



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

DISSERTATION

**Vorgehensmodell zur Ermittlung von
Entwicklungspfaden und -maßnahmen für
technologieinduzierte Transformationsprozesse
industrieller Organisationen für die österreichische
Automobilindustrie**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der technischen Wissenschaften unter der Leitung von

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Dipl. Wirt.-Ing. Wilfried Sihn
E330 Institut für Managementwissenschaften

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Dipl.-Ing. Alessandro Sala



Wien, im November 2023

Alessandro Sala



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

Dissertation

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters Eides statt, dass ich meine Dissertation nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbstständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, genannt habe.

Weiters erkläre ich, dass ich dieses Dissertationsthema bisher weder im In- noch Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Ich nehme zur Kenntnis, dass die vorgelegte Arbeit mit geeigneten und dem derzeitigen Stand der Technik entsprechenden Mitteln (Plagiat-Erkennungssoftware) elektronisch-technisch überprüft wird. Dies stellt einerseits sicher, dass bei der Erstellung der vorgelegten Arbeit die hohen Qualitätsvorgaben im Rahmen der geltenden Regeln zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis „Code of Conduct“ an der TU Wien eingehalten wurden. Zum anderen werden durch einen Abgleich mit anderen studentischen Abschlussarbeiten Verletzungen meines persönlichen Urheberrechts vermieden.

Wien, im November 2023

Alessandro Sala

Danke!

Diese Dissertation entstand während meiner Tätigkeit bei der Fraunhofer Austria Research GmbH, sowie als Doktoratsstudent der Technischen Universität Wien.

In einer Zeit, in der technologische Veränderungen unseren Alltag prägen, wird eine intensive Auseinandersetzung mit diesen Prozessen immer wichtiger. Dies gilt umso mehr, wenn ganze Industriezweige, die seit Jahrzehnten für Innovation, Forschung und wertvolle Arbeitsplätze in unserer Gesellschaft stehen, von diesen Veränderungen betroffen sind. Genau hier, wo eine sachgemäße Aufarbeitung erforderlich ist und Theorie auf reale Herausforderungen trifft, entfaltet sich der wahre Wert anwendungsorientierter Forschung.

Ich bin dankbar, mit dieser Arbeit einen Beitrag zum besseren Verständnis von technologiegetriebenen Transformationsprozessen leisten zu können und einen Rahmen für die strukturierte Aufarbeitung eines derart umfangreichen Themas zur Verfügung zu stellen. Diese Arbeit ist nicht nur das Ergebnis intensiver wissenschaftlicher Arbeit, sondern auch das Produkt einer kollektiven Anstrengung. Daher möchte ich mich an dieser Stelle bei allen bedanken, die mich bei der Fertigstellung dieser Arbeit tatkräftig unterstützt und