiedene Märkte identifiziert, die wir in einem Technologieportfolio eingeordnet haben. Und zwar waren die Ideen erstmal Weiterentwicklung bestehender Produktfelder. Das ist das waren die kleinen Innovationen wie eine Spannungslose Bahn, die Schmalbahn, die Schnellbahn. Dann die Vernetzung überhaupt anzutreten, weil wir bei vielen eurer Produkte gesehen haben dass das die Vernetzung der verschiedenen Systeme sinnvoll ist. Da haben wir 17 direkte Vernetzung identifiziert mit den jeweils gegebenen Beispielen. Und dann am Ende die neuen Märkte, wo wir Textil, den Bogendruck, die Wellpappe, den Textildruck und Dose Flasche Verpackung als Low-Hanging-Fruits identifiziert hatten. Womit wir dann auch Ende wären und damit erst mal die kurze Vorstellung was damals im Projekt gelaufen ist.

Bevor wir in explizite Fragen reingehen, kannst du gerne nochmal deinen Eindruck, also eine kleine Reflektion geben, was für dich gepasst hat und was für dich stimmig ist. Vielleicht kannst du auch eine Aussage darüber geben, welche Dinge sich bestätigt haben oder auch nicht.

**Ingo Ellerbrock:** Zielsetzung des Projekts war ja so etwas, wie „systematisch Bewertung neuer Idee.“ und das trifft es eigentlich auch auf den Punkt. Wir haben ja, ich sag mal wenn man in diesen Märkten oder in dem Bereich unterwegs ist wie wir, dann sieht man immer das was man den ganzen Tag vor Augen hat und tut sich schwer irgendwo anders mal einen Blick drauf zu werfen oder andere Dinge zu bewerten. Und da war das Projekt natürlich insofern hilfreich, weil es geführt worden ist/ durchgeführt worden ist von jemanden, der nicht direkt aus dem Produkt kommt, aber vollkommen wertoffen darauf guckt. Ich glaube, dass wenn es aus einer internen Betrachtung herausgekommen wäre, dann wären wir nie auf die auf die Stückgutinspektion gekommen. Punkt 1, weil wir immer wieder versucht hätten die alten Bereiche in Richtung „Weiter so“ zu treiben, was

wir eigentlich vermeiden wollten. Es sind aus diesem – wahrscheinlich nicht direkt anhand dieser Ausarbeitung- aber doch im Bewusstsein her gewisse Ideen gekommen auch im Bezug auf die Vernetzung, wo wir gesagt haben, dass wir sehr wohl Möglichkeiten sehen, unsere Produkte miteinander zu vernetzen.

Mittlerweile sind wir den Weg gegangen, dass wir gesagt haben, die Vernetzung unserer Produkte entlang der Werkstoffkette beim Kunden abzubilden. Das ist ein etwas anderer Ansatz ist, der aber grundsätzlich schon auf diesen Ideen fußt. Von der Durchführung her habe ich damals auch schon gesagt, war es gut, was es sehr professionell und vor allen Dingen hilfreich, dass es von Experten, der also einen der nicht in dem Bereich gefangen ist und womöglich in diesen Bereichen schon eine Wertung mit vornimmt. Sondern es war 100% objektive Bewertung der Ausarbeitung und das was wichtig, wenn nicht sogar das Wichtigste neben der systematischen Erfassung der einzelnen Punkte.

**Henrik Thiele:** Super. Dann ist das schon mal sehr gutes Feedback für die Ideen. Wenn wir jetzt einmal auf den Kern der Szenariotechnik einmal gehen, dann hatten wir ja diese 3 Szenarien „angespannte Wirtschaftslage“ „weiter so“ und „eine fortschreitende Vernetzung“, auf die wir jetzt einmal zweieinhalb Jahre zurückgucken. Wenn du jetzt mal das, was ich beschrieben hattest für BST betrachtest: Was würdest du sagen? Haben die Szenarien das Bild ganz gut getroffen?

**Ingo Ellerbrock:** Ja, also da kam vielleicht auch ein wenig Zufall dazu. Bei der angespannten Wirtschaftslage war es nicht abzusehen in welche Richtung sich das so entwickelt, durch Corona, den Ukrainekrieg. Das ist alles noch ein bisschen schlimmer geworden, aber grundsätzlich hat es gepasst. „Weiter so?“ ist natürlich immer ein Punkt, mit dem man sich auseinandersetzen muss und über die fortschreitende Vernetzung habe ich gerade gesprochen, ne? Das hatten wir damals schon versucht, so ein bisschen in die Richtung zu lenken, dass es darauf hinausläuft, aber es war halt nochmal ein interessanter Gedankenanstoß, das dann auch nochmal bestätigt zu sehen. Also diese Ausarbeitung, dass man schon irgendwo auf dem richtigen Weg. Das war auf jeden Fall hilfreich, also es war zutreffend.

**Henrik Thiele:** Gut. Hat denn neben dem, dass die Szenarien jetzt im Nachhinein gestimmt haben. Hat denn so eine Ausrichtung/ Kontext, dass man in einem Projekt der Markt und Ideenbewertung auch eine Zukunftsperspektive auf einer allgemeinen globalen Ebene einbringt, denn bei der Vorstellbarkeit und Erklärbarkeit der Gesamtergebnisse geholfen? Die Szenario-Technik dabei etwas, das so ein Ergebnis erklärbar macht, auch um zu schauen, warum man jetzt Dinge auswählt.

**Ingo Ellerbrock:** Ja natürlich. Das Ganze funktioniert natürlich, nur wenn die Leute auch verstehen, wieso weshalb warum. Und wir merken das auch, wenn wir beispielweise wir eine Produkt- oder Produktlinienstrategie kommunizieren, dann ist eigentlich auch da der

erste Ansatz erstmal die Beschreibung der Ausgangslage. Da steht so eine Betrachtung auch genau Standardvorlagen schon drin. Die gehört also dazu und es tritt hierauf auch zu. Es hilft in diesem Fall und vielmehr Voraussetzung, denn sonst scheitert es. So weit würde ich schon gehen.

**Henrik Thiele:** Ja super ja dann sind das im Kern die Fragen, auf die ich jetzt mit dem Interview wirklich abzielen wollte: nämlich die Erklärbarkeit und die Annahme der Szenarien und die rückwärtige Validität der Ergebnisse. Also zusammenfassend, um das nochmal so zu abzuholen: Würdest du mir zustimmen, dass das die Ergebnisse, die am Ende heraus kamen, jetzt auch im Nachhinein wirklich erklärbar waren und auch von euch eine Stelle angenommen werden konnten?

**Ingo Ellerbrock:** Volle Zustimmung

**Henrik Thiele:** Möchtest du noch etwas insgesamt hinzufügen?

**Ingo Ellerbrock:** Wenn ich jetzt sage, dass wir Spaß gemacht hört sich das jetzt wieder blöd an. Das muss natürlich auch Spaß machen. Ich sag es mal andersrum. Auf die Frage „was habt ihr denn jetzt konkret daraus umgesetzt“ – konkret haben wir gar nichts umgesetzt, aber das ist gar nicht der Punkt und ich glaube, dass wäre auch eine falsche Erwartungshaltung, aber das Projekt hat, glaube ich, bei einigen Leuten ein bisschen die Augen geöffnet. Es war aber hilfreich diese Technik mitzuerleben und er sind Teile davon tatsächlich irgendwo in das tägliche Leben mit eingeflossen. Also wir machen keinen Bierdosen Inspektion. Nein. Aber wir haben dieses Thema Inspektion auf ein anderes Level gehoben und dazu war dieses Projekt auch ein Stück weit hilfreich und das Gleiche beziehe ich auch auf unsere Smart Data Geschichten, wenn das alles so weit steht. Aber das kannst du demnächst hier auf unserer Homepage sehen und in der Beschreibung das ein oder andere wiedersehen von diesem fortschreitenden Vernetzung-Punkt. Also insofern war das wirklich ein richtig tolles Projekt muss ich sagen.

### **A11.3 Interview Dr.-Ing Kurt Bettenhausen**

Dr.-Ing Kurt Bettenhausen - Vorstand „Neue Technologien und Entwicklung“ bei der HARTING Technologiegruppe und Leiter der Arbeitsgruppe zum Thesenpapier der Automation 2030.

**Henrik Thiele:** Magst du vielleicht erstmal bitte erst einmal allgemeines Feedback zur Durchführung und zu den Ergebnissen der Automation 2030 geben.

**Kurt Bettenhausen:** Ich kannte aus meiner Zeit bei meinen vorherigen Arbeitgebern die Arbeit mit Szenarien. Das Vorgehen der konsistenzbasierten Szenario-Technik war mit aber nicht bekannt. Der Vorteil vom Arbeiten mit den Szenarien liegt für mich darin, dass

alle Teilnehmer des Workshops schnell in einen konstruktiven Modus kommen, um Ergebnisse zu produzieren. Durch das Erzeugen von verschiedenen, unterschiedlichen Szenarien wurden wir dabei auch dahin gelenkt, auch über die Dinge nachzudenken, die nicht intuitiv sind – Frei nach dem Motto: „ja, aber gucken Sie sich es noch mal an“. Geholfen hat, dass die Durchführung, dass es handwerklich sauber war, die Schritte klar waren und die Anleitung, was in was reinspielt offensichtlich war. Wenn wir auf die Thesen und Handlungsempfehlungen selbst schauen, dann ist natürlich klar, dass eines der Szenarien eintritt. Dafür waren die Szenarien breit genug formuliert. Ziel der Übung für mich ist es eher, dass die Teilnehmer zwar eine Sicht ausarbeiten, aber wenn die nicht in ihre Vorstellung passt trotzdem links und rechts gucken können und sagen können: hieraus passt mir aber das und hieraus passt mir das. Selbst wenn mir am Ende nicht alles passt, kann ich mich trotzdem an Elementen anderer Szenarien orientieren. Wir haben alle gehofft, dass es das Szenario „Mut zur Veränderung“ wird, aber am Ende war dann doch alles anders. Uns hat erst Covid getroffen und dann der Krieg in der Ukraine. Am Ende ist es dann doch das Szenario „Never give up“ geworden. Insbesondere durch Covid hat die Digitalisierung einen großen Schub bekommen. Und ich sehe die Digitalisierung als eine Vorstufe der Automatisierung. Und auch durch den Ukraine Krieg sind wir jetzt bereit Dinge umzusetzen, die wir vorher nie getan hätten. Also ja. Am Ende ist ein Szenario eingetreten.

**Henrik Thiele:** Okay. Danke dir schon mal für die Gedanken. Waren für dich denn bei der Erstellung der Szenarien die Ergebnisse valide und annehmbar.

**Kurt Bettenhausen:** Wichtig für mich bei der Erstellung solcher Szenarien ist es für mich, dass die Teilnehmer nicht nur die fachliche Tiefe mitbringen, sondern auch die richtigen Personen sind, die die richtige Einstellung mitbringen. Am Ende sind für mich die Ergebnisse belastbar gewesen. Dabei waren sie auch inhaltlich weit, ohne beliebig zu sein. Am Ende kann ich aber großes Vertrauen in die Ergebnisse legen und auch so als die Zukunft der Automation vertreten – auch hier vor dem Rest des Vorstands und den Gesellschaftern meines Unternehmens.

**Henrik Thiele:** Okay. Das ist die Annahme der Ergebnisse. Wie sieht es denn mit der Erklärbarkeit der Ergebnisse aus?

**Kurt Bettenhausen:** Die Workshopdurchführung war handwerklich sehr gut. Ohne dieses Handwerk kann die Erstellung von Szenarien sehr schnell sehr emotional sein. Wenn wir uns die Historie der Erstellung der Thesepapiere anschauen, wurde das erste Thesepapier im Jahr 2000 erstellt – damals von den Größen der Automatisierungs- und Regelungstechnik. Bei der zweiten Durchführung der Zukunftsstudie im Jahr 2003 schon war klar, dass die Leute mit ihrer eigenen Agenda und Zielen kommen und diese Themen versuchen in den Ergebnissen zu platzieren. Da ist es wichtig, eine handwerklich klare Workshopführung zu haben. Wir haben uns dann entschlossen, Thesen zu formulieren und auf diesen Thesen Handlungsempfehlungen abzuleiten. Die Szenarien, die wir dieses mal genutzt haben, waren tatsächlich noch eine deutliche Steigerung, um über diese

Szenarien zu den Thesen zu kommen. So geht es nicht mehr darum, politische Mehrheiten durchzusetzen, sondern anhand einer klaren Führung, erklärbar zu den Ergebnissen zu kommen und wir konnten es von den persönlichen Interessen entkoppeln und am Ende auch eine Allgemeingültigkeit herstellen.

**Henrik Thiele:** Okay. Dann fasse ich einmal zusammen, ob ich das gerade von dir alles so richtig verstanden habe:

**Kurt Bettenhausen:** Eine Erklärbarkeit ist für dich da, man konnte sehen, woher die Ergebnisse kamen und welche Annahmen für dich zu diesen Ergebnissen geführt haben. Du kannst auf die Ergebnisse, die durch die Methode erzeugt werden vertrauen und die Ergebnisse auch vertreten. Über den Weg der Konsistenzen haben wir Szenarien abgeleitet und daraus Handlungsempfehlungen. So sind die Emotionen in der Erstellung zurückgenommen worden und wir kommen auf eine höhere Allgemeingültigkeit. Am Ende bringen wir die Teilnehmer über dieses Handwerkliche in eine produktive Arbeitsstimmung rein. Am Ende des Tages ist auch das, was wir vorgeschlagen haben in der ein oder anderen Weise eingetreten. Insbesondere hatten wir uns zwar was anderes vorgestellt, aber in den beiden großen Krisen, die jetzt gekommen sind, sind andere Dinge also ein anderes Szenario eingetreten als das wir vorher gehofft haben. Am Ende war es aber ein Ergebnis, auf das wir uns dann stürzen konnten.

**Kurt Bettenhausen:** Ja genau. Das trifft zu.

**Henrik Thiele:** okay gut. Gibt es noch etwas Weiteres, das du mir hier noch mit auf den Weg geben möchtest, oder einen weiteren Punkt, der für dich offen ist?

**Kurt Bettenhausen:** So eine Art One Pager, der mit 14 Tagen Abstand vorher verteilt wird, über die Methode, hilft, um schneller zum Ziel zu kommen. Es war etwas mühsam am Anfang, jetzt an dieser konkreten Übung, weil sich jeder ein bisschen was anderes drunter vorgestellt hatte. Es war ein Kaltstart. Und viele Seiten liest keiner im Vergleich zu so eine Seite, die ich mir auf der Zugfahrt nochmal angucken kann. So habe ich einen kurzen Abriss, wie es soll dann laufen soll und ich kann mich damit einfach schon mal ein wenig vertraut machen.

## A12 Daten der Verifikationsprojekte

### A12.1 Forschungsprojekt (ANYWHERE)

Das Forschungsprojekt ANYWHERE (EnhANCing emergencY management and response to extreme WeatHER and climate Events) ist ein Projekt mit einer Laufzeit von 2016 bis 2019, das im Rahmen des Horizon 2020-Programms gefördert wurde. Dabei waren 34 Akteur:innen in über zwölf EU-Ländern beteiligt. Das Hauptziel von ANYWHERE ist es, gefährdete Einrichtungen und Bürgerinnen in die Lage zu versetzen, ihre Antizipations- und proaktive Reaktionsfähigkeit bei extremen und folgenschweren Wetter- und Klimaereignissen zu verbessern.

#### A12.1.1 Einflussfaktoren und Projektionen

Einflussbereich	Nr.	Bezeichnung	Quelle	Beschreibung	Beschreibung der Projektion	Wert
Gesellschaft	1	Tatsächliche Bedrohung durch Extremwetterereignisse	Munich RE	Der Einflussfaktor beschreibt die tatsächliche (messbare) Bedrohung durch Extremwetterereignisse. Hierzu wird die Anzahl der Extremwetterereignisse (hier weltweit) als Basis genommen.	1A Die Anzahl der Extremwetterereignisse weltweit sinkt von aktuell 820 Pro Jahr auf durchschnittlich 720.	720
					1B Die Anzahl der Extremwetterereignisse weltweit bleibt konstant bei ~820 Ereignissen pro Jahr.	820
					1C Die Anzahl der Extremwetterereignisse weltweit steigt von aktuell 820 pro Jahr auf einen Wert größer 900.	900
	2	Angst vor Naturkatastrophen	statista	Der Einflussfaktor beschreibt die Angst der Bevölkerung (hier Deutschland) vor Naturkatastrophen	2A Die Angst vor Naturkatastrophen nimmt ab. Statt bisher 52% haben nur noch 45% der Deutschen Angst vor Naturkatastrophen.	45%
					2B Die Angst der Deutschen vor Naturkatastrophen bleibt mit 52% konstant.	52%
					2C Die Angst der Deutschen vor Naturkatastrophen nimmt zu. Mehr als 65% der Deutschen haben Angst Opfer einer Naturkatastrophe zu werden.	65%

Einflussbereich	Nr.	Bezeichnung	Quelle	Beschreibung	Beschreibung der Projektion	Wert
Gesellschaft	3	Bedenken bzgl. des Klimawandels	statista	Der Einflussfaktor beschreibt die Bedenken, welche Bürger in Deutschland vor dem Klimawandel haben.	3A Die Zustimmung zur Frage "Machen Sie sich Sorgen um die Folgen des Klimawandels?" sinkt. Nur noch 20% Machen sich große Sorgen. 30% haben keine Bedenken.	
					3B Die Zustimmung zur Frage "Machen Sie sich Sorgen um die Folgen des Klimawandels?" bleibt konstant. Mehr als 25% haben große Sorgen in Bezug auf den Klimawandel. 54% machen sich einige Sorgen.	
					3C Die Zustimmung zur Frage "Machen Sie sich Sorgen um die Folgen des Klimawandels?" nimmt zu. Mehr als 35% haben große Sorgen. Nur 10% der Befragten machen sich gar keine Sorgen.	
	4	Familienstand	statista	Der Einflussfaktor beschreibt die familiäre Situation der Individuen innerhalb einer Gesellschaft.	4A Ein Großteil der Befragten lebt in traditionellen Familienverhältnissen. Es werden wieder mehr Ehen geschlossen. Die Anzahl der Alleinstehenden nimmt ab. Es gibt insgesamt mehr Kinder pro Paar.	
					4B Die Situation bleibt unverändert. Es existiert eine Fragmentierung zwischen Singles, Alleinerziehenden und kinderlosen Paaren sowie Familien mit Kindern. Die Anzahl der Kinder bleibt konstant.	
					4C Mehr Menschen leben allein. Die Anzahl der Familien mit Kindern sinkt. Die Anzahl der Kinder entsprechend auch.	
Kunden	5	Bereitschaft zum Download	statista	Der Einflussfaktor beschreibt die Bereitschaft von Nutzern, Apps von Drittanbietern aus Plattformen wie Google Play Store oder dem Apple Store herunterzuladen. Hierbei sind sowohl kostenfreie als auch kostenpflichtige Apps gemeint.	5A Weniger Nutzer sind bereit, Apps herunterzuladen, welche von Drittanbietern stammen. Es besteht eine Skepsis in Bezug auf die Nutzung persönlicher Daten wie etwa Standorte durch Apps von Drittanbietern.	
					5B Die Bereitschaft zum Download von Apps bleibt konstant. Das Verhältnis zur Nutzung von (persönlichen) Daten bleibt konstant.	
					5C Die Bereitschaft zum Download von Apps steigt, da die Handhabung und Vertraulichkeit von persönlichen Daten transparent und gesetzlich geregelt sind.	



Einflussbereich	Nr.	Bezeichnung	Quelle	Beschreibung	Beschreibung der Projektion	Wert
Kunden	6	Zahlungsbereitschaft für Apps auf Plattformen (App Stores)	statista	Der Einflussfaktor beschreibt die Bereitschaft von Nutzern, Geld für Apps auf Plattformen wie Google Play Store herunterzuladen. Hierzu wird der prozentuale Anteil kostenpflichtiger App--Käufe im Verhältnis zu allen Downloads als Basis genommen.	6A Der Anteil der kostenpflichtigen Apps an den Gesamtdownloads sinkt weiter.	30%
					6B Der Anteil der kostenpflichtigen Apps an den Gesamtdownloads bleibt konstant.	37%
					6C Smartphone-Nutzer sind bereit, mehr Geld für Apps auszugeben. Der Anteil zahlungspflichtiger Apps an den Gesamtdownloads steigt.	45%
	7	Verbreitung herkömmlicher Nachrichtenkanäle im Fall der Warnung		Der Einflussfaktor beschreibt die Verbreitung herkömmlicher Nachrichtenkanäle (Radio, Lautsprecheranlagen in der Öffentlichkeit) für den Fall von Warnungen vor Extremwetterereignissen und daraus resultierenden Katastrophen.	7A Die Verbreitung herkömmlicher Kanäle nimmt ab. Weniger Menschen hören UKW Radio, immer Lautsprecheranlagen werden demontiert.	
					7B Die bestehende Infrastruktur wird erhalten, aber auch nicht ausgebaut.	
					7C Die Öffentliche Hand investiert in die Verbreitung von Warnnachrichten. Das UKW-Radio mit Batteriebetrieb wird wieder verbreitet. Gleichzeitig werden neue Lautsprecheranlagen in Städten in Betrieb genommen.	
	8	Akzeptanz und Vertrauen der Kunden in neuartige Nachrichtenkanäle zur Warnung	BBK	Der Einflussfaktor beschreibt die Nutzung neuer Warnsysteme (Apps) wie beispielsweise NINA oder MoWas und deren Verbreitung. Die betrifft sowohl lokale als auch überregionale Gefährdungslagen.	8A Überregionale Konstanz in Bezug auf die Verbreitung von Warnlagen mittels Apps wie MoWas oder NINA. Die regionale Verbreitung nimmt ab, da sich beide nicht durchsetzen und die lokalen Behörden die Investitionen scheuen und desinvestieren.	
					8B Überregionale Konstanz in Bezug auf die Verbreitung von Warnlagen mittels Apps wie MoWas oder NINA. Die regionale Verbreitung bleibt konstant, da lokale Behörden in eine Sunk-Cost-Falle laufen.	
					8C Überregionale Konstanz in Bezug auf die Verbreitung von Warnlagen mittels Apps wie MoWas oder NINA. Die regionale Verbreitung nimmt zu, da die Nutzer vermehrt lokal begrenzte Warnungen empfangen wollen.	

Einflussbereich	Nr.	Bezeichnung	Quelle	Beschreibung	Beschreibung der Projektion	Wert
Kunden	9	Ansehen der Applikation als Nachrichtenkanal im Falle der Warnung		Der Einflussfaktor beschreibt die Bewertung der Apps zur Warnung im Falle von Extremwetterereignissen. Hierzu werden u.a. die Bewertungen auf Plattformen wie dem Google Play Store und dem Apple Store als Basis genommen.	9A Das Ansehen der Apps schwindet. Schlechte Leistungen und Updates verringern die Nutzerbewertungen.	
					9B Die Apps werden gepflegt, erhalten jedoch konstant mittlere Bewertungen.	
					9C Die Apps werden weiterentwickelt. Das Ansehen der Nutzer steigt und sorgt für positive Bewertungen.	
Technologie	10	Internetfähiges Endgerät	Statistisches Bundesamt	Der Einflussfaktor beschreibt die Verbreitung von mobilen internetfähigen Endgeräten in der Bevölkerung. Hierzu wird die Anzahl der mobilen Internetnutzer herangezogen.	10A Die Anzahl der mobilen internetfähigen Endgeräte bleibt konstant.	
					10B Die Anzahl der mobilen internetfähigen Endgeräte nimmt weiter zu. Auch Randgruppen (Rentner etc) verwenden verstärkt Geräte wie Smartphones o.ä.	
	11	Ausfallrisiko von mobilem Netz		Der Einflussfaktor beschreibt das Ausfallrisiko des mobilen Handynetzes im Fall von Extremwetterereignissen.	11A Das Ausfallrisiko bleibt konstant.	
					11B Das Ausfallrisiko wird durch redundante Infrastruktur weiter gesenkt. Auch im Falle von Extremwetterereignissen kann eine flächendeckende Verfügbarkeit sichergestellt werden.	
Wettbewerb	12	Anzahl der potentiellen Konkurrenten		Der Einflussfaktor beschreibt die Anzahl der verfügbaren Apps als Konkurrenz. Dies schließt von den Trägern des Katastrophenschutzes (NINA, MoWaS, etc.) und private Apps von Drittanbietern mit ein.	12A Die Anzahl von Apps, welche durch die Träger des Katastrophenschutzes angeboten werden, bleibt konstant. Es werden keine Apps von Drittanbietern angeboten.	
					12B Die Anzahl von Apps, welche durch die Träger des Katastrophenschutzes angeboten werden, bleibt konstant. Es werden mehr Apps von Drittanbietern angeboten.	
					12C Die Anzahl von Apps, welche durch die Träger des Katastrophenschutzes angeboten werden, steigt. Es werden mehr Apps von Drittanbietern angeboten.	

Einflussbereich	Nr.	Bezeichnung	Quelle	Beschreibung		Beschreibung der Projektion	Wert
Wettbewerb	13	Marktanteil der Konkurrenz		Der Einflussfaktor beschreibt den Marktanteil von privaten Apps zur Warnung vor Extremwetterereignissen im Verhältnis zu Apps, welche durch die Träger des Katastrophenschutzes entwickelt werden.	13A	Der Markt wird von Apps, welche von den Trägern des Katastrophenschutzes entwickelt werden, dominiert. Der Marktanteil der Apps von Drittanbietern ist gering bis kaum messbar.	
					13B	Der Markt wird von Apps, welche von den Trägern des Katastrophenschutzes entwickelt werden, dominiert. Die Dominanz wird durch private Apps gebrochen. Der Marktanteil der privaten Apps nimmt zu, sodass dieser überwiegt.	
	14	Aktualität der Informationen und Geschwindigkeit der Informationsverbreitung		Der Einflussfaktor beschreibt die Fähigkeit von Diensten (Apps, egal ob vom Träger des Katastrophenschutzes oder von Drittanbietern entwickelt) zur Versorgung mit aktuellen Informationen im Falle eines Extremwetterereignisses.	14A	Die Apps liefern Informationen konstant langsam. Soziale Netzwerke stellen sich als erheblich schnellere Alternative im Falle eines Extremwetterereignisses heraus. Alle auf dem Markt verfügbaren Apps sind den sozialen Diensten unterlegen in Bezug auf die Geschwindigkeit.	
					14B	Die Apps sind in der Lage, durch die Verknüpfung mit Crowdsourcing-Ansätzen ähnlich schnell Informationen zu liefern.	
Katastrophenschutz, Self-p*	15	Handlungsempfehlungen vorhanden (Self-p* im Katastrophenfall)		Der Einflussfaktor beschreibt die Existenz von Handlungsempfehlungen für den Fall von Extremwetterereignissen durch die Träger des Katastrophenschutzes.	15A	Die Anzahl der Handlungsempfehlungen nimmt ab. Die Behörden ziehen existierende Handlungsempfehlungen zurück.	
					15B	Die Anzahl der Handlungsempfehlungen bleibt konstant.	
					15C	Es werden vermehrt weitere spezifischere Handlungsempfehlungen entwickelt, welche jedoch in der Öffentlichkeit weitestgehend unbekannt sind.	
	16	Hilfestellungen bzgl. möglicher Handlungsempfehlungen, Kommunikation (Self-p* im Katastrophenfall)		Der Einflussfaktor beschreibt die Verbreitung von Handlungsempfehlungen bei Extremwetterereignissen sowie die durch die Träger des Katastrophenschutzes bereitgestellten Hilfsmittel wie Checklisten o.ä..	16A	Die Handlungsempfehlungen sind einem immer geringeren Anteil der Bevölkerung bekannt. Der Träger des Katastrophenschutzes liefert nur abstrakte Hinweise, aber keine konkret nutzbaren Hilfsmittel.	
					16B	Die Handlungsempfehlungen sind einem konstanten Anteil der Bevölkerung bekannt. Es gibt vereinzelte Hinweise und Hilfsmittel.	
					16C	Die Handlungsempfehlungen sind einem gesteigerten Anteil der Bevölkerung bekannt. Aufgrund konkreter Hinweise und Checklisten werden diese von immer mehr Menschen befolgt und umgesetzt.	

### **A12.1.2 Konsistenzmatrizen**

Die Konsistenzwerte sind auf der Skala von 1 (totale Inkonsistenz) bis 5 (totale Konsistenz) bewertet. Auf Grund der Symmetrie der Konsistenzmatrix ist die obere Dreiecksmatrix nicht gegeben. Die Diagonale ist in dunkelgrau schraffiert und die untere Dreiecksmatrix ist in ihren Teilmatrizen zur besseren Lesbarkeit abwechseln hell- und mittelgrau schraffiert.

6400240

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16			
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C				
1	1A																																																	
	1B																																																	
	1C																																																	
2	2A	5	2	2																																														
	2B	2	5	2																																														
	2C	2	2	5																																														
3	3A	3	3	3	5	3	3																																											
	3B	3	3	3	3	5	3																																											
	3C	3	3	3	3	3	5																																											
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3																																									
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																								
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																						
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																					
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																			
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2																																		
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																		
	6C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4																																		
7	7A	5	5	1	5	5	1	5	5	1	3	3	3	3	3	3	2	3	3																															
	7B	2	2	4	2	2	4	2	2	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3																														
	7C	2	2	5	2	2	5	2	2	5	3	3	3	4	3	2	3	3	2																															
8	8A	4	4	1	4	4	1	4	4	1	3	3	3	4	3	3	3	3	3	1	2	3																												
	8B	2	5	2	2	5	2	2	5	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	5	5	4																												
	8C	1	2	5	1	2	5	1	2	5	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3																												
9	9A	5	4	2	5	4	2	5	4	2	3	3	3	4	3	1	3	3	3	1	3	5	4	3	1																									
	9B	4	4	1	4	4	1	4	4	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3																									
	9C	1	1	5	1	1	5	1	1	5	3	3	3	1	3	4	3	3	3	5	3	2	3	3	5																									
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																						
	10B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																					
	11A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2																			
11	11B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4																		
	12A	5	5	2	5	5	2	5	5	2	3	3	3	5	3	3	3	3	2	1	3	5	2	3	1	5	5	1	3	3	3	3																		
	12B	2	4	4	2	4	4	2	4	4	3	3	3	2	3	3	3	4	5	3	1	3	3	3	2	3	3	3	3	5	3	3																		
12	12C	1	2	5	1	2	5	1	2	5	3	3	3	1	3	5	3	3	3	4	3	1	4	3	5	1	1	5	3	3	3	3																		
	13A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	5	3	3	3	3	3	5	3	5	3	5	3	5	3	3	3	3	3	5	3	2															
	13B	1	3	5	1	3	5	1	3	5	3	3	3	1	3	5	3	3	3	4	3	5	1	3	5	1	3	5	3	3	3	3	1	1	4															
14	14A	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	4	3	5	3	1	5	4	2	3	3	3	3	4	4	2	3	1													
	14B	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3													
	14C	1	1	5	1	1	5	1	1	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	1	3	5	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3													
15	15A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	3										
	15B	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3										
	15C	2	5	5	2	5	5	2	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1								
16	16A	2	2	1	2	2	1	2	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	4	3	1	2	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	5	3	3						
	16B	5	5	3	5	5	3	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	5	3						
	16C	1	3	5	1	3	5	1	3	5	3	3	3	3	3																																			

**6609031**

[illegible]

## 6615026

Einflussfaktor		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16																	
	Projek- tion	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	4	1	1																																													
	2B	2	4	1																																													
	2C	1	1	5																																													
3	3A	4	2	1	5	2	1																																										
	3B	2	5	2	2	4	1																																										
	3C	1	3	5	1	2	4																																										
4	4A	3	3	3	4	3	2	4	3	1																																							
	4B	5	5	5	1	4	1	2	5	2																																							
	4C	1	1	2	1	2	4	1	2	5																																							
5	5A	2	1	1	4	2	1	1	2	4	1	2	4																																				
	5B	1	4	2	3	4	3	2	4	2	2	4	2																																				
	5C	1	2	4	3	3	4	4	2	1	4	2	2																																				
6	6A	2	1	1	2	2	1	1	2	4	1	3	3	5	1	1																																	
	6B	3	4	2	1	4	3	2	4	2	2	4	2	1	5	1																																	
	6C	4	3	4	4	3	4	4	1	1	4	3	4	1	1	5																																	
7	7A	4	1	1	4	3	1	5	2	1	3	2	2	2	1	5	5	2	5																														
	7B	4	2	2	4	2	1	4	4	2	2	4	3	4	3	3	4	4	4																														
	7C	1	3	5	1	4	5	1	4	5	3	4	4	4	3	4	2	2	2																														
8	8A	4	1	1	4	2	1	5	1	1	3	2	1	5	3	1	2	3	2	4	4	4																											
	8B	2	4	3	3	4	3	2	4	2	3	4	2	2	5	3	4	4	2	2	4	2																											
	8C	1	3	5	2	3	4	1	2	5	3	3	4	1	3	5	4	2	4	1	3	5																											
9	9A	3	3	3	4	2	4	2	2	4	5	4	3	5	2	1	4	4	2	1	2	4	4	2	2																								
	9B	3	3	3	4	4	3	4	3	4	2	3	4	3	5	2	4	3	4	3	3	4	2	4	2																								
	9C	4	4	4	2	4	5	2	4	5	5	3	4	2	1	5	4	3	4	4	2	2	1	4	5																								
10	10A	2	2	2	3	4	2	1	4	2	2	5	1	2	5	3	4	3	4	2	4	2	2	4	2	3	3	2																					
	10B	4	4	5	3	3	4	1	3	5	4	2	5	1	3	5	4	3	5	4	2	3	1	2	4	3	3	4																					
11	11A	1	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	1	4	1	1	1	1	2	4	2	2	3	2	4	2	1	2	2																		
	11B	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	1	4	1	1	4	1	1	1	1	2	5	2	3	4	2	4	5	3	4																			
12	12A	2	4	1	2	4	2	4	4	1	3	3	3	3	4	3	4	3	2	2	4	4	2	4	2	4	3	2	3	2	2	4																	
	12B	4	4	2	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	2	4	5	4	4	3	3	2	2	3	4	2	4	4	3	4	2	4																	
	12C	4	2	4	2	2	5	2	3	5	4	3	5	2	2	5	5	4	4	4	3	2	2	4	5	2	4	5	2	4	1	5																	
13	13A	1	2	4	4	4	2	4	4	2	3	2	2	2	3	2	4	3	2	4	3	2	1	2	4	4	3	2	2	3	2	4	5	2	4														
	13B	4	3	1	1	2	4	1	2	5	4	2	4	4	4	4	5	2	5	4	3	2	2	2	5	2	3	4	3	4	2	4	1	4	5														
14	14A	3	3	3	2	2	2	3	1	1	3	4	4	4	2	2	5	3	4	3	3	3	4	2	2	5	2	2	2	2	4	2	4	3	2	4	3	2	4	2	4	2	2						
	14B	4	4	4	4	4	4	1	3	1	4	4	4	4	3	2	4	4	3	5	3	3	3	4	2	4	2	3	4	2	4	2	4	3	3	4	3	4											
	14C	3	3	3	4	4	4	1	1	3	3	3	3	2	2	4	2	3	5	3	3	3	2	4	4	2	4	5	2	5	2	4	3	3	4	3	4												
15	15A	5	2	1	5	2	1	5	2	1	3	3	3	5	4	2	5	2	1	5	2	1	5	2	1	5	2	1	2	1	4	2	4	2	1	3	2	4	2	1	3	2	4	2	1				
	15B	2	5	2	2	4	2	2	5	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	2	4	3	4	2	4	2	4	2	3	2	3	3	2	3	2	2	2								
	15C	5	2	1	5	4	1	4	3	5	3	4	4	5	4	2	5	2	1	4	2	1	5	2	1	5	2	1	2	1	3	2	4	2	1	2	2	4	2	2									
16	16A	4	2	1	4	2	1	4	3	3	3	2	3	2	2	1	2	2	2	4	4	2	4	3	2	4	2	2	2	2	2	4	2	1	4	2	2	2	2	2	5	2	2						
	16B	4	4	2	3	4	2	3	4	3	3	4	4	2	4	4	2	3	4	2	4	4	3	4	2	2	4	3	3	3	4	2	3	3	2	4	2	3	4	4	2	5	5						
	16C	2	4	4	2	3	4	1	3	4	3	3	5	2	2	1	4	2	5	1	2	5	2	2	4	2	4	5	3	4	2	4	2	2	5	2	5	2	4	4	1	2	2						

**6623826**

[illegible]



6627885

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	3	1																																													
	2B	4	5	3																																													
	2C	1	3	5																																													
3	3A	5	4	1	5	2	1																																										
	3B	3	5	3	2	5	2																																										
	3C	1	4	5	1	2	5																																										
4	4A	4	3	3	3	3	3	2	3	4																																							
	4B	3	3	3	2	3	4	3	3	3																																							
	4C	2	3	3	2	3	4	3	3	3																																							
5	5A	4	3	3	3	3	3	4	3	3	2	3	3																																				
	5B	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3																																	
	5C	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3																																				
6	6A	3	3	3	4	3	2	4	3	3	2	3	3	5	3	1																																	
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	5	3																																	
	6C	3	3	3	3	3	5	3	3	4	4	3	3	1	3	5																																	
7	7A	3	3	2	4	3	2	3	3	1	4	4	3	2	3	5	3	3	3																														
	7B	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																														
	7C	3	3	4	3	3	5	3	3	4	2	3	2	4	3	1	3	3	3																														
8	8A	4	2	1	4	3	2	3	3	2	2	3	3	5	3	2	5	2	2	4	2	2																											
	8B	4	4	2	4	3	2	3	3	3	3	4	3	4	4	4	5	5	2	3	3	3																											
	8C	2	4	5	1	3	5	3	3	4	5	3	3	2	3	5	2	5	5	3	3	2																											
9	9A	4	3	3	3	2	1	2	3	2	3	3	3	5	3	2	5	2	1	3	3	3	5	2	1																								
	9B	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	3	5	5	5	3	3	2	2	3	4																							
	9C	2	4	5	3	4	5	4	3	4	3	3	3	1	3	5	2	4	5	4	3	2	1	3	5																								
10	10A	3	3	2	3	4	3	3	3	3	2	3	5	5	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3																					
	10B	3	4	4	2	3	4	3	3	3	5	3	2	1	4	5	2	4	5	3	3	2	2	3	4	3	3	4																					
	11A	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	4	3	3	2	4	3	2	3	3																			
11	11B	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	4	5	4	3	2	2	3	4	2	3	4	3	4																			
	12A	5	3	1	3	4	1	3	3	2	2	3	4	5	2	1	4	5	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	5	2																	
	12B	3	4	4	2	3	4	2	4	4	3	3	3	3	4	3	5	4	2	3	3	3	2	2	4	2	3	4	3	4	2	4																	
12	12C	3	4	5	1	3	5	2	4	4	4	3	1	1	3	5	5	2	4	4	3	2	2	2	5	2	3	5	3	4	2	5																	
	13A	3	3	3	4	3	4	5	3	3	2	3	4	4	3	3	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	5	1															
	13B	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	2	3	3	4	5	2	2	3	3	2	2	2	4	2	3	4	3	4	3	4	1	5	5														
14	14A	3	3	2	5	3	2	4	2	2	3	3	3	4	3	2	4	4	2	3	3	4	2	1	4	2	1	3	3	3	3	5	2	2	4	2	4	2	3	2	2								
	14B	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	2	4	4	3	3	2	2	3	4	2	3	4	3	4	3	3	2	4	4	3	4												
	14C	2	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	2	3	5	2	3	5	3	3	2	2	2	5	2	2	5	3	5	3	4	2	4	5	2	4												
15	15A	4	2	1	4	3	3	3	3	2	1	2	3	4	3	3	4	2	2	3	3	3	5	3	2	4	4	2	3	3	4	2	4	2	1	4	2	3	2	2									
	15B	2	5	2	3	3	4	3	4	3	2	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	4	3	3	4	2	4	2	2	4	2	3	2	2									
	15C	1	3	5	2	3	4	3	4	4	5	3	3	3	3	4	2	3	4	3	3	4	2	3	4	2	3	4	3	4	2	5	2	4	4	2	4	2	4	5									
16	16A	4	3	2	5	3	1	5	3	1	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	4	3	2	4	3	2	3	3	3	2	4	2	4	2	4	3	2	5	4	3								
	16B	3	5	2	2	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	4	3	4	4	3	2	4	3	2	3	4	2	5	4						
	16C	1	4	5	1	2	5	2	4	5	2	3	4	2	3	4	2	4	5	3	3	2	2	3	5	2	2	5	3	5	2	5	2	4	5	2	5	2	4	5	1	2	4						

**6651194**

[illegible]

**6657244**

[illegible]

6665098

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16			
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C				
1	1A																																																	
	1B																																																	
	1C																																																	
2	2A	4	3	3																																														
	2B	3	4	3																																														
	2C	3	3	4																																														
3	3A	3	3	2	5	3	2																																											
	3B	3	4	3	3	3	3																																											
	3C	2	3	4	2	3	5																																											
4	4A	3	3	3	3	3	4	3	3	4																																								
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																								
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																								
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3																																					
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																		
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4																																					
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	5	3	3																																		
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																		
	6C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3																																		
7	7A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																															
	7B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																															
	7C	3	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3	4	3	2	4	3	2																															
8	8A	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	5	3	1	5	3	1	3	3	5																												
	8B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																												
	8C	2	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	1	3	5	1	3	5	4	3	3																												
9	9A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	2	4	3	1	1	3	4	5	3	1																									
	9B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																									
	9C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	5	2	3	4	4	3	2	1	3	5																									
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																						
	10B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	5	3	3	3	2	3	5	2	3	4	3	3	3																						
11	11A	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																				
	11B	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	3	4	3	3	4	5	3	1	3	3	5	3	3	5	3	4																				
12	12A	4	3	2	5	3	1	5	3	1	3	3	3	5	3	1	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	12B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	12C	2	3	4	2	3	5	2	3	5	3	3	3	2	3	5	4	3	3	4	3	1	2	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
13	13A	4	3	2	5	3	1	5	3	1	3	3	3	5	3	1	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	1	5	3	1																
	13B	2	3	4	2	3	5	2	3	5	3	3	3	2	3	5	4	3	3	4	3	1	2	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	5													
14	14A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	2	5	3	1	3	3	3	5	3	2	5	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	14B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	14C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	5	2	3	4	1	3	1	3	3	5	2	3	5	3	3	3	3	2	3	4	3	3													
15	15A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	15B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	15C	3	3	4	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
16	16A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	2	3	3	3	5	3	1	3	2	3	2	4	3	2	3	3	4	3	2	5	3	3							
	16B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	16C	3	3	4	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	4	3	3	4	2	3	4	2	3	4	1	3	5	3	4	3	4	2	3	5	3	3	2	3	5	1	3	3							

6667045

Einflussfaktor		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16																		
	Projektion	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C				
1	1A																																																	
	1B																																																	
	1C																																																	
2	2A	5	4	1																																														
	2B	4	5	1																																														
	2C	1	4	5																																														
3	3A	5	4	1	5	3	1																																											
	3B	4	5	4	4	5	1																																											
	3C	1	4	5	1	3	5																																											
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																								
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																					
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																					
5	5A	4	3	3	5	3	1	4	3	1	3	3	3																																					
	5B	3	4	3	3	5	2	4	4	2	3	3	3																																					
	5C	3	3	4	2	4	5	1	4	5	3	3	4																																					
6	6A	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	5	2	1																																		
	6B	3	4	3	3	4	4	4	5	2	3	3	3	4	5	4																																		
	6C	3	3	4	2	3	4	1	4	5	3	3	4	4	4	5																																		
7	7A	5	4	1	4	3	1	5	4	1	4	3	2	2	2	5	4	3	4																															
	7B	4	5	2	4	4	2	4	5	1	3	4	4	4	4	4	3	4	2																															
	7C	2	4	5	2	4	5	1	4	5	4	3	5	5	4	2	2	3	5																															
8	8A	5	4	1	5	3	1	4	4	1	2	2	1	1	4	5	4	4	5	5	3	1																												
	8B	2	5	2	3	5	3	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	3																												
	8C	1	4	5	1	1	5	1	3	5	5	4	5	5	4	2	2	4	2	1	3	5																												
9	9A	4	3	3	3	3	3	5	3	4	3	3	4	5	2	1	4	3	1	1	2	4	2	3	4																									
	9B	3	3	3	3	3	3	4	5	2	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4																									
	9C	3	3	5	3	3	3	3	3	5	4	3	4	2	5	5	2	4	5	5	4	5	4	4																										
10	10A	3	2	1	4	5	2	5	4	1	1	3	2	3	3	2	2	4	4	2	3	4	1	4	3	2	5	2																						
	10B	3	4	5	2	4	5	4	4	5	5	5	5	3	3	4	5	4	5	4	4	2	5	4	3	1	4	4																						
11	11A	4	5	1	5	5	4	3	4	2	2	4	4	4	4	2	2	4	1	4	3	4	3	3	3	2	4	2	4	4																				
	11B	5	4	2	5	5	4	1	3	5	4	4	5	2	4	4	2	2	5	1	2	5	3	3	3	1	5	5	5	2																				
12	12A	5	4	1	5	4	2	4	4	1	2	2	3	4	2	1	1	2	1	2	1	4	1	2	3	4	4	1	2	2	2	3																		
	12B	2	5	4	5	5	2	4	5	4	3	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1	4	3	4	3	3																		
	12C	1	4	5	2	5	5	2	3	5	4	4	5	1	4	5	5	4	5	5	2	5	5	5	4	1	1	5	4	5	4	4																		
13	13A	5	4	2	4	4	2	2	4	1	2	2	2	5	4	1	1	3	1	1	3	2	1	3	4	4	4	1	3	3	3	4	5	1	1															
	13B	2	4	5	2	4	5	3	4	5	4	5	5	1	4	5	5	3	5	5	4	5	5	3	2	1	2	5	3	5	4	5	1	4	5															
14	14A	5	4	4	4	3	2	3	3	4	3	3	4	4	1	3	4	1	3	2	3	2	3	4	5	3	1	1	3	2	1	4	2	1	4	1														
	14B	4	4	5	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	3	5	3	4	3	4	4	5	4	5	4	4	2	4	4	2	4													
	14C	3	4	5	3	4	5	2	4	5	5	5	2	4	5	2	3	5	5	4	5	4	4	2	3	4	5	5	5	5	5	3	4	5	2	5														
15	15A	5	3	1	5	4	1	3	3	1	1	4	1	3	3	3	3	2	2	4	2	1	2	1	3	3	3	1	1	3	5	3	3	3	2	3	2	4	4											
	15B	4	5	1	4	5	1	4	5	2	4	5	2	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	2	4	2	4	2												
	15C	1	4	5	2	4	5	3	4	5	5	4	5	3	3	3	4	4	2	5	3	4	5	4	5	3	3	4	4	5	4	4	3	3	4	5	3	3	4											
16	16A	5	4	1	5	4	1	4	3	1	4	4	4	4	2	1	4	3	2	4	3	1	5	4	1	3	3	3	4	2	4	5	4	2	1	4	1	4	4	4	2	3	5							
	16B	4	5	2	4	5	2	4	5	4	4	5	4	2	5	2	2	4	4	2	4	3	3	2	4	3	3	3	4	4	4	4	2	4	4	3	4	4	2	4	4	4	2							
	16C	2	3	5	1	2	5	2	4	5	4	4	2	1	2	5	1	1	5	1	1	5	1	1	5	3	3	3	2	5	3	2	1	4	5	2	5	1	3	4	5	2	1							

**6674525**

[illegible]

6675680

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	2	1																																													
	2B	2	5	2																																													
	2C	1	2	5																																													
3	3A	5	2	1	5	2	1																																										
	3B	2	5	2	2	5	2																																										
	3C	1	2	5	1	2	5																																										
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																		
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	2	1																																	
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	5	2																																
	6C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	5																																	
7	7A	4	2	1	4	2	1	4	2	1	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2																													
	7B	2	4	2	2	4	2	2	4	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4																													
	7C	1	2	4	1	2	4	1	2	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2																													
8	8A	4	2	1	4	2	1	4	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	1																											
	8B	2	4	2	2	4	2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2																											
	8C	1	2	4	1	2	4	1	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	4																											
9	9A	4	2	1	4	2	1	4	2	1	3	3	3	4	2	1	4	2	1	1	2	4	4	2	1																								
	9B	2	4	2	2	4	2	2	4	2	3	3	3	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2																								
	9C	1	2	4	1	2	4	1	2	4	3	3	3	1	2	4	1	2	4	4	2	1	1	2	4																								
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	3	3	3	3	3	3																					
	10B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3																					
11	11A	2	4	2	2	4	2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2																			
	11B	4	2	4	4	2	4	4	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4																			
12	12A	4	2	1	4	2	1	4	2	1	3	3	3	5	2	1	5	2	1	1	2	4	4	2	1	4	2	1	4	1	4	1	4	1															
	12B	2	4	2	2	4	2	2	4	2	3	3	3	2	5	2	2	5	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2															
	12C	1	2	4	1	2	4	1	2	4	3	3	3	1	2	5	1	2	5	4	2	1	1	2	4	1	2	4	1	4	1	4	1	4															
13	13A	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	5	2	1	5	2	1	1	2	4	4	2	2	4	2	2	4	2	4	2	4	2	1	1	1												
	13B	2	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3	1	2	5	1	2	5	4	2	1	2	4	4	2	4	4	2	4	2	4	2	4	1	4	4												
14	14A	4	2	1	4	2	1	4	2	1	3	3	3	5	2	1	5	2	1	3	3	3	4	2	1	5	2	1	4	1	4	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	14B	2	4	2	2	4	2	2	4	2	3	3	3	2	5	2	2	5	2	3	3	3	2	4	2	2	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	14C	1	2	4	1	2	4	1	2	4	3	3	3	1	2	5	1	2	5	3	3	3	1	2	4	1	2	5	1	4	1	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
15	15A	5	2	1	5	2	1	5	2	1	4	2	1	3	3	3	3	3	3	4	2	4	2	2	4	2	2	4	3	3	3	3	3	3	1	1	1	3	3	5	2	1							
	15B	2	5	2	2	5	2	2	5	2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	2	4	2	4	2	4	2	2	4	2	3	3	3	3	5	5	2	3	3	4	4	2								
	15C	1	2	5	1	2	5	1	2	5	1	2	4	3	3	3	3	3	3	4	2	4	2	2	1	4	2	1	3	3	3	3	4	2	2	3	3	2	2	4									
16	16A	4	2	1	4	2	1	4	2	1	4	2	1	2	4	1	2	4	4	2	1	4	2	1	4	2	1	4	4	1	2	1	1	3	3	4	1	1	5	4	1								
	16B	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	2	2	2	2	4	4	2	3	3	2	2	4	4	2						
	16C	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	4	2	1	4	2	1	1	2	4	1	2	4	1	2	4	4	1	1	4	2	4	4	3	3	1	4	4	1	1	5						

**6682841**

[illegible]



**6684007**

[illegible]

6687351

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	5	1																																													
	2B	4	4	3																																													
	2C	3	3	5																																													
3	3A	4	4	1	4	3	1																																										
	3B	3	4	3	3	4	2																																										
	3C	2	2	4	1	3	5																																										
4	4A	3	3	3	3	3	4	3	3	3																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
	4C	3	3	3	3	3	2	3	3	3																																							
5	5A	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3																																				
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
	5C	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3																																				
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
	6C	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
7	7A	3	3	2	3	3	1	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3																														
	7B	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																														
	7C	3	3	4	1	2	4	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3																														
8	8A	5	2	1	5	2	1	3	3	3	2	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	5																											
	8B	4	4	2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4																												
	8C	3	4	5	1	2	5	3	3	3	4	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	1																											
9	9A	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	1	3	3	3	3	3	4	5	2	1																								
	9B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	3	3	3	3	3	3	2	5	4																								
	9C	2	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	5	3	3	3	3	3	2	1	4	5																								
10	10A	3	3	2	3	3	1	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																					
	10B	3	3	4	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3																					
11	11A	2	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	4	1	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	4	2																			
	11B	1	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	5	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	2	5																			
12	12A	5	4	2	5	3	2	3	3	3	3	3	3	5	4	2	3	3	3	2	4	2	5	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	12B	1	3	4	1	3	4	3	3	3	3	3	3	2	4	4	3	3	3	3	3	2	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	12C	1	2	5	1	3	5	3	3	3	3	3	3	1	2	5	3	3	3	4	2	1	1	2	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
13	13A	5	4	2	5	3	2	3	3	3	3	3	3	5	3	1	3	3	3	3	3	5	5	4	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3											
	13B	1	2	5	2	3	5	3	3	3	3	3	3	1	3	5	3	3	3	3	3	3	1	2	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3											
14	14A	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	1	3	3	3	3	3	4	5	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	14B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	5	3	3	3	3	3	2	1	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	14C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	5	3	3										
15	15A	5	2	1	4	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	15B	4	5	2	4	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	15C	2	4	5	1	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
16	16A	4	2	1	5	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	2	1			
	16B	3	4	4	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4		
	16C	1	4	5	1	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	5		

**6689530**

[illegible]

6691531

Einflussfaktor	Projek-tion	1			2			3			4			5			6				7				8				9				10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C							
1	1A																																																				
	1B																																																				
	1C																																																				
2	2A	5	4	1																																																	
	2B	4	5	4																																																	
	2C	2	2	5																																																	
3	3A	4	4	1	5	2	1																																														
	3B	4	5	2	4	5	2																																														
	3C	2	2	5	1	4	5																																														
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																											
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																										
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																									
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																								
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																						
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	2	2																																					
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4																																				
	6C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	5																																				
7	7A	5	2	1	5	2	1	5	2	1	3	3	3	2	2	1	2	2	2																																		
	7B	4	5	2	2	5	2	4	5	2	3	3	3	4	5	2	2	4	2																																		
	7C	1	4	5	1	4	5	2	4	5	3	3	3	5	4	5	4	2	4																																		
8	8A	4	4	1	4	4	1	4	4	1	3	3	3	5	2	1	5	2	1	1	2	5																															
	8B	2	5	2	2	5	2	2	5	2	3	3	3	2	5	2	4	5	2	4	5	2	4	5	2																												

6695139

Einflussfaktor		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16																
	Projek- tion	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C		
1	1A																																															
	1B																																															
	1C																																															
2	2A	5	4	1																																												
	2B	2	5	2																																												
	2C	1	2	5																																												
3	3A	5	4	1	5	4	1																																									
	3B	2	5	2	2	5	2																																									
	3C	1	2	5	1	2	5																																									
4	4A	3	3	3	2	3	4	4	3	3																																						
	4B	3	3	3	2	4	2	3	3	3																																						
	4C	3	3	3	4	3	2	3	3	4																																						
5	5A	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3																																			
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																
	5C	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3																																			
6	6A	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2																																
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	6C	2	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4																																
7	7A	1	2	4	1	3	5	5	4	2	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	7B	2	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	7C	4	3	3	5	3	1	1	5	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
8	8A	1	4	5	1	4	5	5	4	2	3	3	3	3	3	3	4	3	2	2	3	4																										
	8B	2	4	4	2	4	4	4	5	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	5	3																										
	8C	5	4	2	5	4	2	1	2	5	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	2																										
9	9A	2	2	5	2	2	5	5	4	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1																						
	9B	3	4	3	3	4	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4																						
	9C	5	3	2	5	3	2	1	2	4	3	3	3	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	5																						
10	10A	3	3	3	3	3	4	3	3	4	1	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	2	4	4	3																			
	10B	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	2	2	3	3	2	3	4	3	3	3	3	4	2	5	2	4	4																			
11	11A	1	4	4	1	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3																	
	11B	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	4	3	3																		
12	12A	1	4	4	1	4	4	5	5	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3														
	12B	4	3	3	4	3	3	2	3	4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3														
	12C	5	3	3	5	3	3	1	2	5	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	2	4	3	2	5	3	4	3	3															
13	13A	3	4	4	3	4	4	5	5	2	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	2	3	3	3	3	4	3	3	3	5	4	2												
	13B	4	3	3	4	3	3	1	2	4	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	3	3	3	3	4	3	3	1	4	4													
14	14A	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	5	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	14B	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	14C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	1	4	5	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
15	15A	1	2	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	4	4	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	4	3	3									
	15B	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	4	3	3	4	3	3	3	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	15C	3	2	1	3	2	1	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	4	2	5	4	5	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
16	16A	1	2	4	1	2	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	4	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	1	5	4	1		
	16B	2	4	2	2	4	2	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	5	4			
	16C	5	3	1	5	3	1	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	1	4	5	2	4	2	4	3	3	3	3	3	3	3	1	4	5	1	3	5			

6704445

Ein- flussfaktor		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16																			
	Projek- tion	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C					
1	1A																																																		
	1B																																																		
	1C																																																		
2	2A	4	3	2																																															
	2B	2	5	2																																															
	2C	2	3	4																																															
3	3A	4	3	2	5	3	2																																												
	3B	2	5	2	2	5	2																																												
	3C	2	3	5	2	3	5																																												
4	4A	3	3	3	4	3	3	4	3	3																																									
	4B	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3																																						
	4C	3	3	3	3	3	4	3	3	4																																									
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																			
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																			
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2																																			
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2																																	
	6C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4																																			
7	7A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	7B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	7C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
8	8A	4	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	2	4	3	2	2	3	4																										
	8B	3	4	3	2	4	2	3	3	3	3	3	3	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2																										
	8C	3	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	4	4	3	2																													
9	9A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	9B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	9C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3																					
	10B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3																					
11	11A	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	3	3																					
	11B	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	2	3	4	2	3	4	3	3																					
12	12A	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	5	2	1	4	3	2	2	3	4	2	3	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	12B	2	4	2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4		
	12C	2	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	1	2	5	2	3	4	4	3	2	4	3	2	2	3	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2		
13	13A	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	4	3	2	4	3	2	3	3	3	1	3	4	4	3	2	3	2	4	2	5	2	1																
	13B	2	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3	2	3	4	2	3	4	4	3	3	4	3	2	2	3	4	2	4	2	4	2	4	1	4	5														
14	14A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	2	3	4	5	3	2	5	3	2	3	3	2	2	4	3	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4			
	14B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	3	3	4	2	2	4	2	3	4														
	14C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	2	3	5	2	3	5	3	3	2	5	2	3	4	2	5														
15	15A	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	15B	2	4	2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	15C	2	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
16	16A	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2	4	3	2	2	2	2	4	3	2	4	3	2					
	16B	2	4	2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	4	2	4	2	4	2	3	2	2	2	2	2	2	4	2	2	4	2					
	16C</																																																		

6712850

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	4	2																																													
	2B	4	5	2																																													
	2C	2	4	5																																													
3	3A	5	4	2	5	4	1																																										
	3B	4	5	2	2	5	4																																										
	3C	2	4	5	1	2	5																																										
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
5	5A	4	3	3	5	4	2	4	4	2	3	3	3																																				
	5B	3	4	3	4	5	2	4	5	2	3	3	3																																				
	5C	2	3	4	2	4	5	4	4	5	3	3	3																																				
6	6A	4	3	3	4	4	2	4	4	2	3	3	3	2	4	5																																	
	6B	3	4	3	2	4	2	2	4	4	3	3	3	4	2	1																																	
	6C	2	3	4	2	3	4	2	2	4	3	3	3	2	2	4																																	
7	7A	4	4	2	4	4	2	4	4	2	3	4	4	2	3	4	4	5	3	3	3																												
	7B	4	4	2	4	4	2	4	4	2	3	3	3	4	4	2	3	3	3																														
	7C	2	2	4	2	2	4	2	2	4	3	3	3	2	2	1	3	3	3																														
8	8A	5	4	2	5	4	1	5	4	2	2	3	4	2	4	5	3	3	3	1	2	5																											
	8B	4	4	2	2	5	4	2	5	2	2	3	4	2	5	4	3	3	3	1	2	5																											
	8C	2	3	5	1	4	5	2	4	5	4	3	2	2	2	4	3	3	3	5	4	2																											
9	9A	3	3	3	5	3	2	4	2	2	3	3	3	4	2	2	5	4	1	1	2	5	3	3	3																								
	9B	3	3	3	2	3	4	4	4	2	3	3	3	2	4	5	2	2	4	1	2	4	2	4	5																								
	9C	2	4	5	1	2	5	2	4	5	3	3	3	2	4	5	2	4	5	5	4	1	2	4	5																								
10	10A	3	3	3	3	3	2	2	2	1	2	1	1	2	4	4	2	5	4	4	2	2	3	3	3	4	4	2																					
	10B	3	3	3	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	1	2	5	5	2	1	2	4	5	1	2	5																					
11	11A	4	4	2	2	4	2	4	4	2	3	3	3	4	5	2	3	3	3	4	4	2	3	3	3	2	1	4	5	1																			
	11B	2	4	4	4	4	5	4	4	5	3	3	3	4	4	5	3	3	3	5	4	1	2	4	4	1	2	5	1	5																			
12	12A	5	4	2	4	2	1	5	4	1	3	3	3	4	4	2	4	3	2	1	4	2	2	4	4	1	2	5	5	1	2	1																	
	12B	4	4	2	4	4	2	4	5	2	3	3	3	2	4	5	2	3	4	2	4	4	4	4	5	5	1	2	4	4	4	2	4																
	12C	2	2	4	2	2	5	1	4	5	3	3	3	1	4	5	2	3	4	5	4	1	2	4	5	5	4	4	4	5	4	5																	
13	13A	2	2	4	4	2	2	5	4	1	3	3	3	4	4	2	2	3	4	2	4	4	4	4	2	2	1	2	5	4	5	4	2	5	4	1													
	13B	2	2	4	1	2	5	2	4	5	3	3	3	2	4	5	2	4	5	4	2	1	4	4	5	4	4	2	4	5	2	4	1	4	5														
14	14A	4	4	2	5	4	2	5	2	1	3	3	3	5	4	2	5	4	2	1	2	3	5	2	1	5	4	1	4	2	4	2	4	2	4	2	1	4	4										
	14B	2	2	4	1	2	4	2	4	5	3	3	3	1	4	5	5	2	1	2	2	1	1	4	5	1	2	5	4	5	4	5	2	2	4	2	4												
	14C	5	4	2	2	4	5	2	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	1	2	4	5	1	1	5	4	5	2	4	2	2	4	2	4													
15	15A	5	4	2	4	2	1	4	2	1	3	3	3	1	2	4	3	3	3	2	2	2	1	2	1	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	4	4								
	15B	5	4	1	4	5	2	4	5	1	3	3	3	2	4	2	3	3	3	2	4	2	1	4	4	2	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	2	4	2	2									
	15C	4	4	2	2	4	5	2	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	1	4	4	4	5	4	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	4	4	2	2									
16	16A	4	4	2	5	2	1	4	2	1	2	3	4	3	2	3	3	3	3	2	2	1	1	2	2	4	2	2	1	3	3	5	1	5	2	1	4	2	2	5	2	1							
	16B	4	5	2	2	5	4	5	4	2	2	4	4	4	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	5	2	2	4	2	1	3	3	4	2	5	4	4	4	2	2	5	4							
	16C	1	2	4	2	4	5	2	4	5	4	2	2	2	2	4	3	3	3	4	4	5	4	4	5	2	3	5	4	5	3	3	2	4	5	4	5	2	4	4	1	2	5						

**7000083**

[illegible]





7000604

Einflussfaktor	Projek-tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	2	2																																													
	2B	4	5	2																																													
	2C	2	2	5																																													
3	3A	4	4	2	4	2	2																																										
	3B	3	4	2	2	4	2																																										
	3C	2	3	4	2	2	4																																										
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																						
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																					
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																			
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																		
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2																																	
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	5	2																																	
	6C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	4																																	
7	7A	3	3	3	4	2	1	4	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3																														
	7B	3	3	3	2	4	2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																													
	7C	3	3	3	1	2	4	1	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																													
8	8A	4	4	2	4	2	2	4	2	2	3	3	3	4	2	2	4	2	2	2	2	4																											
	8B	2	5	2	2	4	2	2	4	2	3	3	3	2	4	2	2	4	2	2	4	2																											
	8C	1	2	4	2	2	4	2	2	4	3	3	3	2	2	4	2	2	4	4	2	2																											
9	9A	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	4	2	2	3	3	3	5	4	2																								
	9B	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	4	2																								
	9C	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	3	2	4	3	3	3	1	2	4																								
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	4	2	2	4	3	3	3	2	3	3	2																					
	10B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	2	2	4	4	2	3	3	3	4	2	2	4																					
11	11A	1	5	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3																			
	11B	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	1	3	3	3	3	3	3	3	4																			
12	12A	4	4	2	4	4	2	4	4	2	3	3	3	4	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2																	
	12B	2	2	4	2	2	4	2	2	4	3	3	3	2	2	4	2	2	4	4	2	2	4	4	4	1	2	4	2	4	2	4																	
	12C	2	2	5	2	2	5	2	2	5	3	3	3	2	2	4	2	2	5	4	2	2	2	5	1	2	4	2	4	2	5																		
13	13A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	4	4	4	2	3	3	2	4	1	4	4													
	13B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	4	3	3	2	4	1	2	4														
14	14A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2											
	14B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	2	4	2	2	2	2	2	4	2	2	4	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2											
	14C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	2	2	4	2	2	2	2	4	2	2	4	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2											
15	15A	4	2	2	4	2	2	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	4	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	2	2	4	4									
	15B	2	4	2	2	4	2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	4	4	2	4	3	3	3	4										
	15C	2	4	4	2	2	4	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	2	2	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	4	4	3	2										
16	16A	5	2	1	5	3	1	5	3	1	3	3	3	4	2	2	4	2	2	5	2	1	5	2	1	4	2	2	1	2	1	4	2	1	3	3	4	2	1	5	2	3							
	16B	3	5	2	3	5	2	3	5	2	3	3	3	3	4	3	3	4	3	2	5	2	2	5	2	3	4	3	5	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2	5	3								
	16C	2	3	5	1	3	5	1	3	5	3	3	3	3	2	2	4	2	2	4	1	2	5	1	2	5	2	3	4	2	5	2	4	5	3	3	1	4	4	1	2	3							

**7000629**

[illegible]

## 7000653

Einflussfaktor		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16																			
	Projek-tion	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C					
1	1A																																																		
	1B																																																		
	1C																																																		
2	2A	5	2	1																																															
	2B	2	5	2																																															
	2C	1	2	5																																															
3	3A	5	2	1	5	2	1																																												
	3B	2	5	2	2	5	2																																												
	3C	1	2	5	1	2	5																																												
4	4A	4	4	2	4	4	2	4	4	2																																									
	4B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																																						
4	4C	2	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4																																						
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																						
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																			
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	2	2																																			
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	4																																			
	6C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	5																																		
7	7A	4	4	2	4	4	2	4	4	2	3	3	3	2	4	5	2	4	5																																
	7B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	5	2	2	5	2																																
	7C	2	4	4	2	4	4	2	4	4	3	3	3	5	4	2	5	4	2																																
8	8A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	5	4	2	5	4	2	5	4	2																													
	8B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
	8C	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	4	5	2	4	5	2	4	5																													
9	9A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	5	4	1	5	4	1	2	4	4	2	4	4																										
	9B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	5	2	2	5	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
	9C	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	4	5	1	4	5	4	4	2	4	4	2																										
10	10A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	2	4	4	2	1	2	4	1	2	4	4																									
	10B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	4	5	2	4	5	5	4	2	5	4	2	2	4	4																							
11	11A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	2	4	4	2	3	3	3	3	3	3	5	4	2	4	2																					
	11B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	4	4	2	4	4	3	3	3	3	3	3	2	4	5	2	4																					
12	12A	4	4	2	4	4	2	4	4	2	3	3	3	4	4	2	4	4	2	2	4	4	2	4	4	2	4	4	4	2	2	4																			
	12B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	12C	2	4	4	2	4	4	2	4	4	3	3	3	2	4	4	2	4	4	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
13	13A	4	4	2	4	4	2	4	4	2	3	3	3	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	5	1	1															
	13B	2	4	4	2	4	4	2	4	4	3	3	3	2	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	5															
14	14A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	5	4	2	5	4	2	2	4	5	2	4	5	5	4	1	4	2	4	4	4	4	4	4	3	3													
	14B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
15	14C	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	4	5	2	4	5	5	4	2	5	4	2	2	1	4	5	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3											
	15A	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	4	2	2																																		

**7002228**

[illegible]

7002327

Einflussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	4	4																																													
	2B	4	5	4																																													
	2C	4	4	5																																													
3	3A	5	4	3	5	4	4																																										
	3B	4	5	4	4	5	4																																										
	3C	3	4	5	4	4	5																																										
4	4A	3	3	3	5	3	3	5	3	3																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	5	3																																							
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	5																																							
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																					
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																			
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3																																		
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3																																	
	6C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5																																	
7	7A	5	4	4	5	3	2	4	3	3	3	3	3	4	4	5	2	3	5																														
	7B	4	5	4	3	5	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	3	5	3																														
	7C	4	4	5	2	3	5	3	3	5	3	3	3	5	4	4	5	3	2																														
8	8A	5	4	4	5	3	2	5	3	2	3	3	3	3	5	4	3	3	2	2	4																												
	8B	4	5	4	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	4																											
	8C	4	4	5	2	3	5	2	3	5	4	3	3	5	3	3	3	3	5	5	4	2																											
9	9A	5	5	5	4	3	3	4	4	4	3	3	3	5	3	2	5	4	2	2	2	5	4	3	2																								
	9B	5	5	5	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	5	3	4	5	4	3	3	3	3	3	3																								
	9C	5	5	5	3	3	4	4	4	4	3	3	3	2	3	5	2	4	5	4	3	2	2	3	4																								
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	4	5	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3																						
	10B	3	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	3	4	3	5	2	3	5	5	3	5	2	2	4	3	3	3																					
11	11A	5	3	3	5	3	3	5	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2																			
	11B	3	3	5	3	3	5	2	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	5	4	2	2	3	4	2	3	4	2	3	4	4	3																	
12	12A	5	3	3	5	3	3	5	3	2	4	3	3	5	3	2	5	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3																	
	12B	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	5	3	3	3	2	3	4	2	3	4	4	4	2	3																		
	12C	3	3	5	3	3	5	2	3	5	3	3	4	2	3	5	2	3	5	4	2	4	2	2	5	2	3	4	4	5	2	4																	
13	13A	5	5	5	5	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	2	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	4	2															
	13B	5	5	5	4	4	5	3	3	5	4	4	4	4	4	5	2	4	5	2	3	3	2	3	4	3	3	3	3	4	4	1	2	4															
	14A	5	3	3	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	5	3	2	5	3	2	3	3	4	2	2	4	3	2	3	4	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	3						
14	14B	3	5	3	4	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	3	4	3	3													
	14C	3	3	5	4	4	5	4	4	4	3	3	3	2	3	5	2	3	5	4	3	2	2	2	4	2	3	4	3	3	2	4	2	3	4	2	4												
	15A	5	3	2	5	3	2	5	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	5	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	4	3	3	3									
15	15B	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	3	3	3	3	3										
	15C	2	3	5	2	3	5	2	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	4	2	3	5	3	2	3	3	2	4	3	4	3	3	3											
	16A	5	3	2	5	3	2	5	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	2	2	4	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	5	4	3						
16	16B	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	4	3					
	16C	2	3	5	2	3	5	2	3	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4																													

7002386

Einflussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	3	2																																													
	2B	3	5	3																																													
	2C	2	3	5																																													
3	3A	4	3	2	5	3	2																																										
	3B	3	4	3	3	5	3																																										
	3C	2	3	4	2	3	5																																										
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																						
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																					
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2																																				
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3																																				
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4																																				
6	6A	4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	2	5	3	2																																	
	6B	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	5	3																																
	6C	2	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	5																																	
7	7A	4	3	2	4	3	2	4	3	2	2	3	4	4	3	2	4	3	2																														
	7B	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3																														
	7C	2	3	4	2	3	4	2	3	4	4	3	2	2	3	4	2	3	4																														
8	8A	4	3	2	5	3	2	5	3	2	3	3	3	5	3	2	4	3	2	2	3	4																											
	8B	3	4	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	5	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3																								
	8C	2	3	4	2	3	5	2	3	5	3	3	3	2	3	5	2	3	5	4	3	2																											
9	9A	3	3	3	5	3	2	5	3	2	3	3	3	5	3	2	5	3	2	2	3	4	4	3	2																								
	9B	3	3	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3																									
	9C	3	3	3	2	3	5	2	3	5	3	3	3	2	3	5	2	3	4	4	3	2	2	3	5																								
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	4	3	2	2	3	4	3	3	3	3																							
	10B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	2	3	5	4	3	2	3	3	3	3	3																						
11	11A	4	3	2	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	4	3	2	4	2																				
	11B	2	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	4																	
12	12A	5	3	2	5	3	2	5	3	2	3	3	3	4	3	2	4	3	2	2	3	5	4	3	2	4	3	2	4	2	4	2	4	2															
	12B	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3																	
	12C	2	3	5	2	3	5	2	3	5	3	3	3	2	3	5	2	3	4	5	3	2	2	3	5	2	3	5	2	4	2	4																	
13	13A	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	5	3	2	4	3	2	2	3	4	4	3	2	4	3	2	4	2	3	3	5	4	2														
	13B	2	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3	2	3	5	2	3	4	4	3	2	2	3	4	2	3	4	2	4	3	3	2	4	5														
	14	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	4	3	2	4	2												
15	14B	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3												
	14C	2	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	2	3	4	2	3	5	3	3	3	3	2	3	4	2	4												
	15A	4	3	2	5	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3								
16	15B	3	4	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3								
	15C	2	3	4	2	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	5	3	3	3	2	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3								
	16A	4	3	2	5	3	2	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4						
	16B	3	4	3	3	5	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3						
	16C	2	3	4	2	3	5	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	5	3	3	3	3	2	3	5	3	3	3	3	3	4	3	3						

**7002445**

[illegible]





7002789

Einflussfaktor	Projek-tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	2	1																																													
	2B	2	5	2																																													
	2C	1	2	5																																													
3	3A	4	2	1	5	2	2																																										
	3B	2	5	2	2	5	3																																										
	3C	1	2	5	1	2	5																																										
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																						
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																					
5	5A	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3																																				
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																			
	5C	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3																																		
6	6A	3	3	3	4	3	2	3	3	3	4	3	2	5	2	1																																	
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	5	2																																	
	6C	3	3	3	2	3	4	3	3	3	2	3	4	1	2	5																																	
7	7A	5	4	2	5	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2																														
	7B	2	5	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																														
	7C	1	2	4	2	2	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4																														
8	8A	5	2	1	5	3	1	3	3	3	2	3	4	5	2	1	4	4	2	1	2	5																											
	8B	2	5	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	2	5	2	4	4	2	2	5	2																											
	8C	1	2	5	1	3	5	3	3	3	4	3	2	1	2	5	2	3	4	5	2	1																											
9	9A	5	2	1	4	2	2	3	3	3	3	3	3	5	2	1	5	2	1	1	2	5	5	2	1																								
	9B	2	5	2	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	5	2	3	4	3	2	5	2	3	4	2																								
	9C	1	2	4	2	2	4	3	3	3	4	3	3	1	2	5	1	3	5	5	2	1	1	3	5																								
10	10A	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2	3	3	3	3	3	3																					
	10B	3	3	4	5	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	2	3	4	3	3	3																					
	11A	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2																			
11	11B	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	4																			
	12A	2	2	2	4	2	1	2	2	2	3	3	3	4	2	1	5	3	1	2	2	4	5	4	1	1	2	5	3	3	4	2																	
	12B	2	2	2	2	3	4	2	2	2	3	3	3	2	4	2	1	3	5	4	4	4	2	3	4	2	5	2	3	4	4	2																	
12	12C	1	4	5	1	4	5	1	4	5	3	3	3	1	2	4	1	3	5	5	2	2	1	2	4	4	2	1	2	4	2	4																	
	13A	4	4	2	4	3	2	4	4	2	3	3	3	4	2	1	5	4	1	3	3	3	5	4	1	4	4	1	4	2	4	2	5	2	1														
	13B	1	2	4	2	3	4	1	2	4	3	3	3	1	2	4	1	2	5	3	3	3	1	2	5	1	2	4	2	4	2	4	1	4	5														
14	14A	5	2	1	5	4	1	3	3	3	3	3	3	4	2	1	5	2	1	2	2	5	5	4	1	5	2	1	4	4	3	3	4	3	2	2	4												
	14B	2	5	2	2	4	4	3	3	3	4	4	4	2	4	2	2	3	4	4	4	4	2	4	4	2	5	2	3	5	3	3	3	5	4	4	4												
	14C	1	2	5	1	3	5	3	3	3	4	4	3	1	2	4	1	4	5	5	2	2	1	2	5	1	2	4	2	4	3	3	2	4	4	2	5												
15	15A	5	2	1	4	2	1	5	2	1	2	3	4	3	3	3	4	3	2	4	2	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	1	3	3	4	3	2										
	15B	2	5	2	4	5	3	2	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3										
	15C	1	2	5	2	2	4	1	2	5	4	3	2	3	3	3	2	3	3	4	1	2	4	2	3	4	3	3	4	3	3	3	5	5	3	3	2	3	4										
16	16A	5	2	1	5	2	1	5	2	1	2	3	4	3	3	3	3	3	2	4	2	1	5	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	2	1						
	16B	2	5	2	4	4	4	2	5	2	3	3	3																																				

7002882

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	4	2																																													
	2B	4	5	4																																													
	2C	2	4	5																																													
3	3A	5	4	2	5	4	1																																										
	3B	4	5	4	4	5	4																																										
	3C	2	2	5	1	4	5																																										
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	4	2																																
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	6C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	5																																
7	7A	4	4	2	5	4	2	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	7B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	7C	2	4	5	4	4	5	4	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
8	8A	5	4	2	5	4	2	5	4	2	3	3	3	3	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	8B	4	4	4	4	5	4	4	5	4	3	3	3	3	4	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	8C	2	4	5	2	4	5	2	4	5	3	3	3	3	4	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
9	9A	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	9B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	9C	4	4	5	4	4	5	4	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	5	4	4	5	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3																			
	10B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	5	4	4	5	3	3	3	4	4	4	3	3	3																				
	11A	2	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	3	3																
11	11B	5	2	2	4	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	3	3																
	12A	4	4	2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4		
	12B	2	2	4	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	4	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	3	3	2	4														
12	12C	2	2	4	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	4	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	3	3	2	4															
	13A	5	4	2	4	4	2	4	4	2	3	3	3	3	4	4	4	2	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	5	5	5	2	1												
	13B	2	4	5	2	4	4	2	4	4	3	3	3	3	4	4	4	2	4	4	4	3	3	4	3	4	2	3	4	3	4	4	4	5	1	4	1												
14	1																																																

7004834

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	4	3	2																																													
	2B	2	4	1																																													
	2C	1	2	5																																													
3	3A	4	3	1	5	3	1																																										
	3B	3	4	2	2	4	1																																										
	3C	2	3	4	1	3	4																																										
4	4A	3	3	2	4	3	2	3	3	3																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
	4C	3	3	4	3	3	3	3	3	3																																							
5	5A	3	3	3	2	3	4	3	3	4	3	3	3																																				
	5B	3	4	3	4	4	2	3	3	3	3	3	3																																				
	5C	2	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3																																				
6	6A	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	4	3	3																																	
	6B	3	3	3	2	4	2	2	4	2	3	3	3	2	4	2																																	
	6C	3	3	3	2	2	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3																																	
7	7A	4	2	2	4	2	2	4	3	2	3	3	3	2	3	4	2	2	4																														
	7B	3	4	3	4	4	2	4	4	2	3	3	3	3	4	3	3	4	3																														
	7C	2	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	2	4	3	2																														
8	8A	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	5	3	1	2	2	2	2	3	5																											
	8B	2	4	2	2	4	2	2	4	2	3	3	3	1	4	2	2	4	2	3	4	2																											
	8C	1	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3	1	3	5	3	3	4	5	3	2																											
9	9A	3	3	2	3	3	4	2	3	4	3	3	3	5	2	1	4	3	2	2	3	4	4	3	2																								
	9B	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3																									
	9C	2	3	4	4	3	2	4	3	2	3	3	3	2	3	5	2	3	4	4	3	2	2	3	4																								
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																						
	10B	2	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3	2	3	4	4	3	4	4	3	2	2	3	4	2	3	4																					
	11A	2	3	1	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																				
11	11B	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	4	3	2	4	3	2	4	3	2	2	3	4	1	3	4	2	4																			
	12A	3	3	2	4	4	2	4	4	2	3	3	3	5	5	2	4	4	2	3	4	3	4	4	2	3	4	3	4	2	3	4																	
	12B	3	3	4	2	3	4	3	2	4	4	3	3	2	4	4	2	3	4	3	2	2	3	2	2	2	4	3	4	3	4																		
12	12C	2	1	4	2	2	4	2	1	5	4	3	3	2	1	5	1	1	5	4	2	2	1	2	4	1	2	4	2	4	3	4																	
	13A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	2	4	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	5	2	3														
	13B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	5	2	3	4	3	3	3	4	3	2	2	2	4	3	3	3	3	1	4	3														
14	14A	4	3	3	2	4	4	2	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	4	3	2	5	2	2	4	1	4	2	4	2	1	3	3													
	14B	3	3	3	4	3	2	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	2	3	2	4	4	4	2	4	2	4	4	4	3	3														
	14C	2	3	4	4	3	2	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	1	3	4	2	4	5	2	4	2	4	1	4	5	3	3													
15	15A	4	3	2	2	3	4	4	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	4	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	4	4	2								
	15B	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3										
	15C	2	3	4	4	3	2	3	3	4	3	3	3	4	3	2	4	3	2	2	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	2	3	4									
16	16A	4	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	4	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	4	4	2	4	3	2					
	16B	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3							
	16C	3	3	4	4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	2	2	3	4	2	3	4	2	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	2	3	4	2	3	4						

## 7005060

Einflussfaktor		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16																	
	Projektion	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	4	3	2																																													
	2B	3	4	2																																													
	2C	2	2	5																																													
3	3A	5	3	1	5	4	1																																										
	3B	3	5	2	4	5	2																																										
	3C	2	2	5	2	3	5																																										
4	4A	2	2	2	3	3	3	3	3	3																																							
	4B	2	2	2	3	3	3	3	3	3																																							
	4C	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3																																						
5	5A	3	3	3	5	4	2	3	3	3	3	3	3																																				
	5B	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3																																				
	5C	3	3	3	2	2	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	4																																	
	6B	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	4																																	
	6C	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	5	3	5																																	
7	7A	4	4	3	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5																														
	7B	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4																										
	7C	2	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4																													
8	8A	3	3	2	5	4	2	3	3	3	3	3	4	2	3	3	4	2	1	2	3	4																											
	8B	4	4	3	4	4	2	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	5	2	3	2	3																										
	8C	3	4	5	3	4	5	2	4	5	4	4	2	3	3	4	1	4	4	4	3	2																											
9	9A	5	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	4	3	1	5	4	2	2	3	4	4	3	2																								
	9B	3	3	2	3	3	4	3	3	2	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	2	3	3	4	3																								
	9C	3	4	5	3	4	5	2	3	4	3	3	3	2	4	5	2	4	4	4	3	2	2	3	4																								
10	10A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	4	4	2	2	3	4	5	4	3	3	3	3																					
	10B	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	3	3	3	2	4	4	3	2	1	3	4	5	3	3	3																					
11	11A	4	4	3	5	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	5	3	1	3	3																			
	11B	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	2	2	4	3	3	3	3	3	3	1	3	5	3	3																		
12	12A	5	4	1	5	4	3	5	4	3	4	4	4	4	3	3	5	4	2	2	3	4	5	4	3	4	3	2	2	3	4	2																	
	12B	4	4	5	4	4	5	4	4	5	3	3	3	3	4	4	2	4	4	3	2	3	4	5	4	3	4	3	3	3	4	4																	
	12C	3	3	5	3	4	5	3	4	5	3	3	3	3	2	4	5	1	2	4	4	3	2	3	4	5	2	3	4	3	4	4	4	4															
13	13A	5	5	4	5	4	3	4	3	3	3	3	3	5	3	2	4	2	2	4	3	2	2	3	3	3	4	5	3	3	4	2	3	3	3														
	13B	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	3	3	2	3	5	1	2	4	5	4	3	3	4	5	3	4	5	3	3	2	4	1	3	5														
	14A	5	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	1	4	3	2	5	4	3	5	4	3	3	3	4	2	5	4	3	3	3	3											
14	14B	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	2	4	4	3	4	3	4	5	4	4	5	4	3	3	4	4	4	5	4	3	4												
	14C	3	4	5	2	4	5	2	4	5	3	3	2	2	3	5	1	1	4	2	3	4	3	4	5	3	4	5	3	3	2	4	3	4	5	2	5												
	15A	3	2	1	4	3	2	4	3	2	3	4	4	3	3	3	3	3	3	2	1	4	3	2	5	4	3	2	4	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3										
15	15B	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	4	3	4	5	4	2	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3									
	15C	3	3	5	3	4	5	3	4	5	3	3	2	3	3	3	3	3	3	1	2	4	2	3	4	3	4	5	3	4	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3									
	16A	4	3	2	5	4	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	2	1	5	4	3</																					

**7005068**

[illegible]

## 7005211

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16			
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C				
1	1A																																																	
	1B																																																	
	1C																																																	
2	2A	5	2	1																																														
	2B	2	5	2																																														
	2C	1	2	5																																														
3	3A	5	2	1	5	2	2																																											
	3B	2	5	2	2	5	3																																											
	3C	1	2	5	1	2	5																																											
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																								
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																					
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																		
5	5A	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3																																					
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																		
	5C	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																		
6	6A	3	3	3	4	3	2	3	3	3	4	3	2	5	2	1																																		
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	5	2																																		
	6C	3	3	3	2	3	4	3	3	3	2	3	4	1	2	5																																		
7	7A	5	4	2	5	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2																															
	7B	2	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	7C	1	2	4	2	2	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4																															
8	8A	5	2	1	5	3	1	3	3	3	2	3	4	5	2	1	4	4	2	1	2	5																												
	8B	2	5	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	2	5	2	3	4	3	2	5	2																												
	8C	1	2	5	1	3	5	3	3	3	4	3	2	1	2	5	2	3	4	5	2	1																												
9	9A	5	2	1	4	2	2	3	3	3	3	3	3	5	2	1	5	2	1	1	2	5	5	2	1																									
	9B	2	5	2	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	5	2	3	4	3	2	5	2	3	4	2																									
	9C	1	2	5	2	2	4	3	3	3	4	3	3	1	2	5	1	3	5	5	2	1	1	2	5																									
10	10A	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2	3	3	3	3	3	3																						
	10B	3	3	4	5	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	2	3	4	3	3	3																							
	10C	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2																				
11	11A	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2																				
	11B	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	11C	2	2	2	4	2	1	2	2	2	3	3	3	4	2	1	5	3	1	2	2	5	5	4	1	1	2	5	3	3	3	4	2																	
12	12A	2	2	2	4	2	1	2	2	2	3	3	3	4	2	1	5	3	1	2	2	5	5	4	1	1	2	5	3	3	3	4	2																	
	12B	2	2	2	2	3	4	2	2	2	3	3	3	2	4	2	1	3	5	4	4	4	2	3	4	2	5	2	3	4	4	2																		
	12C	1	4	5	1	4	5	1	4	5	3	3	3	1	2	4	1	3	5	5	2	2	1	2	5	5	2	1	2	4	2	4																		
13	13A	4	4	2	4	3	2	4	4	2	3	3	3	4	2	1	5	4	1	3	3	3	5	4	1	4	4	1	4	2	4	2	5	2	1															
	13B	1	2	4	2	3	4	1	2	4	3	3	3	1	2	4	1	2	5	3	3	3	1	2	5	1	2	4	2	4	2	4	1	4	5															
	13C	5	2	1	5	4	1	3	3	3	3	3	3	4	2	1	5	2	1	2	2	5	5	4	1	5	2	1	5	3	3	3	4	3	2	2	1	3	3	4	3	2								
14	14A	5	2	1	5	4	1	3	3	3	3	3	3	4	2	1	5	2	1	2	2	5	5	4	1	5	2	1	5	3	3	3	4	3	2	2	1													
	14B	2	5	2	2	4	4	3	3	3	4	4	4	2	4	2	2	3	4	4	4	2	4	4	2	5	2	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4													
	14C	1	2	5	1	3	5	3	3	3	4	4	4	3	1	2	4	1	4	5	5	2	2	1	2	5	1	2	5	2	4	3	3	2</																

7005528

Einflussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	4	2	2																																													
	2B	2	4	2																																													
	2C	2	2	4																																													
3	3A	5	2	2	5	2	2																																										
	3B	2	5	2	2	5	2																																										
	3C	2	2	5	2	2	5																																										
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																						
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																					
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																			
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																		
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2																																	
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3																																
	6C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4																																	
7	7A	5	4	2	5	4	2	3	3	3	3	3	3	2	2	4	3	3	3																														
	7B	4	5	2	4	5	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3																														
	7C	4	4	5	4	4	5	3	3	3	3	3	3	4	2	2	3	3	3																														
8	8A	4	2	2	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	4																											
	8B	2	4	2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	2	3	2																										
	8C	2	2	4	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	4	3	2																										
9	9A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2																								
	9B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4																								
	9C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4																								
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4																					
	10B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4																					
11	11A	2	5	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	4	3	2	4	2	4	2																		
	11B	4	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	4	2	2	4	2	4																			
12	12A	5	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	4	1	3	3	3	4	4	2	4	4	2	3	3	3	3																	
	12B	5	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	3	2	2	4	2	3	4	4	3	3	3	3																	
	12C	2	2	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	2	2	2	4	2	4	4	2	4	2	4																	
13	13A	4	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	4	4	2	3	3	3	4	2	3	3	5	1	2														
	13B	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	3	3	3	2	2	4	3	3	4	2	4	3	3	1	5	2														
	14A	4	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	1	5	2	1	3	3	4	2	4	2	2	4	2													
14	14B	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	3	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	14C	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	3	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
15	15A	4	5	4	5	4	2	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	2	4	3	2	3	3	3	3	3	4	4	2	3	3	4	3	2								
	15B	5	5	2	4	5	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	15C	5	5	2	2	2	4	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	2	3	4	3	3	3	2	2	4	3	3	2	3	4										
16	16A	5	4	2	2	4	5	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	4	4	2	3	3	3	3	3	4	4	2	3													





## 7006011

Ein- flussfaktor		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16																
	Projek- tion	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C		
1	1A																																															
	1B																																															
	1C																																															
2	2A	5	2	1																																												
	2B	2	5	2																																												
	2C	1	2	5																																												
3	3A	4	2	1	5	2	1																																									
	3B	2	4	2	3	5	3																																									
	3C	1	2	4	1	2	5																																									
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																						
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																			
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
5	5A	3	3	3	4	3	2	4	3	2	3	3	3																																			
	5B	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3																																			
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	4	3																																
	6B	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	5	4																																
	6C	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	5																																
7	7A	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	1	3	4	3	3	4																													
	7B	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
	7C	2	3	5	2	3	4	2	3	4	3	3	3	3	4	3	2	3	2	3	2	2																										
8	8A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	2	2	4	4																										
	8B	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4	2	4	3	2																								
	8C	3	4	4	2	3	5	2	3	5	3	3	3	2	3	5	2	3	4	5	2	1																										
9	9A	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	5	2	1	4	3	2	2	4	4	4	2	1																							
	9B	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4																							
	9C	2	4	5	3	4	5	3	4	5	3	3	3	1	2	4	3	3	4	4	3	2	2	4	5																							
10	10A	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4																				
	10B	3	3	4	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	4	4	4	3	2	4	4	2	2	4	5	2	3	4																				
	10C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
11	11A	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	4	4	3	3	4	4	4	3																		
	11B	3	4	5	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	1	3	4	4	2	3	4	3	4																	
	11C	3	4	3	3	4	2	2	4	2	2	3	3	3	2	3	2	4	3	2	2	3	4	3	2	2	3	2	2	4	3	3	3															
12	12A	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	2	3	4	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3															
	12B	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	2	3	4	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3																
	12C	2	4	5	2	2	4	2	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	4	2	2	3	4	2	3	4	4	3	4	3	4															
13	13A	3	3	2	4	2	2	4	2	2	3	3	3	4	2	2	4	3	2	2	3	4	3	2	2	3	2	2	3	2	3	3	4	2	2													
	13B	3	4	5	3	3	4	3	3	4	3	3	3	2	4	4	3	3	4	4	2	2	3	4	3	3	3	4	4	3	4	1	4	3														
	13C	3	4	3	2	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	2	1	3	3	4	4	2	3	5	2	1	4	4	3	2	2	3	2	1	1											
14	14A	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	2	4	4	3	3	4	4	2	3	4	4	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	14B	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	2	4	4	3	3	3	4	4	2	3	4	4	2	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	14C	3	4	5	3	3	4	3	3	4	3	3	3	2	3	4	2	3	4	2	3	4	5	3	1	2	4	5	4	4	2	4	4	3	4	5	5											
15	15A	5	3	3	4	3	2	4	3	2	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	4	3	3							

7006257

Einflussfaktor	Projek-tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	4	2	1																																													
	2B	2	4	2																																													
	2C	1	2	4																																													
3	3A	4	2	2	4	2	1																																										
	3B	2	4	2	2	4	2																																										
	3C	2	2	4	1	2	4																																										
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																						
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																					
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																			
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																		
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4																																	
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
	6C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2																																		
7	7A	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	4	3	3	3	3																														
	7B	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3																														
	7C	1	2	4	2	2	4	2	3	4	3	3	3	4	3	2	3	3	3																														
8	8A	4	3	2	5	3	2	3	3	2	3	3	3	4	3	2	3	3	3	2	3	4																											
	8B	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3																											
	8C	1	3	4	2	3	4	2	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	4	3	2																											
9	9A	4	3	2	4	3	1	4	3	2	3	3	3	5	3	2	4	3	1	4	3	2	4	3	2																								
	9B	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3																								
	9C	2	3	4	1	3	4	2	3	4	3	3	3	1	3	4	1	3	4	2	3	4	2	3	4																								
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	2	3	4	4	3	2	4	3	4																					
	10B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	1	3	4	3	3	3	4	3	2	2	3	4	2	3	2																					
	11A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	3	3	3	3	3																			
11	11B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	2	3	4	3	3	3	3	3																			
	12A	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	5	3	2	4	3	2	2	3	4	4	3	2	5	3	2	3	2	4	2																	
	12B	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3																	
12	12C	2	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3	1	3	5	2	3	4	4	3	2	1	3	4	1	3	5	3	4	2	4																	
	13A	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	2	3	3	4	2	3	4	4	3	2	3	3	3	3	5	3	2														
	13B	2	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3	2	3	4	2	3	4	4	3	2	4	3	2	2	3	4	3	3	3	3	1	3	4														
14	14A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	4	3	1	3	3	3	3	4	3	1	3	2												
	14B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3														
	14C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	2	3	4	2	3	4	3	3	2	4	2	3	4	2	4												
15	15A	5	3	1	4	3	1	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	3	4	2	4	3	2	3	2	4	3	2									
	15B	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3										
	15C	2	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	2	4	2	3	4	2	4	2	3	4									
16	16A	5	3	1	5	3	1	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	5	2	1						
	16B	2	4	2	2	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3											

**7023734**

Einflussfaktor		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16													
	Projek-tion	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B
1	1A																																												
	1B																																												
	1C																																												
2	2A	4	2	2																																									
	2B	2	4	2																																									
	2C	2	2	4																																									
3	3A	4	2	2	4	2	2																																						
	3B	2	4	4	2	4	3																																						
	3C	2																																											

7025020

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	2	2																																													
	2B	4	5	4																																													
	2C	2	1	5																																													
3	3A	5	4	2	5	2	1																																										
	3B	4	5	2	2	5	2																																										
	3C	2	2	5	1	2	5																																										
4	4A	3	3	3	3	3	4	3	3	4																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
5	5A	5	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3																																				
	5B	3	5	3	3	5	3	3	3	3	5	3	3																																				
	5C	3	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	3																																				
6	6A	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4																																	
	6B	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4																																	
	6C	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	2	2	4																																	
7	7A	5	4	2	5	4	2	4	4	2	3	3	3	4	4	5	3	3	3																														
	7B	4	5	4	4	5	4	4	4	4	3	3	3	4	5	4	3	3	3																														
	7C	2	4	5	4	4	5	4	4	4	3	3	3	5	4	4	3	3	3																														
8	8A	5	4	4	4	4	2	4	4	2	3	3	3	5	4	2	4	4	2	2	4	5																											
	8B	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	5	4	4	4	4	4	5	4																											
	8C	4	2	5	2	2	4	2	2	4	3	3	3	4	2	5	1	4	4	5	4	4																											
9	9A	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	5	3	3	5	4	4	3	3	5	5	3	3																								
	9B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	5	3	4	5	4	3	5	3	3	5	3																								
	9C	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	5	4	4	5	5	3	3	3	3	5																								
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	4	3	4	3	3	3	3	3	5	5	3	5	3	3	3	3																					
	10B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	4	4	3	3	4	3	3	3	5	3	3	3	3	5	3	3	3																					
11	11A	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	5	3	5	4	5	4														
	11B	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	5	3	4	5	5	4																		
12	12A	5	5	2	4	4	2	4	3	3	3	3	3	5	3	3	4	3	3	4	4	5	1	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	5	5														
	12B	5	5	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	5	3	3	4	3	4	5	5	1	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5															
	12C	4	4	5	2	4	4	3	3	4	3	3	3	3	5	3	3	4	5	5	4	1	4	5	2	4	5	4	5	5	5	5																	
13	13A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	2	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	1												
	13B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	5	5	5	5	4	2	4	5	4	5	5	4	5	4	4	4	1	5	4													
14	14A	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	4	5	4	2	2	5	5	5	4	2	5	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	14B	5	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	3	3																	

**7062643**

[illegible]

7063969

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	4	2	1																																													
	2B	2	4	1																																													
	2C	1	2	4																																													
3	3A	5	2	1	4	2	1																																										
	3B	2	5	1	2	4	2																																										
	3C	1	2	5	1	2	4																																										
4	4A	4	3	3	4	3	3	4	3	3																																							
	4B	3	3	3	3	4	3	3	3	3																																							
	4C	3	3	2	3	3	4	3	3	2																																							
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	2																																	
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3																															
	6C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	5																																	
7	7A	4	3	2	5	3	2	4	3	2	3	3	3	1	3	5	2	3	4																														
	7B	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3																														
	7C	2	3	5	2	3	4	2	3	5	3	3	3	4	3	1	4	3	2																														
8	8A	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	5	4	2	2	4	5																											
	8B	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4																											
	8C	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	3	3	2	3	4	2	4	5	5	4	2																											
9	9A	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	2	1	4	3	1	1	3	4	5	3	1																								
	9B	4	4	2	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	2	5	2																								
	9C	3	4	5	2	4	5	3	4	5	3	3	3	1	2	5	1	3	5	4	3	1	1	3	5																								
10	10A	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	2	1	4	3	3	3	2	4	3	3	3	3																					
	10B	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	4	1	2	5	3	1	1	3	5	3	3	3																					
11	11A	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3																			
	11B	3	4	5	3	4	5	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4																		
12	12A	4	4	3	4	4	3	5	4	3	3	3	3	4	3	2	5	3	2	3	4	3	2	3	4	4	3	2	3	3	3	3																	
	12B	3	4	3	3	4	3	3	5	3	3	3	3	4	5	4	4	4	4	2	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3																
	12C	2	4	5	2	4	5	2	4	5	3	3	3	3	4	4	3	4	5	5	3	2	4	3	2	3	3	4	3	3	3	3	3																
13	13A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	5	2	3	4	3	3	3	3	4	2	2													
	13B	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	5	3	2	4	3	2	3	3	3	3	3	1	4	5													
14	14A	5	3	2	5	3	2	4	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	2	3	3	5	3	1	5	3	2	3	3	3	3	3	2	2	1	3													
	14B	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	4	3	3	5	3	3	3	3	4	3	4	4	2	3	3	3	3	3	4	4	4	3													

## 7065268

Einflussfaktor		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16																	
	Projektion	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	4	1																																													
	2B	4	5	4																																													
	2C	1	4	5																																													
3	3A	5	4	1	5	2	1																																										
	3B	4	5	4	4	5	4																																										
	3C	1	4	5	1	2	5																																										
4	4A	5	4	1	5	2	1	5	2	2																																							
	4B	4	5	4	4	4	4	4	4	4																																							
	4C	1	4	5	1	2	5	2	2	5																																							
5	5A	5	4	1	5	2	2	5	2	2	4	3	2																																				
	5B	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3																																				
	5C	1	4	5	2	2	5	2	2	5	2	3	4																																				
6	6A	5	4	1	5	2	2	5	2	5	3	3	3	5	3	1																																	
	6B	4	5	4	4	5	4	4	5	4	3	3	3	2	4	2																																	
	6C	1	4	5	2	2	5	2	2	2	3	3	3	1	3	5																																	
7	7A	5	4	1	5	2	1	5	2	1	3	3	3	2	3	5	3	3	3																														
	7B	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3																													
	7C	1	4	5	1	2	5	3	2	5	3	3	3	5	3	2	3	3	3																														
8	8A	5	4	1	5	4	1	5	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	1																											
	8B	4	5	4	4	5	4	4	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4																											
	8C	1	4	5	1	4	5	2	2	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	4	4																											
9	9A	5	4	1	5	4	2	5	2	2	3	3	3	3	3	2	3	4	2	4	5	5	4	1																									
	9B	4	5	4	4	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	4																								
	9C	1	4	5	2	4	8	2	2	5	3	3	3	3	3	3	4	3	2	5	4	2	1	4	5																								
10	10A	5	5	4	5	5	4	4	5	2	3	4	4	4	4	2	3	3	3	4	3	5	4	5	2	4	4	2																					
	10B	4	4	5	4	4	5	2	4	4	4	3	3	2	5	4	3	3	3	5	3	4	2	4	4	2	2	4																					
	11A	5	5	4	5	3	2	4	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	2	3	3	3	5	2																			
12	11B	4	5	5	2	3	5	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	3	3	3	2	5																				
	12A	4	4	2	2	4	3	5	5	2	3	3	3	3	3	2	4	3	2	2	3	5	2	3	4	4	4	4	2	2	5	4																	
	12B	5	4	4	4	5	4	4	4	4	3	3	3	2	3	4	2	3	4	4	3	4	2	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
13	12C	1	4	5	3	4	2	2	2	5	3	3	3	4	3	2	3	3	3	5	3	2	4	3	2	2	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	13A	5	2	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	2	3	3	2	4	4	5	4	2	5	4	4	4	4	5	4	1														
	13B	2	2	5	2	4	4	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	4	3	3	3	4	4	2	2	4	5	4	5	2	2	1	4	5														
14	14A	5	4	1	5	4	2	5	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	1	5	3	3	3	3	5	2	3	3	3	3	5	1													
	14B	4	5	4	4	5	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4													
	14C	1	4	5	2	4	5	2	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	4	4	3	3	5	3	3	2	5	3	3	3	3	5													
15	15A	5	4	1	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	2	3	3	3	3	1	5	4	4	4	4	5	2	3	4	4										
	15B	4	5	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4				
	15C	1	4	5	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	5	3	3	3	3	5	1	4	4	4	4	2	5	3	2	1										
16	16A	5	4	1	5	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	5	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	2	5	5								



7080573

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1		2	3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16																		
		1A	1B		1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C		
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	4	2	1																																													
	2B	3	4	2																																													
	2C	1	3	4																																													
3	3A	4	2	1	5	2	1																																										
	3B	3	4	2	3	4	4																																										
	3C	1	3	4	1	3	5																																										
4	4A	3	3	3	4	3	3	3	3	3																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																						
5	5A	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2																																				
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
	5C	3	3	4	2	3	4	3	3	4	3	4	4																																				
6	6A	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	2	4	3	2																																	
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3																																	
	6C	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	2	3	4																																		
7	7A	3	2	1	4	2	2	2	3	3	3	3	4	2	3	4	3	3	3																														
	7B	3	4	2	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3																														
	7C	1	2	4	2	3	4	2	3	4	4	3	2	3	3	2	3	3	3																														
8	8A	3	2	1	4	2	1	4	3	2	3	3	3	4	3	1	3	3	3	4	3	4																											
	8B	3	3	2	3	4	2	3	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4																										
	8C	2	4	4	2	3	4	2	3	4	3	3	4	1	3	4	3	3	3	4	3	4	4																										
9	9A	3	3	2	4	3	1	4	3	2	3	3	3	4	2	2	4	4	3	4	4	4	5	4	1																								
	9B	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3																								
	9C	3	4	4	2	3	4	2	3	4	3	3	4	1	3	5	3	4	4	4	4	4	1	1	5																								
10	10A	3	3	2	4	3	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	3	3	3	3	2																					
	10B	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	2	4	5	3	3	4	4	3	3	3	3	2	3	3	4																					
	11A	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	3	3	2	4	3	4	3																			
11	11B	3	4	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	1	3	4	2	3	4	4	2																			
	12A	4	3	1	4	3	2	4	3	2	3	3	3	4	3	2	4	2	2	2	3	4	2	4	2	2	4	4	4	4	4	3	3																
	12B	2	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3	3	4	2	3	4	2	3	3	3	3	4	3	4	5	3	3																	
12	12C	2	4	4	1	3	4	2	3	4	3	3	4	2	3	5	3	3	4	2	3	4	2	3	3	3	3	4	4	5	4	4																	
	13A	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	2	4	3	4	3	3	4	3	2	3	4	5	4	3														
	13B	1	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	4	3	3	4	2	3	4	2	3	4	4	3	4	3	4	3	4	1	4	4														
14	14A	4	3	2	4	4	2	4	3	3	3	3	3	5	3	2	4	3	2	2	3	4	4	3	3	5	2	1	2	2	3	2	4	2	2	4	3	4											
	14B	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	3	2	4	1	4	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4												
	14C	2	2	4	2	2	4	2	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	4	4	3	2	2	2	4	1	4	4	4	4	3	4	2	4	4	4	2	4											
15	15A	2	2	1	3	2	1	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	2	4	3	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	2	4	4	4								
	15B	3	3	2	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	2	2	4	4	4	3	3	3									
	15C	3	4	4	2	3	4	2	3	4	4	3	4	4	3	2	3	3	3	2	3	4	4	2	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4								
16	16A	4	4	2	4	2	4	5	2	1	1	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	1	5	4	2	5	4	2	3	2	4	2	2	3	1	3	3	4	4	4	4	5	4	2					
	16B	3	4	2	3	4	4	5	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	1	3	4																									

7095241

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	2	2																																													
	2B	2	5	2																																													
	2C	2	2	5																																													
3	3A	5	2	2	4	2	2																																										
	3B	2	5	2	2	5	2																																										
	3C	2	2	5	2	2	5																																										
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																		
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	2	2																																
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	5	2																															
	6C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	5																																
7	7A	5	2	2	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	2	2	4																													
	7B	2	5	2	2	5	2	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2	2	4	2																													
	7C	2	2	5	2	2	5	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	4	2	2																													
8	8A	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	2	2	4	2	2	4																										
	8B	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3																											
	8C	2	2	4	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	3	2	4	3	2																										
9	9A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	2	5	3	2	2	2	4	5	3	2																							
	9B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	5	3																							
	9C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	5	3	2	5	4	3	2	3	2	5																								
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	5	2	3	5	2	3	5	2	3	4	3																					
	10B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	4	4	3	2	5	3	2	2	3	5																				
	11A	3	3	2	4	4	2	4	4	2	3	3	3	3	3	3	4	3	2	2	4	2	2	4	3	4	3	2	4	3																			
12	11B	2	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	2	5	3	1	2	3	5	2	5																			
	12A	4	4	2	5	4	2	5	4	2	3	3	3	5	4	1	2	3	3	2	3	4	2	4	5	3	5	2	4	3	4	2																	
	12B	2	5	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3	2	3	4	4	3	2	4	3	2	4	3	2	2	3	4	2	4	2	4																	
13	12C	1	3	5	1	3	5	1	4	5	3	3	3	2	4	5	5	3	2	5	3	1	5	4	1	1	3	5	2	5	2	5																	
	13A	3	3	3	3	5	3	3	4	3	3	3	3	3	5	3	1	5	4	2	3	4	2	5	4	2	2	4	5	2	5	2	4	4	2	4													
	13B	3	2	4	2	3	4	2	3	4	3	3	3	2	3	5	3	3	3	4	3	2	4	3	2	1	3	5	2	5	2	4	1	5	4														
14	14A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	2	3	4	2	3	4	2	4	3	1																				

7098604

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	3	2																																													
	2B	3	5	3																																													
	2C	3	3	5																																													
3	3A	5	3	1	5	4	2																																										
	3B	3	5	3	4	5	2																																										
	3C	3	3	5	5	3	2																																										
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
5	5A	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3																																				
	5B	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3																																				
	5C	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3																																				
6	6A	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	5	4	4																																	
	6B	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	5	5	5																																	
	6C	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	5	5	5																																	
7	7A	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																											
	7B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																											
	7C	3	3	3	2	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																											
8	8A	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	5	4	4	3	3	3	2	3	4																											
	8B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5	3	3	3	3	3	3																											
	8C	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	2	5	5	3	3	3	4	4	4																											
9	9A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	4	2	3	3	3	3	3	3	5	4	4																								
	9B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5	3	3	3	3	3	3	4	4	5																								
	9C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	4	5																								
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																					
	10B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3																					
11	11A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4																			
	11B	3	4	5	3	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	5																			
12	12A	5	3	2	5	3	2	3	3	3	3	3	3	5	5	5	3	3	3	3	3	3	5	3	2	5	4	2	3	3	3	3																	
	12B	2	4	5	2	4	5	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	5	4	4	4	3	3	3	3																	
	12C	2	4	5	2	4	5	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5	4	5	5	3	3	3	3																	
13	13A	5	4	3	5	4	3	3	3	3	3	3	3	5	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	5	4	2	3	3	3	3	4	2	1														
	13B	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	2	4	5	3	3	3	3	2	4	5														
14	14A	3	3	3	5	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	4	1	5	4	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4												
	14B	3	3	3	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4												
	14C	3	3	3																																													



7099467

Einflussfaktor		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16																					
	Projektion	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C							
1	1A																																																				
	1B																																																				
	1C																																																				
2	2A	4	2	1																																																	
	2B	3	3	2																																																	
	2C	1	2	5																																																	
3	3A	4	4	2	4	4	2																																														
	3B	3	4	2	4	4	2																																														
	3C	2	4	4	1	2	1																																														
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																											
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																					
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																								
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																					
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																					
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																					
6	6A	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	1	4	5																																					
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	5																																		
	6C	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	5																																					
7	7A	3	4	2	4	3	1	4	3	1	3	3	3	2	2	5	2	2	4																																		
	7B	3	4	3	4	4	2	4	4	2	3	3	3	4	4	5	4	4	4																																		
	7C	2	2	4	2	4	4	2	4	4	3	3	3	3	3	5	2	2	2																																		
8	8A	4	4	2	4	4	2	4	4	2	3	3	3	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4		
	8B	4	3	3	4	4	2	4	4	2	3	3	3	4	4	2	4	4	2	2	2	2																															
	8C	2	2	4	2	2	4	2	2	4	3	3	3	2	2	4	2	2	4	1	1	4																															
9	9A	3	3	3	4	3	2	4	3	2	3	3	3	5	4	2	4	4	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	9B	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	4	4	4	2	2	4	3	3	4	2	4	4																												
	9C	3	3	3	2	2	4	2	2	4	3	3	3	2	4	5	2	2	5	4	4	4	1	4	4																												
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	5	5	5	3	3	3	2	5	5																									
	10B	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	5	5	1	3	3	3	2	5	5																									
11	11A	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	2	4	4	4	4	4	4	2	4	2																						
	11B	4	3	2	2	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	4																				
12	12A	4	4	2	5	4	1	5	4	1	3	3	3	4	4	2	2	2	4	3	2	2	2	2	2	2	5	5	2	2	4	4	2																				
	12B	2	4	2	2	2	4	2	2	4	3	3	3	2	4	2	2	2	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	5	2	4																				
	12C	2	2	4	1	2	5	1	2	5	3	3	3	2	4	4	2	2	4	4	2	2	2	2	4	2	2	5	5	5	1	5																					
13	13A	4	4	4	4	4	2	4	4	2	3	3	3	4	4	2	2	2	4	5	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	4	2	5																				
	13B	2	2	4	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	4	2	2	4	5	4	2	2	2	4	4	4	2	4	4	2	4	5	4	4																		
14	14A	3	3	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	2	2	2	4	4	3	4	4	2	5	4	2																										

**7099852**

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	4	2																																													

**7103353**

[illegible]

## 7104284

Ein- flussfaktor		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16																			
	Projek- tion	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C					
1	1A																																																		
	1B																																																		
	1C																																																		
2	2A	5	2	1																																															
	2B	3	5	2																																															
	2C	1	2	5																																															
3	3A	5	3	1	5	2	1																																												
	3B	4	5	3	2	5	2																																												
	3C	1	2	5	1	2	5																																												
4	4A	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																									
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																						
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																						
5	5A	3	3	3	2	4	5	1	4	5	5	2	1																																						
	5B	3	3	3	4	5	2	4	5	4	4	5	4	4	5	4																																			
	5C	3	3	3	5	4	1	5	4	2	2	4	5																																						
6	6A	3	3	3	5	4	1	5	4	2	2	4	5	1	2	5																																			
	6B	3	3	3	4	5	4	4	5	3	4	5	4	2	5	2																																			
	6C	3	3	3	2	2	5	2	4	5	5	3	2	5	4	1																																			
7	7A	3	4	4	4	2	5	4	1	1	4	5	1	2	5	2	4	5																																	
	7B	3	5	4	4	5	4	4	4	2	4	5	2	4	5	2	4	5	4																																
	7C	1	4	5	1	2	5	2	4	5	5	2	1	5	2	1	5	2	1																																
8	8A	5	4	1	5	2	2	5	4	1	5	4	1	5	4	1	5	2	1	5	4	1																													
	8B	2	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	2	5	4	4	5	4	1	5	2																													
	8C	1	4	5	1	2	5	1	2	5	2	2	5	1	2	5	1	4	5	1	2	5																													
9	9A	4	4	1	4	4	2	5	4	1	4	2	1	4	2	1	5	2	1	5	4	1	5	4	1	5	4	1																							
	9B	5	5	4	2	5	4	4	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	2	2	5	4	4	5	4																										
	9C	2	2	5	1	2	5	1	4	5	1	4	5	2	4	5	1	2	5	1	2	5	2	2	5																										
10	10A	3	3	3	3	5	2	4	5	5	2	5	4	2	5	4	2	4	4	2	5	2	4	5	4	4	5	4	4	5	2																				
	10B	3	3	3	3	2	5	2	4	5	1	4	5	1	4	5	1	2	5	1	2	5	2	4	5	2	4	5	2	4	5																				
11	11A	4	5	1	4	5	2	4	5	2	5	5	2	2	5	4	2	5	4	2	5	2	4	5	4	4	5	2	5	2																					
	11B	2	2	5	1	2	5	1	4	5	1	4	5	1	4	5	1	2	5	1	2	5	1	2	5	2	4	5	2	5																					
12	12A	4	5	2	4	4	2	5	5	2	5	2	1	5	4	1	4	5	2	4	5	2	5	5	4	5	5	1	5	2	3	1																			
	12B	2	4	4	2	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	2	4	4	2	4	5	2	4	5	2	4	4	4	4	4	5	2																		
	12C	1	2	5	1	1	5	2	2	5	2	4	5	1	2	5	1	2	5	1	2	5	1	4	5	1	1	5	2	5	2	4																			
13	13A	5	5	4	5	2	4	4	5	2	5	4	4	5	4	2	2	4	5	4	5	2	2	5	4	4	5	2	4	1	4	1	4	2	1																
	13B	2	2	5	1	4	5	1	2	5	4	5	5	1	2	5	5	5	2	1	4	5	1	2	5	1	1	5	2	5	4	4	2	5	5																
14	14A	5	5	2	5	5	1	5	5	2	5	4	1	5	5	2	5	4	2	4	4	2	5	5	4	5	5	2	5	1	5	2	4	2	2	5	1														
	14B	2	2	5	1	4	4	2	4	4	2	5	4	2	2	4	2	5	4	1	4	5	4	2	5	1	4	5	2	5																					



## 7106570

Einflussfaktor		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16																		
	Projek- tion	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C				
1	1A																																																	
	1B																																																	
	1C																																																	
2	2A	5	2	1																																														
	2B	2	5	2																																														
	2C	1	2	5																																														
3	3A	5	2	1	5	2	2																																											
	3B	2	5	2	2	5	2																																											
	3C	1	2	5	2	2	5																																											
4	4A	3	3	3	3	3	3	4	3	3																																								
	4B	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																								
	4C	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																								
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3																																					
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3																																	
	5C	3	3	3	3	3	3	3	4	5	4	4	4																																					
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	4	3	3																																		
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	3	3	3	4	4																																		
	6C	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	4	2	4	5																																		
7	7A	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4																															
	7B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4																															
	7C	3	3	3	3	3	3	5	3	2	3	3	4	3	3	3	4	3	2																															
8	8A	4	4	2	4	5	2	4	2	2	3	3	3	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	
	8B	4	4	4	4	5	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2																												
	8C	4	4	4	2	4	5	2	3	5	3	3	4	3	3	4	3	3	4	2	2	4																												
9	9A	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	4	2	2	4	3	2	4	2	1	4	2	1																									
	9B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	2	4	5	2	4	2																									
	9C	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	4	4	2	3	4	2	4	5	1	2	4																									
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	2	4	3	3	4	4	5	5	4	2	3	3	3																						
	10B	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	5	2	2	4	3	3	3																						
11	11A	4	4	4	3	3	3	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	2	4	4	2	1	4	1	3	3																			
	11B	4	4	2	3	3	3	5	3	1	3	3	3	3	3	4	3	4	4	1	2	4	2	2	4	1	2	4	3	3																				
12	12A	4	5	2	4	5	2	4	3	2	3	3	3	3	2	2	4	2	2	2	4	2	4	4	4	2	2	5	4	4	2	4	2	3	3															
	12B	2	4	4	2	4	5	2	3	4	3	3	3	2	4	4	2	4	4	2	4	2	4	4	4	2	2	4	4	4	2	3	3																	
	12C	2	2	5	2	4	5	2	2	4	3	3	3	2	4	4	2	4	5	2	2	4	2	2	4	2	4	5	2	4	2	4	2	4																
13	13A	4	4	2	4	4	2	4	3	2	3	3	4	4	2	2	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	5	4	2	3	3	3	3	5	1	2														
	13B	2	4	4	2	4	4	2	3	4	4	3	3	2	4	4	2	4	5	3	3	3	3	3	3	3	1	2	5	3	3	3	3	3	1	5	4													
14	14A	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	2	4	3	2	3	3	3	4	4	2	5	2	1	3	3	3																				

7106910

Ein- flussfaktor	Projek- tion	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15			16		
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	1	1																																													
	2B	4	5	1																																													
	2C	1	4	5																																													
3	3A	5	4	1	5	1	1																																										
	3B	4	5	2	1	5	1																																										
	3C	1	4	5	1	1	5																																										
4	4A	3	3	3	3	3	3	5	1	1																																							
	4B	3	3	3	3	3	3	3	1	5	4																																						
	4C	3	3	3	3	3	3	1	4	5																																							
5	5A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																				
	5B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
	5C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
6	6A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																	
	6B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																
	6C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																
7	7A	4	4	2	3	3	1	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3																														
	7B	3	3	4	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																													
	7C	2	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																													
8	8A	4	1	1	4	1	1	4	1	1	3	3	3	4	3	2	1	2	4	3	3	3																											
	8B	4	3	2	4	4	2	4	4	2	3	3	3	2	3	4	4	4	4	3	3	3																											
	8C	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	3	3	2	3	4	4	2	1	3	3	3																											
9	9A	1	1	1	3	2	1	3	2	1	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	5	2	2																								
	9B	3	3	2	3	3	1	3	3	1	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4																								
	9C	5	5	5	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	1	4	5																								
10	10A	3	3	1	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	2	2	4	2																					
	10B	3	3	5	2	3	5	2	3	5	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	2	4	4	2	4	2																					
11	11A	5	5	2	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	4	4	5	4	2	4	3	2	3	3																		
	11B	4	4	2	3	4	5	3	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	2	4	4	3	3	4	3	4																		
12	12A	3	4	1	2	1	1	2	1	1	3	3	3	5	4	4	2	4	5	2	3	4	3	4	4	2	4	2	3	3	3	3	3																
	12B	3	4	4	3	4	5	3	4	5	3	3	3	2	5	5	4	4	4	2	4	3	2	4	4	4	4	4	3	3	4	4																	
	12C	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	3	3	2	4	5	5	4	2	4	4	3	2	4	4	4	4	4	3	3	4	4																	
13	13A	3	3	2	4	3	1	4	3	1	3	3	3	5	4	4	5	4	2	3	3	3	4	4	2	2	4	2	3	3	2	2	5	2	2														
	13B	2	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	3	1	4	4	2	4	5	3	3	3	2	4	5	4	4	4	3	3	3	4	1	4	5														
14	14A	4	4	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	5	2	2																							

## 7106965

Einflussfaktor		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16																	
	Projek- tion	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C	7A	7B	7C	8A	8B	8C	9A	9B	9C	10A	10B	11A	11B	12A	12B	12C	13A	13B	14A	14B	14C	15A	15B	15C	16A	16B	16C			
1	1A																																																
	1B																																																
	1C																																																
2	2A	5	4	2																																													
	2B	4	5	4																																													
	2C	3	5	5																																													
3	3A	5	4	2	5	4	2																																										
	3B	4	5	4	4	5	4																																										
	3C	3	4	5	2	4	5																																										
4	4A	3	3	3	2	3	5	2	3	5																																							
	4B	3	3	3	3	3	4	3	3	4																																							
	4C	3	3	3	4	3	3	4	3	3																																							
5	5A	3	3	3	4	3	2	4	3	2	3	3	3																																				
	5B	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3																																	
	5C	3	3	4	3	3	5	3	3	5	3	3	3																																				
6	6A	3	3	3	5	5	2	5	5	2	3	3	3	4	3	3																																	
	6B	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3																																	
	6C	3	3	4	2	3	5	2	3	5	3	3	3	1	2	4																																	
7	7A	4	4	3	5	4	2	5	4	2	3	3	3	1	2	2	2	3	4																														
	7B	3	4	5	4	5	4	4	5	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3																														
	7C	2	4	5	3	4	5	3	4	5	3	3	3	5	5	1	4	3	2																														
8	8A	5	4	2	5	4	3	5	4	3	3	3	4	5	4	2	4	3	3	5	3	2																											
	8B	3	4	4	4	3	2	4	3	2	4	3	4	4	5	4	3	3	3	5	4	3																											
	8C	3	5	5	3	2	2	3	2	2	5	3	3	2	4	5	3	3	4	1	3	5																											
9	9A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	5	4	2	2	4	5	4	3	2																								
	9B	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	5	3	3	3																								
	9C	3	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	4	5	3	3	5	5	4	3	1	3	5																								
10	10A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5	2	3	4	3	3	3																						
	10B	3	3	4	3	3	5	3	3	5	4	3	3	3	4	3	3	4	5	4	3	1	3	5	2	3	4																						
11	11A	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	11B	2	4	5	1	4	5	1	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	4																		
12	12A	5	4	3	5	3	2	5	3	2	3	3	3	5	3	1	5	4	2	5	5	3	4	3	2	3	3	3	4	2	3	3																	
	12B	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	2	3	2	3	4	3	4	4	4	2	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4														
	12C	3	4	5	2	3	5	2	3	5	3	3	3	1	3	5	2	4	5	3	3	5	2	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4															
13	13A	3	3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	5	3	2	5	3	3	2	3	5	4	3	2	3	3	3	4	3	4	3	4	3	5	2	4												
	13B	3	4	5	3	3	5	3	3	5	3	3	3	2	3	5	2	3	5	5	3	2	1	3	5	3	3	3	3	4	3	4	1	3	3														
14	14A	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	3	3	5	3	3	5	4	3	3	3	3	3	5	3	1	5	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	14B	4	4	5	3	4	5	3	4	5	4	3	3	4	3	4																																	

## A12.2 Szenario-Workshop 1 (Automation 2030)

Durch den Beirat der Mess- und Automatisierungstechnik der Vereins Deutscher Ingenieure e.V. (VDI-GMA) wird im Turnus von 5 Jahren eine Zukunftsvorausschau zur Zukunft der Automation mit führenden Personen der Industrie und Wissenschaft durchgeführt. Für die Vorausschau auf das Jahr 2030 wurde durch ein Expertengremium von 16 Personen die Szenario-Technik des Lehrstuhls für Produktentstehung angewandt und es wurden vier Szenarien abgeleitet [GTD21]. Die Ergebnisse des Szenario-Workshops wurden in einem Positionspapier zusammengeführt und unter anderem auf der deutschen Leitkonferenz der Automatisierungstechnik, der VDI-Automation, im Jahr 2020 validiert.

### Einflussfaktoren & Deskriptoren

Cluster	Deskriptor	Einflussfaktor
Arbeitskräfte	Menge an verfügbaren und quantifizierten Arbeitskräften im Wirtschaftsraum Deutschland bezogen auf den Bedarf	Nachwuchsmangel und Desinteresse des Nachwuchts
		Arbeitskräfte
		Aktuelle/ zukünftige Ausbildung
		Migration-/ Internationalisierung Fachkräfte
Daten	Prozentualer Anteil an Daten aus denen Informationen gewonnen werden	Datenmenge
		Open Data
		Daten Sharing
		Datenschutzrechtliche Randbedingungen
Wirtschaftliche Aspekte	Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit von Deutschland (BIP)	Lohnniveau in D
		Wirtschaftswachstum in Deutschland
		Wirtschaftliche Stabilität
		Globaler Wettbewerb
		Angriff des internationalen Wettbewerbs
		Anzahl der Industrieroboter
		Nachrüstung
	Menge an Kapital- und anderen Ressourcen	Capacity Sharing
		Anteil Sharing Economy
	Marktsättigung	Time-to-market
		Stückzahl "1"
		Mobilität Güter
	Politische Stabilität	Landesgrenzen bzw. Geopolitische Restriktionen
		Silicon Economy (mehr, billiger, ...)

Cluster	Deskriptor	Einflussfaktor
Technologische Aspekte	Impact auf die Wirtschaftsleistung durch disruptive Technologien	Kollaboration Mensch <-> Maschine
		Roboter Drohnen
		Neuartige Sensorik
		Disruptive Technologien → Quantencomputing
		Technische Machbarkeit KI&Co
Ressourcen	Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen definiert durch Ober- und Untergrenzen	Verfügbarkeit
		Limitierung Begrenzung
		Recycling
		Energy Verfügbarkeit + Green-Bedürfnis
		Nachhaltigkeit
		Energiekosten
		Ernährung, Smart Farming
Konnektivität	Anzahl der Nutzer bezogen auf Dienste mit entsprechenden Qualitätskriterien	Verbreitung von 5G und Nachfolgern
		Anzahl Internetnutzer
		Cloud
Gesellschaftliche Trends	Bedürfnis nach Wohlstand	Schere Arm-Reich
		Bildung
		Gesundheitsbewusstsein
		Stellenwert von Hobbies
		Bedingungsloses Grundeinkommen
		Wo will ich leben & wo will ich arbeiten?
		Urbanisierung Smart Cities
		Bedürfnis nach Safety
	Individuelle Bedürfnisse – Ebenenmodell 1-5	Individualisierung der Produkte
		Mobility (pers.)
		Gewinnen wollen
	Wandlungsdruck – Anzahl Innovationen, Anzahl gesellschaftliche Aktivitäten, Anzahl Schnittstellen	Konsequenzen von Nicht-Handeln
		Konsequenzen von Handeln
		Geschwindigkeit
		Komplexität
		Climate Wandel CO <sub>2</sub> “sauber”
	Bedeutung der Automatisierung – Anzahl Nutzer pro System	Nutzerakzeptanz von Künstlicher Intelligenz
		Anzahl an Robotern im Hausgebrauch
		Nutzerakzeptanz von Automatisierung

Cluster	Deskriptor	Einflussfaktor
Sicherheit	Prozentualer Anteil an erfüllter (Mindest-)Anforderungen an Safety & Security	Funktionale Sicherheit
		Cybersicherheit
		Nachvollziehbarkeit
Bedürfnisbefriedigung		Bedürfnisbefriedigung

## Konsistenzmatrix

Deskriptoren	Projektionen	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	6A	6B	7A	7B	8A	8B	9A	9B	10A	10B	11A	11B	12A	12B	13A	13B	14A	14B	
Bedeutung der Automatisierung	Bedeutung steigt an	1A		5	5	5	5	1	5	1	5	5	1	5	1	5	3	3	5	1	5	5	5	5	5	5	5	3	3	
	Bedeutung sinkt	1B		1	5	1	5	5	1	5	1	5	1	5	1	5	3	3	1	5	1	5	5	5	5	1	5	3	3	
Druck zur Veränderung auf Gesellschaft	Druck nimmt zu	2A	5	1		5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5		
	Druck nimmt ab	2B	5	5		5	5	5	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	
Individuelle Bedürfnisse	Individuelle Bedürfnisse wichtiger	3A	5	1	5	5		5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	5	5	3	3	1	5	1	5	5	1	
	Individuelle Bedürfnisse weniger wichtig	3B	5	5	1	5		1	1	1	5	5	1	5	1	3	3	3	3	1	1	3	3	5	5	5	1	5	5	
Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen definiert durch Ober- und Untergrenzen	Verfügbarkeit bleibt gleich	4A	1	5	5	5	1			5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	1	5	1	5	1	5	1	
	Verfügbarkeit sinkt erheblich	4B	5	1	5	1	5	1		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	
Menge an verfügbaren und quantifizierten Arbeitskräften im Wirtschaftsraum Deutschland bezogen auf den Bedarf	Menge steigt an	5A	1	5	5	1	5	1	5	5		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	5	3	3	
	Menge sinkt	5B	5	1	5	5	5	5	5	5		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	3	3	
Prozentualer Anteil erfüllter (Mindest-) Anforderungen an Safety & Security	Prozentualer Anteil steigt	6A	5	1	5	5	5	5	5	3	3			5	5	1	1	1	5	5	5	5	5	1	5	3	3	3	3	
	Prozentualer Anteil sinkt	6B	1	5	5	5	5	1	5	3	3			1	5	5	5	5	1	5	5	5	1	5	5	3	3	3	3	
Prozentualer Anteil von Daten aus den Informationen gewonnen werden kann	Prozentualer Anteil steigt	7A	5	1	5	5	5	5	5	3	3	5	1			3	3	3	3	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Prozentualer Anteil sinkt	7B	1	5	5	5	5	1	5	3	3	5	5			3	3	3	3	1	5	3	3	3	3	3	3	3	3	
Inkrementelle Entwicklungen führen zu schnellen/ langsameren Veränderungen	Mehr schnelle Veränderungen	8A	5	1	5	5	3	3	5	5	3	3	1	5	3	3			3	3	3	3	5	5	3	3	3	3	3	
	Mehr langsame Veränderungen	8B	1	5	5	5	3	3	5	5	3	3	1	5	3	3			3	3	3	3	1	5	3	3	3	3	3	
Impact auf die Wirtschaftsleistung durch disruptive Technologien	großer Impact	9A	3	3	5	5	3	3	5	5	3	3	1	5	3	3	3	3		3	3	3	3	3	3	5	5	3	3	
	kleiner Impact	9B	3	3	5	5	3	3	5	5	3	3	5	1	3	3	3	3		3	3	3	3	3	3	1	5	3	3	
Anzahl der Nutzer bezogen auf Dienste mit entsprechenden Qualitätskriterien	Anzahl steigt	10A	5	1	5	5	5	1	1	5	3	3	5	5	5	1	3	3	3	3			5	5	5	5	3	3	5	1
	Anzahl sinkt	10B	1	5	5	5	5	1	5	5	3	3	5	5	5	5	3	3	3	3			1	5	1	5	3	3	1	5
Wirtschaftliche Leitungsfähigkeit von Deutschland (BIP)	BIP steigt an	11A	5	1	5	5	3	3	5	5	3	3	5	1	3	3	5	1	3	3	5	1			5	5	5	5	1	
	BIP stagniert/ sinkt leicht	11B	5	5	5	1	3	3	5	5	3	3	5	5	3	3	5	5	3	3	5	5			5	5	5	5	5	
Menge an benötigten Kapital- und anderen Ressourcen	Menge steigt an	12A	5	5	5	5	1	5	1	5	3	3	1	5	3	3	3	3	3	3	5	1	5	5		5	1	5	5	
	Menge sinkt	12B	5	5	5	5	5	5	5	1	3	3	5	5	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5		5	5	5	5	
Marktsättigung	nahezu gesättigte Märkte	13A	5	1	5	5	1	5	1	5	1	5	3	3	3	3	3	3	5	1	3	3	5	5	5	5		5	1	
	viele ungesättigte Märkte	13B	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	5	5	3	3	5	5	1	5		5	5	
Politische Stabilität	Stabilität steigt	14A	3	3	1	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	1	5	5	5	5	5	5			
	Stabilität sinkt	14B	3	3	5	1	1	5	1	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	5	1	5	5	5	1	5			

## Szenario 1

[illegible]



Einflussfaktor	Projektion
Bedeutung der Automatisierung	↗
Druck zur Veränderung auf Gesellschaft	↗
Individuelle Bedürfnisse	↗
Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen definiert durch Ober- und Untergrenzen	↗
Menge an verfügbaren und quantifizierten Arbeitskräften im Wirtschaftsraum Deutschland bezogen auf den Bedarf	↘
Prozentualer Anteil erfüllter (Mindest-) Anforderungen an Safety & Security	↘
Prozentualer Anteil von Daten aus den Informationen gewonnen werden kann	↗
Inkrementelle Entwicklungen führen zu schnellen/ langsameren Veränderungen	↗
Impact auf die Wirtschaftsleistung durch disruptive Technologien	↘
Anzahl der Nutzer bezogen auf Dienste mit entsprechenden Qualitätskriterien	↘
Wirtschaftliche Leitungsfähigkeit von Deutschland (BIP)	↘
Menge an benötigten Kapital- und anderen Ressourcen	↗
Marktsättigung	↗
Politische Stabilität	↗

↗: Steigende Projektion des Einflussfaktors

↘: Sinkende Projektion des Einflussfaktors

## Szenario 2

Lehrstuhl für Produktentstehung  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

Chancen nutzen!  
Verändere Dich!

Mut zur Veränderung/Risiko!

HEINZ NIXDORF INSTITUT  
UNIVERSITÄT PADERBORN

Welche Megatrends werden berücksichtigt?

Szenario-Ausprägungen

Einflussfaktoren des Szenarios

Welche Aspekte der Automatisierung sind betroffen?

Welche Werkzeuge der Automatisierung werden berücksichtigt?

- Bestandsmarkt mit installierter Basis wird mit neuen Geschäftsmodellen und Technologien innoviert.

\* um wirtschaftlicher weiterhin erfolgreich zu sein.

\* Wir nutzen nur so viel Safety und Security wie notwendig sinnvoll. Dafür bauen wir bestehende Bürokratie ab.

Beschreibung des Bildes:  
Wie sehen wir die Welt in dem Szenario?

In einem Umfeld zunehmender politischer Instabilität und steigendem Wettbewerb (Marktsättigung) setzen wir mutig Veränderungen in jeglicher Hinsicht. Wir benten unsere Ressourcen weiter aus. Wir holen Talente aus dem Ausland. [Wir nehmen es mit Safety und Security nicht mehr so genau]. Wir benten die Daten aus. Wir trennen uns von inkrementellen langsamen Entwicklungen. Stattdessen setzen wir auf disruptive Technologien.

Position und Forderung des VDI

schlagartige Umstellung auf Geschäftsmodell-Innovationen (d.h. altes GfM wird durch neues Übergangslos ersetzt).

Beispiel in 5 Worten

- End-to-end Smart Factories statt Einzelmaschinenverkauf

- neuartige Sensoren, Quantencomputer

chancen- (risikoorientierte Unternehmenskulturen entwickeln agile Strukturen mit konsequentem Umsteuern auf erfolgversprechende Technologien

Szenarien für die Zukunft der Automatisierung 2030

VDI

Einflussfaktor	Projektion
Bedeutung der Automatisierung	↗
Druck zur Veränderung auf Gesellschaft	↗
Individuelle Bedürfnisse	↗
Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen definiert durch Ober- und Untergrenzen	↗
Menge an verfügbaren und quantifizierten Arbeitskräften im Wirtschaftsraum Deutschland bezogen auf den Bedarf	↗
Prozentualer Anteil erfüllter (Mindest-) Anforderungen an Safety & Security	↘
Prozentualer Anteil von Daten aus den Informationen gewonnen werden kann	↗
Inkrementelle Entwicklungen führen zu schnellen/ langsameren Veränderungen	↘
Impact auf die Wirtschaftsleistung durch disruptive Technologien	↗
Anzahl der Nutzer bezogen auf Dienste mit entsprechenden Qualitätskriterien	↘
Wirtschaftliche Leitungsfähigkeit von Deutschland (BIP)	↗
Menge an benötigten Kapital- und anderen Ressourcen	↗
Marktsättigung	↗
Politische Stabilität	↘

↗: Steigende Projektion des Einflussfaktors

↘: Sinkende Projektion des Einflussfaktors



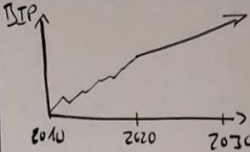
## Szenario 3

Lehrstuhl für Produktentstehung  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

Weiter so? (Merkelismus)

HEINZ NIXDORF INSTITUT  
UNIVERSITÄT PADERBORN

Welche Megatrends werden berücksichtigt?



Hohe Zufriedenheit /  
Selbstgefälligkeit!

Verlagerung von F&E ins Ausland.  
⇒ Bequemlichkeit  
Work-Life-Balance  
⇒ Fehlende Risikobereitschaft

Szenario-Ausprägungen

Ausprägungen des Szenarios	
1. Steigerung der Lebenserwartung	/
2. Trend zur Überbevölkerung und Umweltbelastung	/
3. Wirtschaftliche Stagnation	/
4. Technologischer Fortschritt	/
5. Zunahme der globalen Ungleichheit	/
6. Zunahme der globalen Ungleichheit	/
7. Zunahme der globalen Ungleichheit	/
8. Zunahme der globalen Ungleichheit	/
9. Zunahme der globalen Ungleichheit	/
10. Zunahme der globalen Ungleichheit	/
11. Zunahme der globalen Ungleichheit	/
12. Zunahme der globalen Ungleichheit	/
13. Zunahme der globalen Ungleichheit	/
14. Zunahme der globalen Ungleichheit	/
15. Zunahme der globalen Ungleichheit	/
16. Zunahme der globalen Ungleichheit	/
17. Zunahme der globalen Ungleichheit	/
18. Zunahme der globalen Ungleichheit	/
19. Zunahme der globalen Ungleichheit	/
20. Zunahme der globalen Ungleichheit	/

Welche ~~Werkzeuge~~ der Automatisierung ~~werden berücksichtigt?~~ Aspekte sind betroffen?

IIOT → Innovationsfähigkeit →  
Nachfrage nach Automatisierungslösungen für den Wohlstand  
Qualifikationsniveau

Beschreibung des Bildes:  
Wie sehen wir die Welt in dem Szenario? ⇒ ~~Ich brauche~~

Stabilitäts-Orientierung bei hoher Wirtschaftsleistung.  
Wohlfühlwünsche fordert Binnen-Nachfrage ⇒ BIP ↑  
Fehlende qualifizierte Arbeitskräfte verringern Innovationskraft  
Trotz zunehmenden Drucks + Konkurrenz bieten wir keine differenzierenden Leistungen.  
Wir importieren innovative Leistungen, wodurch u.a.  
Safety + Security sinken, und nutzen die Daten nicht selbst.

Position und Forderung des VDI  
Szenario nicht zukunftsfähig!  
Wesentliche Entwicklungen werden verpasst, Know-how geht verloren.  
⇒ Stärkung F&E im Land + Ausbildung  
⇒ Bewusstsein schaffen für Innovation

Beispiel in 5 Worten  
Chef KMH kauft  
F&E in Indien

Szenarien für die Zukunft der Automatisierung 2030

VDI

Einflussfaktor	Projektion
Bedeutung der Automatisierung	↗
Druck zur Veränderung auf Gesellschaft	↗
Individuelle Bedürfnisse	↗
Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen definiert durch Ober- und Untergrenzen	↗
Menge an verfügbaren und quantifizierten Arbeitskräften im Wirtschaftsraum Deutschland bezogen auf den Bedarf	↘
Prozentualer Anteil erfüllter (Mindest-) Anforderungen an Safety & Security	↘
Prozentualer Anteil von Daten aus den Informationen gewonnen werden kann	↗
Inkrementelle Entwicklungen führen zu schnellen/ langsameren Veränderungen	↘
Impact auf die Wirtschaftsleistung durch disruptive Technologien	↘
Anzahl der Nutzer bezogen auf Dienste mit entsprechenden Qualitätskriterien	↘
Wirtschaftliche Leitungsfähigkeit von Deutschland (BIP)	↗
Menge an benötigten Kapital- und anderen Ressourcen	↗
Marktsättigung	↗
Politische Stabilität	↗

↗: Steigende Projektion des Einflussfaktors

↘: Sinkende Projektion des Einflussfaktors

## Szenario 4

Lehrstuhl für Produktentstehung  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

AM ENDE?  
GAME OVER?

HEINZ NIXDORF INSTITUT  
UNIVERSITÄT PADERBORN

<p>Welche Megatrends werden berücksichtigt?</p> <p>Ressourcen- verknappung</p> <p>Fachkräfte- mangel</p> <p>Nachhaltig- keit</p> <p>Steigender Protektionismus</p>	<p>Szenario-Ausprägungen</p>
<p>Aspekte sind betroffen?</p> <p>Welche <del>Werkzeuge</del> der Automatisierung werden <del>berücksichtigt</del>?</p> <p>Veränderung klassischer Automatisierung (com, dann)</p> <p>KI ersetzt deterministische Automatisierung</p> <p>ICS Security Funktionale Sicherheit</p> <p>IT in Bestandsanlagen</p>	
<p>Ressourcen Verknappung Ressourcen Preise ↑</p> <p>Geringere Markt- sättigung</p> <p>BIP sinkt</p> <p>Bedürfnisse werden verdrängt</p>	
<p>Druck in Gesellschaft ↑</p> <p>Anzahl + Stärke radikaler Positionen ↑</p> <p>Evolution nicht ausreichend</p>	
<p>Disruption als Ausweg</p> <p>IT/OT Konvergenz + Safety + Security ↑</p>	
<p>Beispiel in 5 Worten</p> <p>AI + KI in Pharmazie</p>	<p>Position und Forderung des VDI</p> <p>Disruption, so lange wie Evolution ausreicht</p>

Szenarien für die Zukunft der Automatisierung 2030

VDI

Einflussfaktor	Projektion
Bedeutung der Automatisierung	↘
Druck zur Veränderung auf Gesellschaft	↗
Individuelle Bedürfnisse	↘
Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen definiert durch Ober- und Untergrenzen	↘
Menge an verfügbaren und quantifizierten Arbeitskräften im Wirtschaftsraum Deutschland bezogen auf den Bedarf	↗
Prozentualer Anteil erfüllter (Mindest-) Anforderungen an Safety & Security	↗
Prozentualer Anteil von Daten aus den Informationen gewonnen werden kann	↗
Inkrementelle Entwicklungen führen zu schnellen/ langsameren Veränderungen	↘
Impact auf die Wirtschaftsleistung durch disruptive Technologien	↘
Anzahl der Nutzer bezogen auf Dienste mit entsprechenden Qualitätskriterien	↘
Wirtschaftliche Leitungsfähigkeit von Deutschland (BIP)	↗
Menge an benötigten Kapital- und anderen Ressourcen	↗
Marktsättigung	↗
Politische Stabilität	↗

↗: Steigende Projektion des Einflussfaktors

↘: Sinkende Projektion des Einflussfaktors

## A12.3 Validierungs-Workshop der Automation 2030

### These 1

Veränderungen sind nötig. Seien wir offen für neue Entwicklungen in Gesellschaft und Wirtschaft. Verhindern wir, dass unsere Anlagen und Methoden veralten. Setzen wir Energien frei, finden es gut, gewinnen zu wollen, nutzen wir unser Wissen und seien wir stolz darauf, schneller und besser zu sein.

#### Antwort Gruppe 1

- Bedenken, der Erste zu sein! (Mutiger Innovator vs. First Fail)  
→ Akzeptanz der Auswirkungen ist nicht überall verbreitet
- Emotionale Intelligenz um Balance zu finden zwischen Erster zu sein und das gesamte Risiko zu tragen
- Erkennen dass sich die „Welt ändert“ und entsprechend handeln
- Gesellschaftliche Akzeptanz steuern: Es ist richtig Vorne dabei zu sein!  
→ Medienkultur anpassen!

#### Antwort Gruppe 2

- Trägheitsmomente und Bequemlichkeit überwinden und risikobehaftet
- Neues angehen, um den reinen Optimierungsdrang zu überwinden.
- Das sichere Terrain verlassen und mit einer 80%-Lösung an den Start gehen.

#### Antwort Gruppe 3

- Digitalisierung der vertikalen Wertschöpfungskette dringend erforderlich:
- Ressourcen richtig einsetzen, strukturiert vorgehen
- Digitalisierung setzt großes Maß an „Change“ voraus: nötiges Engagement bis in die „Blätter des Baums“
- Plattformmarketing, KI in den Prozessmodellen als zentrale Themen
- Anlagen wird man nicht von heute auf morgen digitalisieren können
- Motivation bei den Anwendern ist da, Technologien und ihre Anwendungen sind jedoch noch nicht klar
- Use case muss ROI beinhalten, da Technik alleine nicht ausreicht; ROI schwer zu beziffern
- Spirit ist in den Unternehmen vorhanden, jedoch übliche Verteilung der Veränderungsbereitschaft



#### Antwort Gruppe 4

- Veränderungen sind nötig und gut, womit wir Offenheit gegenüber neuen Entwicklungen in Gesellschaft, Wirtschaft und Technologie leben müssen, weshalb es notwendig wird die Menschen von deren Mehrwert nachhaltig zu überzeugen.

#### **These 2**

Nutzen wir alle zugänglichen Informationen und Technologien konsequent. Eine umfassende und reibungslose Digitalisierung erfordert offene Schnittstellen, die konsequente Auswertung von Informationen und die Anwendung von Künstlicher Intelligenz. Offenheit von Anfang an erlaubt lebenslange Flexibilität. Erreichen wir eine ständige Lernkurve und damit Innovation durch Nutzung aller Informationen.

#### Antwort Gruppe 1

- Offenheit vs. Machtvorsprung?  
→ Innovation und zusätzliche Wertschöpfung und Profit durch Kooperation!
- → Innovationsfreundliche Umgebungen zur Förderung des Partnerings schaffen
- IP-Schutz muss geklärt werden ohne Innovationen zu blockieren
- Trägheit bestimmter Industrien/ Organisationen als ein störendes Hemmnis!

#### Antwort Gruppe 2

- Technologische Kompetenz in den Management-Etagen verankern und Kernkompetenzen erhalten.
- Damit schneller Sachen ausprobieren und aus Rückschlägen lernen.

#### Antwort Gruppe 3

- Wie IT-affin ist OT-Welt? Wird schon genutzt, jedoch nicht konsequent und flächendeckend, OT-Welt wird über die Zeit in IT übergehen, dafür beispielsweise neues Sicherheitsdenken erforderlich
- Breite Implementierung versus schmale Piloten: in der Forschung Pilotbeispiele, daraus Entwicklung eines selbsttragenden Ökosystems
- Verwendungsgrad KI in der Industrie: erste Anwendungen; noch unten in der Lernkurve, hohe Motivation zur Nutzung
- OT-Welt sehr Effizienz-getrieben, durch KI auch wertsteigernde Wirkung realisierbar: q.e.d.
- Ansätze, KI in die Produktion zu bringen, häufig fehlt jedoch die Datengrundlage, z.B. zum Einlernen Neuronaler Netze

#### Antwort Gruppe 4

- Es fehlt der Transfer von Akademie und Industrie.

- Wissen in Anwendung. Zeit für Selbststudium fehlt.
- Technologie findet seinen Ursprung in der wissenschaftlichen Grundlage. Um zukünftige Technologien schneller in die Praxis zu bringen, werden wir die Übergangsphasen von Theorie zu Praxis beschleunigen und die Menschen in diesem Zusammenspiel neue Wege der Zusammenarbeit gehen

### **These 3**

Nutzen wir unseren Wissensvorsprung aktiv. Setzen wir ihn um und verdienen damit Geld. Entwickeln und realisieren wir innovative Geschäftsmodelle für Produkte und Dienstleistungen, die sich im Lebenszyklus weiterentwickeln und Daten produktiv nutzen. Übertragen wir innovative Ideen von anderen Branchen. Setzen wir auf Schrittmachertechnologien und geben wir nicht länger benötigte, veraltete Technologien rechtzeitig auf.

#### Antwort Gruppe 1

Instinkt und Wille zum Führungsanspruch als Erfolgsfaktor

→ Unternehmertum vs. Risikominimierung!

Regularien als hemmende und begrenzende Faktoren?

→ Überzogene Risikobereitangst und überinterpretierte Regularien!

Geschäftsmodellinnovation als gleichberechtigter Teil der strategischen Arbeit bearbeitet durch professionelle Kräfte (nicht nur nebenher oder als Alibi -Aktion)

#### Antwort Gruppe 2

- Insbesondere bei hybriden Produkten müssen 80%-Lösungen auf den Markt, um diese danach agil an (latente) Kundenwünsche adaptieren und den Markt gestalten zu können.

#### Antwort Gruppe 3

- D bislang produktgetriebenes Land, zwischenzeitlich erste Ansätze für digitale Geschäftsmodelle; wer soll das leisten?
- Neue GM werden letztendlich immer an den Schnittstellen entstehen und ist ein Team-Approach (viele Kompetenzen bündeln) und unternehmensübergreifend
- Bislang werden alle Produkte rund um Automatisierung gekauft; mit neuen GM lässt sich eine höhere Liquidität erhalten
- Steigert oder schwächt die Beteiligung mehrerer Partner die eigenen Wettbewerbsstärke? Fokus wird sein, welches die eigenen Kernkompetenzen sind
- Integrität des Geschäftsmodells, Kompetenzen der Mitarbeiter müssen sich entsprechend mitverändern

#### Antwort Gruppe 4

- Gründergeist für Software und Automatisierungs-Technologie!
- Das Geldverdienen aus neuen Technologien ist ein deutscher Schwachpunkt.
- Der Lehrbetrieb spricht nicht über Geschäftsmodelle.
- Software ist in den Unternehmen noch nicht wirklich angekommen.
- In der These fehlt Nachhaltigkeit, Verträglichkeit mit anderen Zielen.

#### **These 4**

Investieren wir zielgerichtet in F&E. Die Evaluierung und Einführung wirtschaftlich erfolgreicher disruptiver Technologien hat Priorität, aber auch evolutionäre Innovationen tragen zum Erfolg bei. Entwickeln wir die vier Enabler Modularität, Konnektivität, Digitaler Zwilling und Autonomie zielgerichtet und gestalten sie – sie sind keine Selbstläufer.

##### Antwort Gruppe 1

- Kommen diese Punkte in der Unternehmens-Strategie überhaupt vor?  
→ Innovationsstrategie wird benötigt und muss entsprechend umgesetzt werden
- MIT-Studie: Inkrementelle Maßnahmen (60%), Basis-Maßnahmen (30%), Disruptive Maßnahmen (10%) müssen durchgeführt werden  
→ Beobachtung: Disruptive Aktivitäten sind häufig nicht vorhanden oder zu schwach priorisiert
- Findet die Basis-Forschung in den großen Unternehmen noch statt?  
→ Oder nur noch in den Startups, die später aufgekauft werden?  
→ Zeigen unsere Wirtschaftssystem in die richtige Richtung (Ebit-Strategie?)

##### Antwort Gruppe 2

- Wir investieren in Kreativität und geben Mitarbeitern Freiräume. Dafür wird in den Basis-Technologien wie Modularität, Konnektivität und Digitaler Zwilling Grundlagen-Forschung gemeinsam getätigt. Kundenwünsche werden z.T. gemeinsam erreicht.

##### Antwort Gruppe 3

- Think Tanks zu Konnektivität und DZ
- Automatisierung in Teilen nur eine Teilmenge der F&E, daneben Entwicklung der zu produzierenden Produkte, um das voll Potenzial nutzen zu können müssen neue Produkte entwickelt und dann miteinander verknüpft werden, hierfür DZ und Konnektivität erfolgsentscheidend
- Nachhaltige Durchsetzung von Standards in Anschlüssen ist wirklich wichtig
- Nachweis einer Effizienzsteigerung erforderlich und gleichzeitig Betriebssicherheit
- Neue Technologien müssen sich einfach in Bestandsanlagen integrieren lassen

#### Antwort Gruppe 4

- Können wir überhaupt disruptiv?
- Bedenkentägertum. Evolutionär ist risikoarm.

#### **These 5**

Schaffen wir ein innovatives Umfeld und messen wir unsere Organisationen daran, dass sie zügiges Handeln ermöglichen, auch risikobehaftete Entscheidungen zulassen und angemessene Freiräume einräumen. Dazu gehören proaktiv gestaltete digitale Infrastrukturen und Informationsplattformen. Bringen wir das Know-how aus verschiedenen Bereichen zusammen und vernetzen es. Holen wir durch externe Vernetzung dazu, was intern fehlt.

#### Antwort Gruppe 1

- Unterscheidung in Experimentier-Kultur und Fehler-Kultur
- Unterschiedliche Verständnis der „fail fast“ vs. „die fast“ Begriffe!
  - Angst als Hemmnis
  - Organisation um bei Bedarf rechtzeitig aufhören zu können!
- Innovationsprozess für das gesamte Unternehmen/ die gesamte Belegschaft ermöglichen
  - Not „invented here“
  - Innovationsbudget

#### Antwort Gruppe 2

- Management-Komitment und Risikobereitschaft: Fail fast – learn fast.
- Verstärkt Kompetenzen in die Unternehmen holen und Open Source ausbauen.

#### Antwort Gruppe 3

- In der Praxis durchaus zögerliches Testen, z.B. bei KI
- Möglichkeiten von KI transparent machen und somit vermarkten
- Der deutsche Mittelstand orientiert sich am ehesten am deutschen Mittelstand
- Wie zügig ist zügig genug? Welche Referenz ist sinnvoll? Produktionsbedingt kritische Komponente, z.B. zulassungspflichtige Komponenten wie Exsensorik oder Sicherheitstechnik
- Tatsächlicher Zeitbedarf teilweise im Vorfeld nicht abschätzbar, Ertüchtigung von Technologien z.B. in Prozesstechnologie erforderlich

#### Antwort Gruppe 4

- Klingt nach konservativem Menschen, der mal disruptiv versuchen will. Just do it.
- Ist noch nicht anti-fragil.

- Arbeitsmentalität ist überall gleich, aber Controlling bremst sie.
- Akzeptanz des Scheiterns.
- Organisatorische und persönliche Kompetenz stimmen nicht überein.
- Realistisch sein: Mensch ist nicht auf Knopfdruck zu ändern.

## **These 6**

Investieren wir in Personal. Wir benötigen hoch kompetentes eigenes Personal für eine innovative Automation – man kann sie nicht als Rundum-sorglos-Paket kaufen, ohne seine Seele zu verkaufen. Entwickeln wir Spitzen-Führungskräfte und halten sie in Deutschland – durch eine starke innerbetriebliche Ausbildung, attraktive Studiengänge, ständige Weiterbildungsanstrengungen sowie eine systematische Förderung und Forderung. Top-Technologie erreichen wir nur mit Top-IngenieurInnen und Top-TechnikerInnen.

### Antwort Gruppe 1

- Führungsanspruch beim Nachwuchs konsequent fördern!
  - Nicht nur Kuschelmodus aufgrund des gesellschaftlichen Drucks unterstützen
  - Nachwuchs-Generationen besser verstehen und entsprechend investieren
  - weniger bzw. bewuster polarisieren
- Eigene Kompetenzen werden mehr und mehr ausgelagert
  - Was bleibt übrig? (Partnermanagement, Verwalten statt zu führen, ...)

### Antwort Gruppe 2

- Entwickeln wir Spitzen Fach- und Führungskräfte und erkennen und honorieren deren Fähigkeiten. Schaffen wir Freiräume, um unternehmerische Kreativität zuzulassen.

### Antwort Gruppe 3

- Haben wir heute und in Zukunft das richtige Personal an Bord? - Schwer zu bekommen! Mehr Werbung für's Ing.-Studium machen!
- Folgen Mitarbeiter dem Prinzip des lebenslangen Lernens? - Gamification hilft auch im beruflichen Umfeld. Im Normalbetrieb gibt es großzügige Weiterbildungsangebote an die Mitarbeiter.
- Daten – Informationen – Handlungsempfehlungen – informierter Mitarbeiter
- Halten wir TOP-Leute in D? Auch in D werden genügend Spitzenkräfte breitflächig benötigt. Eindruck, dass Spitzenabsolventen vermehrt in Start-Ups gehen. Große Unternehmen müssen mit Start-Ups kooperieren.

### Antwort Gruppe 4

- Offenheit und Flexibilität auch in personellen Dingen erforderlich – Menschen investieren in Menschen. Der Punkt sollte „Menschliche Kompetenz“ heißen.

- Unternehmen attraktiv gestalten.
- Investieren wir in Menschen (nicht in „Personal“).
- Offenheit für Externe (Ökosystem) fehlt etwas (nicht nur „eigenes Personal“)
- Team-Gedanke fehlt.
- Können wir internationale Studierende in Deutschland halten?
- US-Arbeitsmarkt ist (immer noch) attraktiver.
- Unternehmen fehlt Flexibilität bei Personaleinstellung.

## A12.4 Szenario-Workshop 2 (eMBA RWTH)

### Einflussfaktor

Einflussfaktor
wirtschaftlich
Wahrscheinlichkeit BLACKOUT
Digitale Wertschöpfung steigt (BitCoins Daten)
Digitale Währung
Regularien (Arbeitsbedingungen, Umwelt, Recycling)
Batterien wiederverwenden, Recyclingsstrategie
Virtuelle Organisation, Systemlevel vs. Hochspezialisierung
BIP/ Wirtschaftswachstum
Einfluss von marktbeherrschenden Unternehmen
Privatisierung
Outsourcing
Online-handel
Inflation
Technik
Autonomes Fahren und Fliegen
Autonomes Fahren/ Autonome Logistik
Logistik (Transport) Virtuelle Meetings (VR ↗)
Vorbeugende Instandhaltung
Big Data (KI)
Automatisierung
Energiespeicherung
Nachhaltigkeit
Neue (Industrie(en)zweige
Wahrscheinlichkeit eines Meteoriteneinschlags
Gesellschaftlich
Alterung Gesellschaft
Ausbildungsszenarien in nächster Zeit, Flexibilisierung im Beruf
Bevölkerungswachstum
Manipulation über soziale Netzwerke
Home Office primär
Verdummung der Gesellschaft

<b>Einflussfaktor</b>
Dezentralisierung von "virtuellen" Dienstleistungen
Fachkräftemangel
Mobile Geräte ändert Konfliktmanagement/ Konflikt Kultur
Arbeitslosigkeit
Neue Arbeitswelten
Spaltung der Gesellschaft/ Mittelschicht bricht weg
Urbanisierung
Sharing Economy
Bequemlichkeit
Ortunabhängiges Arbeiten
Weltweit steigender Lebensstandard, Gesundheit & Lebensqualität
Wasserknappheit
Religiöse Einflüsse
Veränderung von Krankheitsbildern
Food Science
News-Enhancement; z.B. Substanzen od. Neuro-Ships
Online-Food
Selbstoptimierung
Pflanzliche Ernährung
Gesundheitssysteme
Mikroplastik
Zivilisationskrankheit
Life Science
Ich-Bezogenheit; Narzissmus
<b>Politik</b>
Autoritäre Staaten/ Nationalismus
Regulatorik
Bevölkerungsteilung arm <-> reich
Extremismus
Armut/ Vermögensverteilung
Propaganda/ Fake News/ Populismus
Flüchtlingskrise
Machtstrukturen; Veränderung der ehemaligen Bündnisse Europa vs. USA
Pandemien



<b>Einflussfaktor</b>
Klimakrise
Umweltvorschriften
Umweltanforderungen
Kampf ums Wasser
Ressourcenknappheit (Material, Personal)

## Deskriptoren

<b>Einflussfaktor</b>	<b>Deskriptor</b>
Automatisierungsgrad	Personalstunden/ Produkt
Logistikaufkommen	Transportmoment (kg*m)
Politik/ Gesellschaft	Anteil der Marktbeeinflussenden
Virtualisierung	€ (BIP)/ Byte
Gesellschaftliche Disruption	Angebot an Niedriglohn Jobs
New Work	Entwicklung Ratio Angebot vs. Nachfrage Studien-/ Ausbildungs-/ Arbeitsplätze
Politische Stabilität	Anzahl der Krisengebiete
Ökologischer Fußabdruck	Umweltausgaben [€]
Gesundheit	Ø Lebensalter
Gesellschaftliche Anerkennung	Anzahl psychischer Erkrankungen

## Szenario 1

Lehrstuhl für Produktentstehung  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

HEINZ NIXDORF INSTITUT  
UNIVERSITÄT PADER

**Titel**  
Sozialistischer ~~Protektionismus~~  
Lokalismus

**Szenario-Ausprägungen**

Logistikoffshore ↓  
Politik/gesetzgeb. ↓  
Virtualisierung ↓  
ANGEBOT AN NIEDRIGLOHN-JOBS ↑  
Automatisierungsgrad ↑  
Politische Stabilität ↑  
ökologischer Fußabdruck ↓  
New Work ↓  
Gesundheit ↓  
Anzahl psychischer Erkrankungen ↓

**Welche Megatrends werden berücksichtigt?**

Automatisierung  
Nachhaltigkeit  
Digitalisierung

**Welche Werkzeuge werden berücksichtigt?**

Lobbyismus  
Technologie  
Ressourcen-Sicherung  
Strategische Politik auf Heimatlands

**Beschreibung des Bildes:  
Wie sehen wir die Welt in dem Szenario?**

abgeschottete Staaten  
Selbstversorger (Autarkie)  
gesamtes Bildungswesen & smarte Maschinen  
ausgefallene KI  
Menschen arbeiten für Maschinen  
"stupid" einfach  
Politisch stabil  
Anti-Globalisierung  
Sozialistische Innovations-push

**Forderungen und Maßnahmen**

Investitionen in R&D  
Zentralisierung  
Krisen-Haus Sicherung  
Unternehmensfranchisierte Politik  
Familienfranchise die Politik

**Beispiel in 5 Worten**  
dumm & glücklich,  
lokal & stabil, KI

Szenarien der Zukunft – Executive MBA

## Szenario 2

Lehrstuhl für Produktentstehung  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

**Titel**  
Die zweite nächste industrielle Revolution

**Welche Megatrends werden berücksichtigt?**

- Demografie Silver
- Umwelt bewusst sein
- Ökologie
- Gesundheit
- Globalisierung
- Wissens Kultur

**Welche Werkzeuge werden berücksichtigt?**

- Versteckte Sensoren
- Kennzahlen
- Blended Learning
- Stabile Regierung
- Umwelt Bildung
- Gesundheitsbildung
- Förderung
- Steigende Auszubildende

**Beschreibung des Bildes:**  
Wie sehen wir die Welt in dem Szenario?

- Umwelt belastet
- Düster
- Physische & psychische Belastung
- Einschränkung
- Soziale Ungerechtigkeit
- Disruption der Gesellschaft
- ausgeprägter Fachkräftemangel
- Überlastete Sozialsysteme
- Chancen Ungleichheit
- Ernährung
- Beendigung

**Forderungen und Maßnahmen**

- Bessere Ausbildung Bildungszentren
- Gesundheitsmanagement
- Belebung soziale Ungerechtigkeit
- Lobbyarbeit
- Betriebs-Sport B&M
- Work Life Balance
- Wissens transfer mit Silver Person
- Wissen & Innovationen in politischen Umsetzungen

**Beispiel in 5 Worten**  
schneller - bis zum Ende -  
ausgeprägter als  
Heute

**Anzahl psychische Krankheiten** ↑

**Umwelt ausgaben [€]** ↑

**€ (BIP)** ↓

**Lebensalter** ↓

**Personalstunden** ↓

**Produkt** ↓

**Transportmoment** ↓

**kg·m** ↓

**Anzahl Markt-beeinflussender Gesetze** ↓

**Rente** ↓

**Angebot an Niedriglohn-Jobs** ↓

**Entwicklung Ratio Angebot vs. Nachfrage** ↓

**Studien- / Ausbildungs-Arbeitsplätze** ↓

**Anzahl vier** ↓

**Krisengebiete** ↓

Szenarien der Zukunft – Executive MBA



## Szenario 3

Lehrstuhl für Produktentstehung  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

HEINZ NIXDORF INSTITUT  
UNIVERSITÄT PADER

**Titel**  
Sozialistischer ~~Protektionismus~~  
Lokalismus

**Szenario-Ausprägungen**

Logistikoffshore ↓  
Politik/gesetzgeb. ↓  
Virtualisierung ↓  
ANGEBOT AN NIEDRIGLOHN-JOBS ↑  
Politische Stabilität ↑  
ökologischer Fußabdruck ↓  
New Work ↓  
Gesundheit ↓  
Anzahl psychischer Erkrankungen ↓

**Welche Megatrends werden berücksichtigt?**

Automatisierung  
Nachhaltigkeit  
Digitalisierung

**Welche Werkzeuge werden berücksichtigt?**

Lobbyismus  
Technologie  
Ressourcen-Sicherung  
Strategische Fokussierung auf Heimatmarkt

**Beschreibung des Bildes:  
Wie sehen wir die Welt in dem Szenario?**

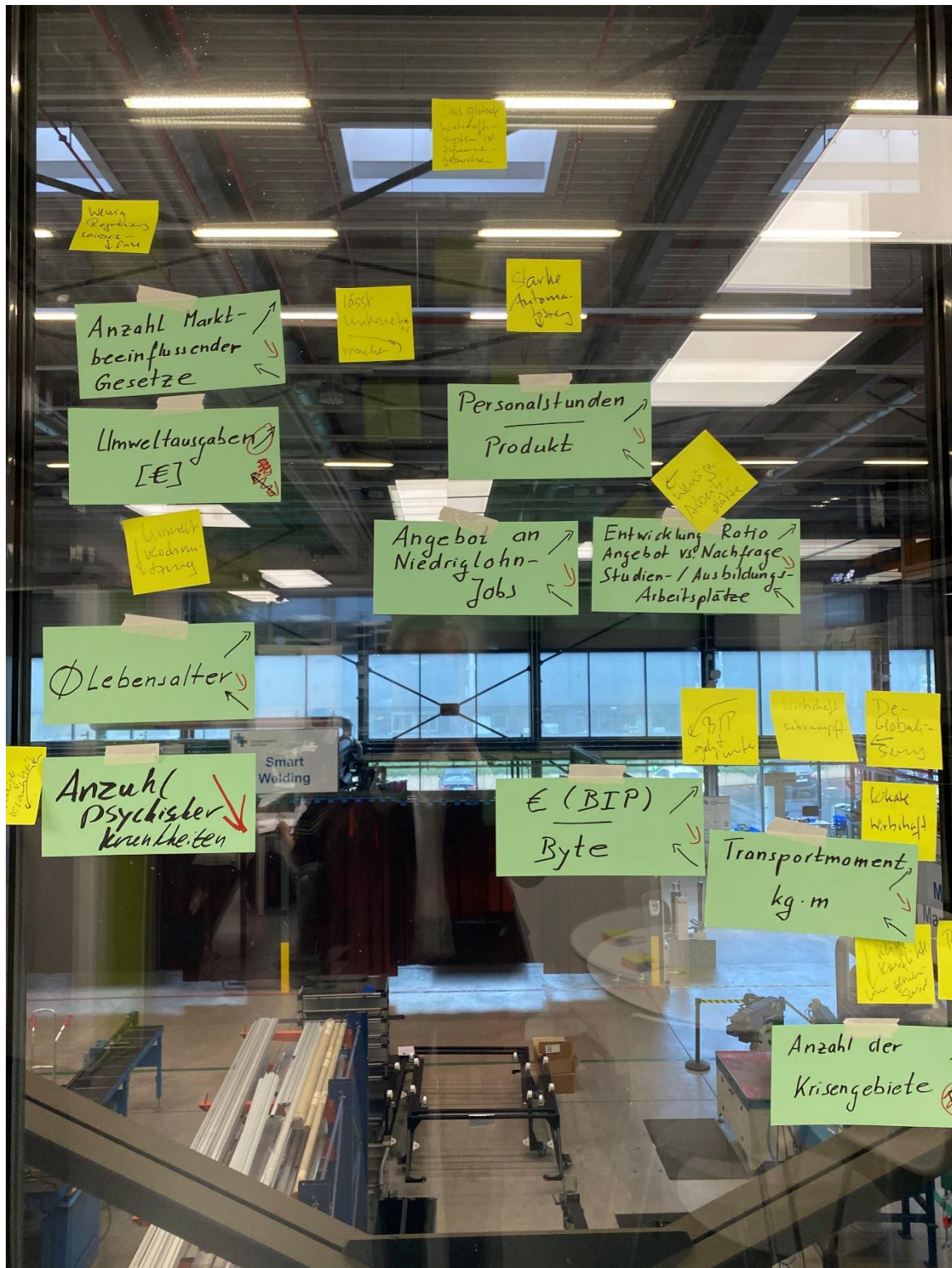
abgeschottete Staaten  
Selbstversorger (Autarkie)  
gesamtes Bildungswesen & smarte Maschinen  
ausgefallene KI  
Menschen arbeiten für Maschinen  
"stupid" einfach  
Politisch stabil  
Anti-Globalisierung  
Sozialistischer Innovations-push

**Forderungen und Maßnahmen**

Investitionen in R&D  
Zentralisierung  
Krisen-Haus  
Sicherung  
Lebenswetter-branchen  
Politik  
Politik

**Beispiel in 5 Worten**  
dumm & glücklich,  
lokal & stabil, KI

Szenarien der Zukunft – Executive MBA





## A13 Erläuterung des Szenario-Technik Tools Kurzanleitung Softwaretool der modellbasierten Szenario-Technik

*Kopie des Tool-Handbuchs*

### Befüllen des Excel-Dokuments (Template-Datei)

#### Definition der Einflussfaktoren und Projektionen

	A	B	C	D	E	F	G
1	index	influenceField	title	description	projection1	projection2	projection3
2	A	Einflussfeld 01	Titel Einflussfaktor 01	Beschreibung Einflussfaktor 1	Projektion 1 von Faktor 1	Projektion 2 von Faktor 1	Projektion 3 von Faktor 1
3	B	Einflussfeld 02	Titel Einflussfaktor 02	Beschreibung Einflussfaktor 2	Projektion 1 von Faktor 2	Projektion 2 von Faktor 2	Projektion 3 von Faktor 2
4	C	Einflussfeld 03	Titel Einflussfaktor 03	Beschreibung Einflussfaktor 3	Projektion 1 von Faktor 3	Projektion 2 von Faktor 3	Projektion 3 von Faktor 3
5	D	Einflussfeld 04	Titel Einflussfaktor 04	Beschreibung Einflussfaktor 4	Projektion 1 von Faktor 4	Projektion 2 von Faktor 4	Projektion 3 von Faktor 4
6	E	Einflussfeld 05	Titel Einflussfaktor 05	Beschreibung Einflussfaktor 5	Projektion 1 von Faktor 5	Projektion 2 von Faktor 5	Projektion 3 von Faktor 5
7	F	Einflussfeld 06	Titel Einflussfaktor 06	Beschreibung Einflussfaktor 6	Projektion 1 von Faktor 6	Projektion 2 von Faktor 6	Projektion 3 von Faktor 6
8	G	Einflussfeld 07	Titel Einflussfaktor 07	Beschreibung Einflussfaktor 7	Projektion 1 von Faktor 7	Projektion 2 von Faktor 7	Projektion 3 von Faktor 7
9	H	Einflussfeld 08	Titel Einflussfaktor 08	Beschreibung Einflussfaktor 8	Projektion 1 von Faktor 8	Projektion 2 von Faktor 8	Projektion 3 von Faktor 8
10	I	Einflussfeld 09	Titel Einflussfaktor 09	Beschreibung Einflussfaktor 9	Projektion 1 von Faktor 9	Projektion 2 von Faktor 9	Projektion 3 von Faktor 9
11	J	Einflussfeld 10	Titel Einflussfaktor 10	Beschreibung Einflussfaktor 10	Projektion 1 von Faktor 10	Projektion 2 von Faktor 10	Projektion 3 von Faktor 10
12	K	Einflussfeld 11	Titel Einflussfaktor 11	Beschreibung Einflussfaktor 11	Projektion 1 von Faktor 11	Projektion 2 von Faktor 11	Projektion 3 von Faktor 11
13	L	Einflussfeld 12	Titel Einflussfaktor 12	Beschreibung Einflussfaktor 12	Projektion 1 von Faktor 12	Projektion 2 von Faktor 12	Projektion 3 von Faktor 12
14	M	Einflussfeld 13	Titel Einflussfaktor 13	Beschreibung Einflussfaktor 13	Projektion 1 von Faktor 13	Projektion 2 von Faktor 13	Projektion 3 von Faktor 13
15	N	Einflussfeld 14	Titel Einflussfaktor 14	Beschreibung Einflussfaktor 14	Projektion 1 von Faktor 14	Projektion 2 von Faktor 14	Projektion 3 von Faktor 14
16							

Hier müssen zunächst die Namen und Beschreibungen der Einflussfaktoren und der zugehörigen Einflussfelder und Projektionen definiert werden. Falls ein Faktor weniger als drei Projektionen besitzt, müssen die Felder der übrigen Projektionen leer bleiben.

#### Einflusswerte/ Einflussmatrix angeben

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Index	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
2	A	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0
3	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4	C	1	1	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0
5	D	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	2	0	0	0
6	E	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0
7	F	2	0	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0	0	0
8	G	2	0	1	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	0
9	H	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	I	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
11	J	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0
12	K	1	0	0	2	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0
13	L	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0
14	M	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0
15	N	1	0	1	0	0	2	2	1	0	1	2	0	0	0
16															

Der Index/ die Reihenfolge muss exakt mit dem Index aus dem Tab „InfluenceFactors“ übereinstimmen. Es müssen nicht alle Einflusswerte eingetragen werden. Diese können in dem Programm ergänzt werden. Die Werte müssen im Bereich von 0 bis 2 liegen.



## Konsistenzwerte/ Konsistenzmatrix angeben

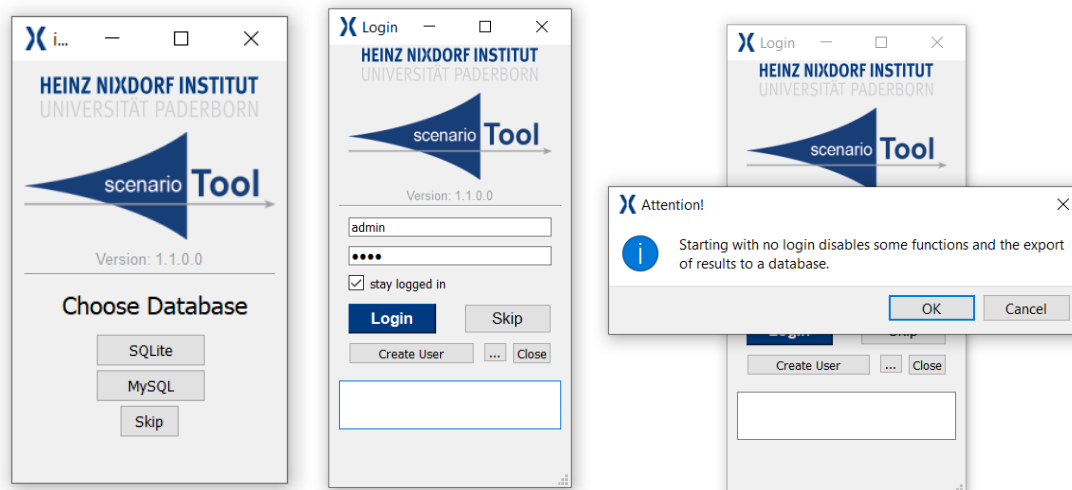
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
1	influence factor	projektion	A1	A2	A3	B1 B2 B3			C1 C2 C3			D1	D2	D3	E1 E2 E3			F1	F2	F3	G1	G2	
2			A1	A2	A3																		
3			A1	A2	A3																		
4	A	B1	3	3	3																		
5		B2	3	3	3																		
6		B3	3	3	3																		
7	B	C1	5	2	1	1	2	4															
8		C2	2	4	2	2	4	2															
9		C3	1	2	4	4	2	1															
10	C	D1	4	2	2	4	3	3	3	3	3												
11		D2	2	4	2	3	3	3	3	3	3												
12		D3	1	2	4	3	3	3	3	3	3												
13	D	E1	4	2	2	3	3	3	3	3	3	4	3	2									
14		E2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3									
15		E3	1	2	4	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4								
16	E	F1	5	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2						
17		F2	2	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3						
18		F3	1	2	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4					
19	F	G1	5	2	2	3	3	3	3	3	4	2	2	5	2	1	4	2	4	2	2		
20		G2	2	5	2	3	3	3	3	3	4	4	3	2	2	3	4	3	2	3	4	2	2
21		G3	1	2	5	3	3	3	3	3	4	4	3	1	4	5	1	2	4	2	2	4	4
22	G	H1	2	2	1	2	2	4	3	3	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
23		H2	4	4	3	2	4	2	3	4	3	4	2	3	4	3	3	3	3	2	3	3	3
24		H3	4	2	2	4	2	2	4	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
25	H	I1	4	3	3	3	1	1	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
26		I2	3	3	3	3	5	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
27		I3	3	3	3	3	5	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
28	I	J1	4	2	2	4	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
29		J2	4	4	3	2	4	2	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
30		J3	2	2	4	2	4	4	2	4	2	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
31	J	K1	4	2	2	5	2	4	3	3	3	6	2	2	2	5	2	1	4	2	2	4	2
32		K2	4	2	2	5	2	4	3	3	3	6	2	2	2	5	2	1	4	2	2	4	2
33		K3	4	2	2	5	2	4	3	3	3	6	2	2	2	5	2	1	4	2	2	4	2

Der Index/ die Reihenfolge muss exakt mit dem Index aus dem Tab „InfluenceFactors“ übereinstimmen. Es müssen exakt die gleichen Anzahlen an Projektionen angegeben werden wie im Tab „InfluenceFactors“. Es müssen nicht alle Einflusswerte eingetragen werden. Diese können in dem Programm ergänzt werden.

Die Werte einer Datei müssen einheitlich entweder im Bereich von 1 bis 5 oder -2 bis 2 liegen. Das Programm erkennt automatisch welche Variante gewählt wurde.

## Ausführen des Programms

### Start des Programms und einfacher Login



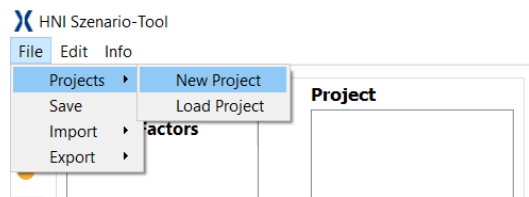
Zunächst kann über SQLite eine externe Datenbank mit gespeicherten Daten geöffnet werden.

Daraufhin öffnet sich das Login-Fenster, in dem ein Nutzer erstellt und/ oder eingeloggt werden kann.

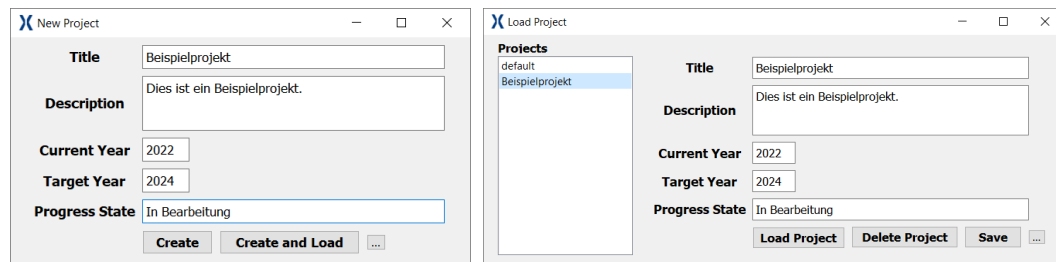
Für einen schnellen Start können beide Schritte mit „Skip“ übersprungen werden. Dabei muss der Warnhinweis bestätigt werden. Einschränkungen in der Funktionalität gibt es dabei noch nicht.



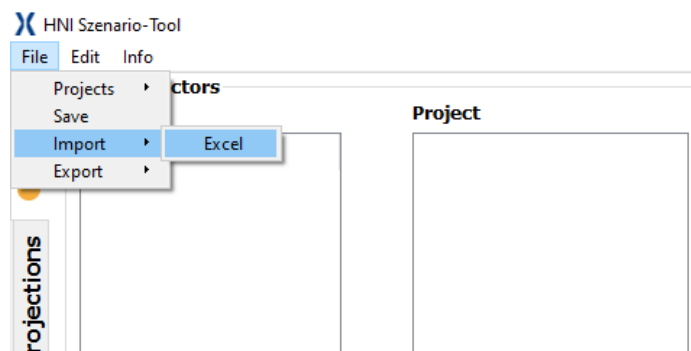
## Projekt erstellen oder öffnen



Im Hauptfenster kann über „File > Projects > New Project“ ein neues Projekt erstellt oder über „File > Projects > Load Project“ ein vorhandenes Projekt geladen werden:



## Excel-Datei im Tab „Impact“ importieren



Im Hauptfenster kann im „Impact“-Tab eine zuvor aus dem Template erstellte Exceldatei geladen werden, indem über „File > Import > Excel“ die zuvor befüllte Datei ausgewählt wird.

## Datenbank ergänzen oder ersetzen

The image shows two screenshots of a software interface. The top screenshot is a 'Dialog' window with the title 'Dialog' and a close button. It contains the text 'Do you want to add or replace the existing database?' and three buttons: 'Add', 'Replace', and '...'. The bottom screenshot is the 'Compare Factors' window. It has a title bar 'Compare Factors' and a main title 'Matching Influence Factor Descriptions were found:'. On the left, there is a list 'Choose Influence Factor' with 14 items, each starting with 'Beschreibung Einflussfaktor'. The main area is divided into sections: 'Influence Factor' with a 'Description' field, an 'Influence Field' dropdown set to 'Einflussfeld 01', and an 'Influence Title' section with 'Old' and 'New' checkboxes and text input fields. Below this is a 'Projections' section with three rows, each containing 'Old' and 'New' checkboxes and text input fields. At the bottom, there are 'Next' and 'Save' buttons.

Falls eine weitere Datei importiert wird, besteht die Möglichkeit, die Datenbank über „Add“ zu ergänzen oder über „Replace“ die Datenbank komplett zu überschreiben.

Beim Ergänzen der Datenbank werden gleiche Einflussfaktoren identifiziert und es muss ausgewählt werden, welche Titel und Beschreibungen übernommen werden sollen. Über „Save“ werden die gewählten Texte des aktuellen Faktors in die Datenbank übernommen. Über „Next“ wird zusätzlich zum Speichern in den nächsten Einflussfaktor gewechselt.

## Einflussfaktoren/ Einflussfelder auswählen

2.

The screenshot shows the HIR Scenario-Tool interface. On the left, a list of 'Impact Factors' is shown, with 'Einflussfeld 05' and 'Einflussfeld 06' selected. Below this, the 'Key Factor Selection' section shows 'PageRank' selected. In the center, the 'Impact Matrix' is displayed, showing a grid of values (0, 1, 2) representing the influence of various factors on each other. On the right, a diagram titled 'Project: Beispielprojekt' shows a flow from 'Aufgabenanalyse' to 'Maßnahmenumsetzung' via 'Transfer', with 'Konsistenzanalyse' in the center. Below the diagram, a 'next step' button is visible.

1.

3.

Project: Beispielprojekt

Impact Matrix

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0
3	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	2	0	0	0
4	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5	2	0	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0	0	0
6	2	0	1	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	0
7	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
9	0	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0
10	1	0	0	2	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0
11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0
13	1	0	1	0	0	2	2	1	0	1	2	0	0	0

Influencing Factor: Factor 1: 2 Titel Einflussfaktor 03 Beschreibung Einflussfaktor 3

Influenced Factor: Factor 2: 5 Titel Einflussfaktor 06 Beschreibung Einflussfaktor 6

Impact: 0 1 2 skip existing values Next 96%

next step

1. Einflussfaktoren/ Einflussfelder aus Liste mit globalen Faktoren auswählen und über zum Projekt hinzufügen
2. Einflussmatrix anpassen/ fehlende Werte angeben (direkt in der Matrix oder über die Buttons) → fehlende Werte können über „skip existing values“ und „Next“ gefunden werden.
3. Berechnung der Schlüsselfaktoren (hier wird die PageRank-Methode empfohlen) über „Run“ starten

## Projektionen anpassen/ löschen

File Edit Info Window

**Selected Key Factors**

- Titel Einflussfaktor 01
- Titel Einflussfaktor 02
- Titel Einflussfaktor 03
- Titel Einflussfaktor 04
- Titel Einflussfaktor 05
- Titel Einflussfaktor 07
- Titel Einflussfaktor 08
- Titel Einflussfaktor 09
- Titel Einflussfaktor 10
- Titel Einflussfaktor 11
- Titel Einflussfaktor 12
- Titel Einflussfaktor 13

**Description:**

Beschreibung Einflussfaktor 1

**Projections**

Projektion 1 von Faktor 1

#1

Remove

Projektion 2 von Faktor 1

#2

Remove

Projektion 3 von Faktor 1

#3

Remove

Save

Welcome to the HMI Scenario-Tool  
Excel-File erfolgreich eingelesen. Datenbank überschrieben.  
Excel-File erfolgreich eingelesen. Datenbank überschrieben.  
Einflussfaktor(en) hinzugefügt.  
Berechnung der Schlüsselfaktoren wird durchgeführt.  
Schlüsselfaktoren erfolgreich berechnet.

**Project: Beispielprojekt**

Aufgabenanalyse → Aufgabenanalyse → Maßnahmenumsetzung  
Gegenwart → Konsistenzanalyse → Zukunft  
Prozessanalyse → Transfer → Szenario-Analyse  
ISDM

next step

Projektionen von den Schlüsselfaktoren können über den „Remove“-Button gelöscht werden.

Änderungen in den Beschreibungen müssen für jeden Schlüsselfaktor über „Save“ gespeichert werden.

## Konsistenzwerte ändern/ ergänzen

File Edit Info Window

**Key Factors**

- Titel Einflussfaktor 01
- Titel Einflussfaktor 02
- Titel Einflussfaktor 03
- Titel Einflussfaktor 04
- Titel Einflussfaktor 05
- Titel Einflussfaktor 07
- Titel Einflussfaktor 08
- Titel Einflussfaktor 09
- Titel Einflussfaktor 10
- Titel Einflussfaktor 11
- Titel Einflussfaktor 12
- Titel Einflussfaktor 13

**Description:**

Beschreibung Einflussfaktor 1

Beschreibung Einflussfaktor 11

**Projections**

Projektion 1 von Faktor 11

Projektion 2 von Faktor 11

Projektion 3 von Faktor 11

1

0

-1

-1

1

-1

-1

0

2

missing values

99%

Welcome to the HMI Scenario-Tool  
Excel-File erfolgreich eingelesen. Datenbank überschrieben.  
Excel-File erfolgreich eingelesen. Datenbank überschrieben.  
Einflussfaktor(en) hinzugefügt.  
Berechnung der Schlüsselfaktoren wird durchgeführt.  
Schlüsselfaktoren erfolgreich berechnet.

**Project: Beispielprojekt**

Aufgabenanalyse → Aufgabenanalyse → Maßnahmenumsetzung  
Gegenwart → Konsistenzanalyse → Zukunft  
Prozessanalyse → Transfer → Szenario-Analyse  
ISDM

next step

Im „Consistency“-Tab können zwei Schlüsselfaktoren ausgewählt oder über „missing values“ fehlende Werte gesucht und deren Konsistenzwerte angepasst werden. Die Konsistenzwerte können entweder über das Drop-Down-Menü ausgewählt oder direkt über die Tastatur eingetippt werden.

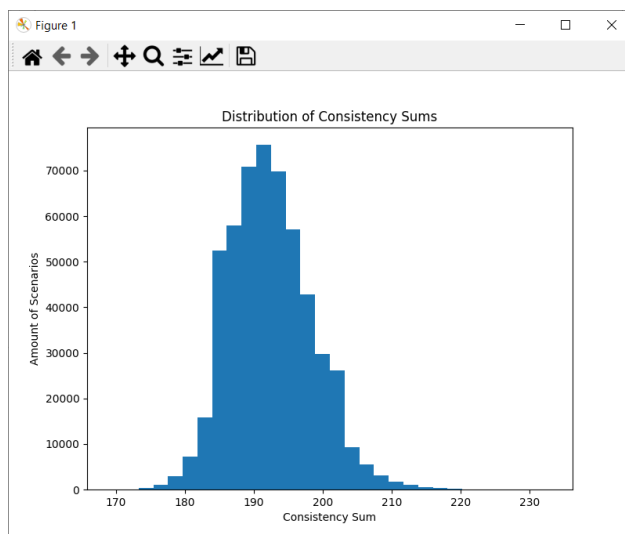
## Szenarios berechnen/ filtern und clustern

The screenshot displays the software interface for scenario analysis. The main window is divided into several sections:

- Full Enumeration:**
  - Generate Raw Scenarios:** Number of Raw Scenarios: 531441, Consistency Sum: Min. 69, Max. 233. Buttons: Generate, Plot.
  - Filter Scenarios:** Min Consistency Sum: 219, Max Number of Partial Inconsistencies: active, Expected Filtered Scenarios: 230, Final Filtered Scenarios: 230. Buttons: Refresh, Filter Scenarios, Plot.
  - Clustering:** Min Consistency Sum: 219, Clustering Method: K-Means, Distance Measure: Euclidean, Number of Clusters: 3. Buttons: Scree-Plot, Clustering, Plot.
- Scenario Report:**
  - Selected key influence factors:** (5) Titel Einflussfaktor 07, (6) Titel Einflussfaktor 08, (7) Titel Einflussfaktor 09, (8) Titel Einflussfaktor 10, (9) Titel Einflussfaktor 11, (10) Titel Einflussfaktor 12, (11) Titel Einflussfaktor 13.
  - Number of raw scenarios:** 531441.0, **Number of filtered scenarios:** 230.0.
  - Clustered Scenarios:**
    - Clustered Scenario: 1** (Consistency Sum: 226): (00) Projektion 1 von Faktor 1, (115) Projektion 3 von Faktor 2, (216) Projektion 1 von Faktor 3, (319) Projektion 1 von Faktor 4, (412) Projektion 1 von Faktor 5, (518) Projektion 1 von Faktor 7, (623) Projektion 3 von Faktor 8, (724) Projektion 1 von Faktor 9, (829) Projektion 3 von Faktor 10, (930) Projektion 1 von Faktor 11, (1033) Projektion 1 von Faktor 12, (1136) Projektion 1 von Faktor 13.
    - Clustered Scenario: 2** (Consistency Sum: 233): (01) Projektion 2 von Faktor 1, (114) Projektion 2 von Faktor 2, (217) Projektion 2 von Faktor 3, (310) Projektion 2 von Faktor 4, (413) Projektion 2 von Faktor 5, (5110) Projektion 2 von Faktor 7.
- Project: Beispielprojekt:** A diagram showing the project flow from 'Aufgabenanalyse' to 'Maßnahmenumsetzung' via 'Konsistenzanalyse' and 'Transfer'.

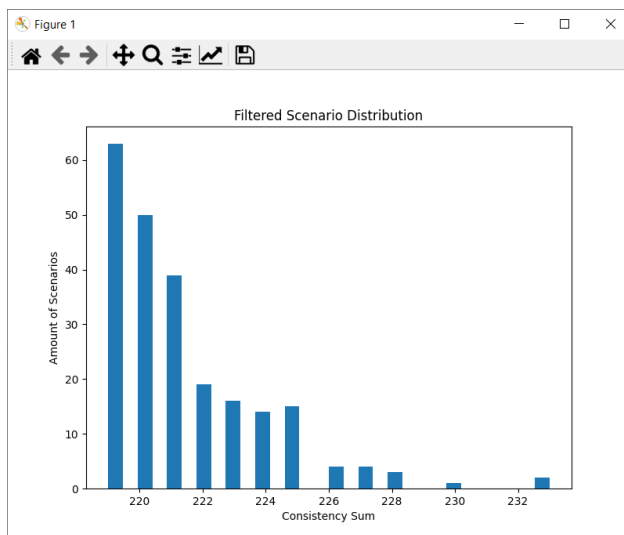
Im „Full Enumeration“-Tab müssen die Szenarien zunächst über „Generate“ berechnet werden.

Nach der Berechnung wird ein Histogramm mit der Anzahl der berechneten Szenarien angezeigt:



Anschließend lässt sich im Bereich „Filter Scenarios“ die Mindestkonsistenzsumme über den Schieberegler auswählen. Über „Refresh“ kann die erwartete Anzahl an Szenarien berechnet werden.

Das Filtern der Szenarien kann daraufhin über „Filter Scenarios“ gestartet werden. Nach der Filtern wird erneut ein Histogramm mit der Anzahl der gefilterten Szenarien angezeigt:



Die gefilterten Szenarien können daraufhin im „Clustering“-Bereich geclustert werden:

**Clustering**

Min Consistency Sum:

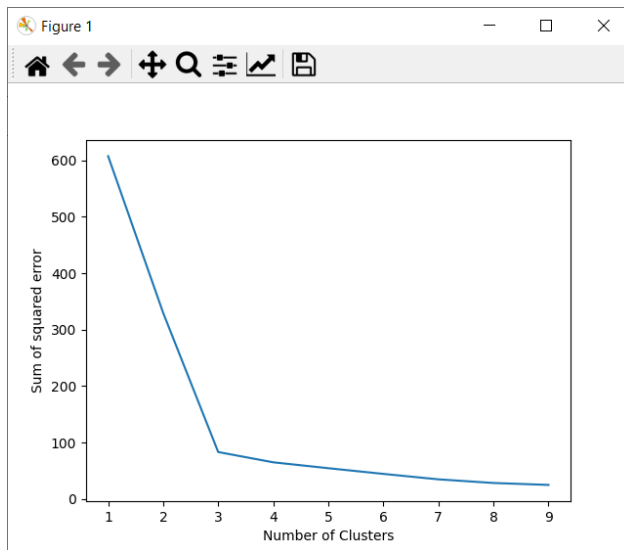
Clustering Method:

Distance Measure:

Number of Clusters:

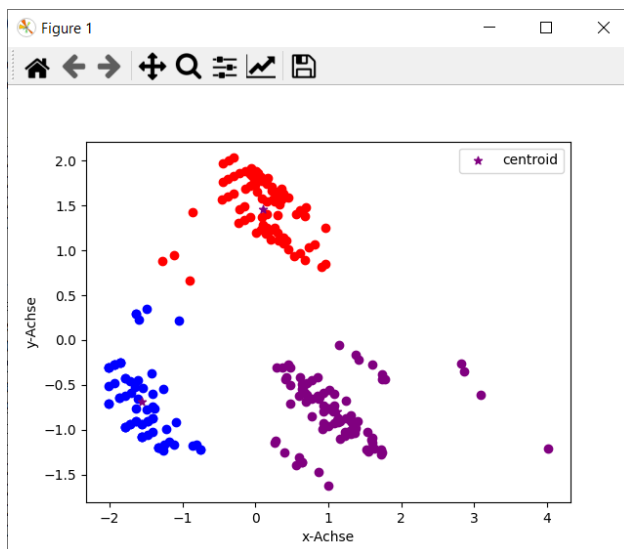
100% ☐

Dazu kann zunächst *optional* über „Screen-Plot“ die optimale Clusteranzahl mithilfe des Ellbogenkriteriums ermittelt werden.



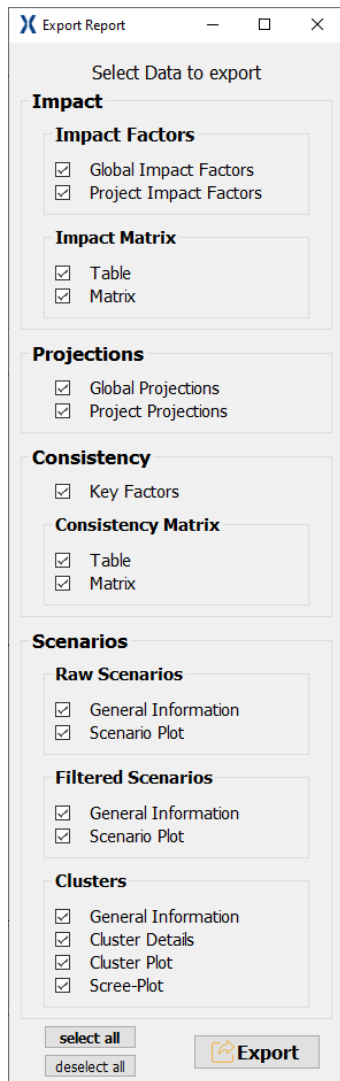
Die Clusterzahl muss im Feld neben „Number of Clusters“ angegeben werden, woraufhin das Clustern über „Start Clustering“ durchgeführt werden kann.

Nach dem Berechnen der Cluster werden diese in einem Streudiagramm visuell dargestellt und die zugehörigen Schlüsselfaktoren und Projektionen im Bereich „Scenario Report“ aufgelistet.

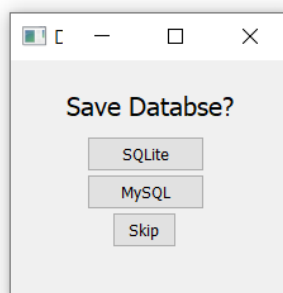


Über „Export TXT“ können die aufgelisteten Schlüsselfaktoren und Projektionen als Textdatei exportiert werden.

Alternativ lassen sich über „Export PDF“ alle oder nur ausgewählte Daten und Ergebnisse des Projekts in eine PDF-Datei exportieren:



## Programm beenden



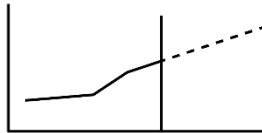
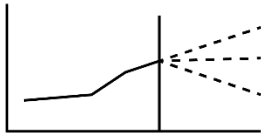
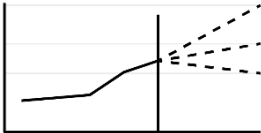
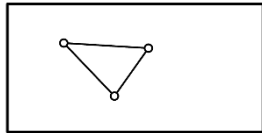
Das Programm wird durch Schließen des Hauptfensters beendet. Beim Beenden des Programms kann die Datenbank über „SQLite“ exportiert werden, damit bei der nächsten Ausführung des Programms mit den verwendeten Daten weitergearbeitet werden kann.



## A14 Standarddramaturgie Szenario-Technik

Aufgabenanalyse	
Was	
<b>Festlegen der Rahmenbedingungen des Szenario-Projekts</b> <i>Definition des Szenario-Teams:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle teilhabenden Abteilungen definieren</li> <li>• Freistellung und Zeitaufwand klären</li> <li>• Management Einbindung klären</li> </ul> <i>Definition des Betrachtungszeitraums:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens 3 Jahre</li> <li>• Markante Jahreszahl für Vorstellbarkeit (bspw. 2030, 2040, ...)</li> </ul> <i>Definition des Zwecks:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was ist der interne Grund der Beauftragung?</li> </ul> <i>Betrachtungsobjekt</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was genau soll betrachtet werden? (Umwelt-Unternehmen-Markt-Technologie usw.)</li> </ul> <i>Ziel</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was ist das strategische Ziel für die Szenario-Technik?</li> </ul>	
<b>Umfeldanalyse</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ist-Analyse der Unternehmenssituation zum Verständnis der Situation</li> <li>• Selektion von passenden Einflussfaktoren aus dem ISDM</li> <li>• Definition passender Einflussfaktoren auf Basis der Umfeldanalyse insbesondere bei begrenzter Zeit zur Unterstützung der nächsten Schritte</li> </ul>	
Wer	Womit
<b>Rahmenbedingungen:</b> Vorgabe durch Auftraggeber  <b>Umfeldanalyse</b> Kern-Szenario-Team, bestehend aus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens zwei externen Experten (eine Person als Hauptmoderator und weitere Person zur Unterstützung)</li> <li>• Mindestens zwei internen Experten</li> </ul>	<b>Rahmenbedingungen:</b> Vorgabe durch Auftraggeber; Unterstützung durch Leitfragen gestütztes Interview zu Erhebung der unter „Was?“ aufgeführten Punkte  <b>Umfeldanalyse</b> Anwendung von Porter's Five Forces (oder alternativ Stakeholderanalyse nach Freeman oder SWOT-Analyse)
Wie lange	Erforderliche Vorbereitung
Umfang abhängig vom Projektvolumen; mindestens 1 Stunde, bestenfalls 1 Workshoptag	Klar formulierte Aufgabenstellung durch Auftraggeber  Projektziel mit klar definierter Definition of Done durch Auftraggeber
Ergebnisse	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Szenario-Team</li> <li>• Betrachtungszeitraum</li> <li>• Betrachtungsobjekt</li> <li>• Ziel der Szenario-Studie</li> <li>• Ist-Analyse der Unternehmenssituation</li> <li>• Selektion von passenden Einflussfaktoren</li> </ul>	

Einflussanalyse	
Was	
<b>Schaffung eines einheitlichen Verständnisses des Szenario-Projektes mit dem Szenario-Team</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung des Vorgehens der Szenario-Technik und des durch Auftraggeber definierten Ziels</li> <li>• Vorstellung der Ergebnisse aus dem Schritt der Aufgabenanalyse</li> <li>• Vorstellung der in der Aufgabenanalyse vorselektierten Einflussfaktoren</li> <li>• Vereinbarung über gleiches Verständnis</li> </ul>	
<b>Sammlung von Einflussfaktoren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwischen 30 und 70 Einflussfaktoren sind zu erheben bzw. zu definieren; nicht mehr als 90 Einflussfaktoren sind sinnvoll, da Anzahl beeinflusst quadratisch den Zeitaufwand</li> <li>• Einflussbereiche sollten gleichmäßig abgebildet sein (Absatzmarkt (Abnehmer oder Kunden), Beschaffungsmarkt, Wettbewerb, Politik und Gesetzgebung, Technologie, Wirtschaft, Gesellschaft)</li> <li>• Aufteilung des Szenario-Teams für Brainstorming in Kleingruppen möglich; dabei regelmäßig an Zielsetzung erinnern</li> <li>• Zusammenführung der Ergebnisse durch alle Kleingruppen und Vorstellung aller Einflussfaktoren zum Schaffen eines gemeinsamen Verständnisses</li> <li>• Assoziation jedes Einflussfaktors mit Deskriptor, d.h. messbarer Einflussgröße (Wirtschaftswachstum in D → Jährliche prozentuale Änderung des BIP in Deutschland)</li> </ul>	
<b>Identifikation der Schlüsselfaktoren</b> <p>a) Bei kurzer Laufzeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thematische Clusterung der Einflussfaktoren gemeinsam mit Szenario-Team zu 4-5 Clustern</li> <li>• Definition von zwei bis drei beschreibenden Einflussfaktoren pro Cluster (in Summe ca. 10-15 Einflussfaktoren)</li> </ul> <p>b) Bei langer Laufzeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paarweise Einflussbewertung der Einflussfaktoren aufeinander (Skala 0-2)</li> <li>• Mindestens eine weitere Wiederholung der Einflussbewertung in anderer Reihenfolge zur Angleichung des Begriffsverständnisses (insbesondere nur den direkten Einfluss bewerten)</li> <li>• Selektion der Schlüsselfaktoren durch das Szenario Tool (12-16 Einflussfaktoren)</li> </ul>	
Wer	Womit
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kern-Szenario-Team <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens zwei externen Experten (eine Person als Hauptmoderator und weitere Person zur Unterstützung)</li> <li>• Mindestens zwei internen Experten</li> </ul> </li> <li>• Bestenfalls mindestens 4 weitere Fachexperten</li> </ul>	Präsentation für Einführung in die Szenario-Technik und Ergebnisse der Aufgabenanalyse Präsenz-Workshop: Metaplan-Technik Digitaler Workshop: Digitales Whiteboard-Tool Mindestens 3 verschiedene Räume für Arbeit in Kleingruppen
Wie lange	Erforderliche Vorbereitung
Mindestens 2 Stunden, bestenfalls 2 volle Workshoptage	Aufbereitung der Ergebnisse der Aufgabenanalyse: Schreiben der Metaplan Karten der EF Schreiben der Einflussmatrix auf Brown-paper pro Workshopraum
Ergebnisse	
• Sammlung aller Einflussfaktoren	• Priorisierte Schlüsselfaktoren

Projektionsableitung			
Was			
<b>Definition der Projektionen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Unterteilung in eindeutige (Archetyp I) und alternative Deskriptoren (Archetyp II-IV)<ul style="list-style-type: none"><li>• Eindeutige Deskriptoren: Nur eine Entwicklungsrichtung; werden erst in Schritt 5 wieder hinzugezogen</li><li>• Alternative Deskriptoren: Verschiedene Entwicklungsrichtungen möglich</li></ul></li><li>• Festlegung der Anzahl Projektionen pro alternativen Deskriptor<ul style="list-style-type: none"><li>• Mindestens 2 Projektionen, bestenfalls 3 Projektionen</li><li>• Anzahl entscheidend für den Aufwand und die Ergebnisqualität im nächsten Schritt</li></ul></li><li>• Festlegung der Projektionsrichtungen pro Deskriptor<ul style="list-style-type: none"><li>• Mindestens Archetyp II: Steigend, (konstant/ gleichbleibend), fallend</li><li>• Festlegen von Schwellwerten für Eintritt der jeweiligen Projektion</li></ul></li></ul>			
Archetyp I	Archetyp II	Archetyp III	Archetyp IV
Der Anteil der Arbeitnehmer, die im Homeoffice arbeiten,...			
Eindeutig	generisch	mit Schwellwerten	verschieden
			
P1: ... steigt.	P1: ...steigt. P2: ...bleibt konstant. P2: ...sinkt.	P1: ...steigt über 40%. P2: steigt auf 30%. P2: sinkt auf 20%.	P1: Mehr Home-Office. P2: Mischung aus Home-Office und festem Arbeitsplatz. P3: Konzentration auf festen Arbeitsplatz.
Wer		Womit	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mindestens Kern Szenario-Team</li><li>• Bestenfalls Team aus Einflussanalyse</li></ul>		Arbeit in Kleingruppen	
Wie lange		Erforderliche Vorbereitung	
Mindestens eine halbe Stunde, bestenfalls halber Workshoptag in Kombination mit halben Workshoptag der Einflussanalyse		Aufbereitete Ergebnisse der Einflussanalyse	
Ergebnisse			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Projektionen für alle Schlüsselfaktoren</li></ul>			

Konsistenzbewertung als Teil der Szenario-Analyse	
<b>Was</b>	
<b>Erklärung der Konsistenzbewertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erklärung der Konsistenzdefinition <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsistenz als Widerspruchsfreiheit des Auftretens zweier Projektionen</li> <li>• Inkonsistenz als Widersprüchlichkeit des Auftretens zweier Projektionen</li> <li>• Skala 1 (Inkonsistenz) - 5 (Konsistenz)</li> <li>• Wahlweise Skala 1-3 für schnellere Durchführung</li> </ul> </li> <li>• Konsistenz bezieht keine Wahrscheinlichkeit ein; hier Erinnerung an die ursprüngliche Zielsetzung</li> <li>• Durch Symmetrie der Matrix nur die untere Dreiecksmatrix der Konsistenzmatrix auszufüllen</li> </ul> <b>Konsistenzbewertung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertung aller Projektionspaare auf Konsistenz</li> <li>• Bei Kleingruppenarbeit, Konsistenzmatrix in Streifen aufteilen, nach Fertigstellung eines Streifens, den nächsten freien wählen</li> <li>• Mehrmaliges Iterieren der Matrix für angeglichenes Konsistenzverständnis; durchmischen der Gruppen beachten</li> </ul> <b>Algorithmische Unterstützung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paralleles Übertragen der Konsistenzwerte in Szenario-Tool</li> <li>• Ergänzung von Werten aus dem ISDM</li> </ul> Falls möglich/ gewünscht Berechnung von Teilmatrix durch Machine Learning	
<b>Wer</b>	<b>Womit</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kern-Szenario-Team <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens zwei externen Experten (eine Person als Hauptmoderator und weitere Person zur Unterstützung)</li> <li>• Mindestens zwei internen Experten</li> </ul> </li> <li>• Bestenfalls mindestens 4 weitere Fachexperten</li> </ul>	Präsentation für Einführung in die Szenario-Technik und Ergebnisse der Aufgabenanalyse Präsenz-Workshops: Metaplan-Technik Mindestens 3 verschiedene Räume für Arbeit in Kleingruppen
<b>Wie lange</b>	<b>Erforderliche Vorbereitung</b>
Mindestens eine Stunde; bestenfalls zwei volle Workshoptage	Vorbereitung der Konsistenzmatrix und Projektionen aus Metaplankarten pro Workshopraum Jede Projektion pro Kleingruppe zweimal auf Metaplankarten schreiben Konsistenzdefinition pro Kleingruppe auf Karte schreiben
<b>Ergebnisse</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertete Konsistenzmatrix</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>

Szenario-Analyse	
Was	
<b>Szenario-Berechnung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragen der finalen Konsistenzmatrix in das Szenario-Tool</li> <li>• Berechnen der Szenarien; Anzahl der Cluster vorgeben <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens drei Szenarien</li> <li>• Bestenfalls fünf Szenarien</li> </ul> </li> </ul>	
<b>Ergebnisvorstellung der Konsistenzanalyse</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung aller Szenarien anhand ihrer Projektionen durch kleingruppen</li> <li>• Betrachtung aller resultierenden Szenarien durch gesamtes Szenario-Team</li> <li>• Erneute Vorstellung der Grundannahmen und Zielsetzung; insbesondere der Nichtbeachtung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Szenarios</li> </ul>	
<b>Ausarbeitung des Szenarios</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung der Elemente des Szenarios anhand der Vorlage (Anhang A16)</li> <li>• Eintragen der Elemente in Kleingruppen auf Vorlage</li> <li>• Anpassen der Elemente auf den Zielkontext, aber mindestens <ul style="list-style-type: none"> <li>• Titel des Szenarios</li> <li>• Beschreibung des Szenarios</li> <li>• Kurzes Beispiel</li> <li>• Erste Handlungsoptionen</li> </ul> </li> </ul>	
<b>Vorstellung der Ergebnisse durch Kleingruppen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung der jeweiligen, ausgearbeiteten Szenarien durch Kleingruppen</li> <li>• Diskussion und Definition des zu verfolgenden Normszenarios.</li> </ul>	
Wer	Womit
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kern-Szenario-Team <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens zwei externen Experten (eine Person als Hauptmoderator und weitere Person zur Unterstützung)</li> <li>• Mindestens zwei internen Experten</li> </ul> </li> <li>• Bestenfalls mindestens 4 weitere Fachexperten</li> </ul>	Präsenz-Workshop: Metaplan-Technik Digitaler Workshop: Digitales Whiteboard-Tool Mindestens 3 verschiedene Räume für Arbeit in Kleingruppen Ausgedruckte oder digitale Szenario-Vorlage (Anhang A16)
Wie lange	Erforderliche Vorbereitung
Mindestens eine Stunde, bestenfalls ein voller Workshoptag	Bereitstellung einer Szenario-Vorlage pro Gruppe  Vollständig ausgefüllte Konsistenzmatrix
Ergebnisse	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnete Rohszenarien</li> <li>• Ausformulierte Szenarien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entschieden Normszenario</li> </ul>



## A15 Vorlage der Szenario-Interpretation

Lehrstuhl für Produktentstehung  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler

**HEINZ NIXDORF INSTITUT**  
UNIVERSITÄT PADERBORN

**Titel**

**Szenario -Ausprägungen**

**Welche Megatrends werden berücksichtigt?**

**Welche Werkzeuge werden berücksichtigt?**

**Beschreibung des Bildes:**  
**Wie sehen wir die Welt in dem Szenario?**

**Forderungen und Maßnahmen**

**Beispiel in 5 Worten**





## **Das Heinz Nixdorf Institut – Interdisziplinäres Forschungszentrum für Informatik und Technik**

Das Heinz Nixdorf Institut ist ein Forschungszentrum der Universität Paderborn, Es entstand 1987 aus der Initiative und mit Förderung von Heinz Nixdorf, Damit wollte er Ingenieurwissenschaften und Informatik zusammenführen, um wesentliche Impulse für neue Produkte und Dienstleistungen zu erzeugen, Dies schließt auch die Wechselwirkungen mit dem gesellschaftlichen Umfeld ein,

Die Forschungsarbeit orientiert sich an dem Programm „Dynamik, Mobilität, Vernetzung: Eine neue Schule des Entwurfs der technischen Systeme von morgen“, In der Lehre engagiert sich das Heinz Nixdorf Institut in Studiengängen der Informatik, der Ingenieurwissenschaften und der Wirtschaftswissenschaften,

Heute wirken am Heinz Nixdorf Institut acht Professoren mit insgesamt 130 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, Pro Jahr promovieren hier etwa 15 Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler,

## **Heinz Nixdorf Institute – Interdisciplinary Research Centre for Computer Science and Technology**


The Heinz Nixdorf Institute is a research centre within the Paderborn University, It was founded in 1987 initiated and supported by Heinz Nixdorf, By doing so he wanted to create a symbiosis of computer science and engineering in order to provide critical impetus for new products and services, This includes interactions with the social environment,

Our research is aligned with the program “Dynamics, Mobility, Integration: Enroute to the technical systems of tomorrow,” In training and education the Heinz Nixdorf Institute is involved in many programs of study at the Paderborn University, The superior goal in education and training is to communicate competencies that are critical in tomorrows economy,

Today eight Professors and 130 researchers work at the Heinz Nixdorf Institute, Per year approximately 15 young researchers receive a doctorate,







Das Erkennen der zukünftigen Entwicklungen von Technologien und Märkten ist erfolgskritisch für die Platzierung von Produkten am Markt. Die Szenario-Technik als Methode der Zukunftsvorausschau ermöglicht das Erkennen dieser Entwicklungen. Die Anwendung ist in der industriellen Praxis mit einem hohen Ressourcenaufwand, insbesondere durch Bindung von Entscheidungsträgern der Unternehmen, verbunden. Zur Reduktion des Anwendungsaufwands in der industriellen Praxis wird in dieser Dissertation die modellbasierte Szenario-Technik entwickelt. Die modellbasierte Szenario-Technik besteht aus einem Vorgehensmodell, einer mathematischen Modellierung und Berechnungsmethoden zur Automatisierung der Schritte der modellbasierten Szenario-Technik. Zur Umsetzung der modellbasierten Szenario-Technik in der industriellen Praxis wird sowohl ein Software-Tool, in dem die entwickelten Methoden umgesetzt sind, als auch eine Standarddramaturgie für Szenario-Workshops entwickelt. Die Validierung der modellbasierten Szenario-Technik wird anhand von zwei bilateralen Forschungsprojekten, zwei Szenario-Workshops mit Experten der Industrie und Wissenschaft sowie dem Forschungsprojekt ANYWHERE durchgeführt. Unter Einsatz von Algorithmen der künstlichen Intelligenz konnte die Anzahl der Konsistenzbewertungen im Schritt der Szenario-Analyse um 50% reduziert und die Einflussanalyse durch Anwendung des Page Rank Algorithmus automatisiert werden.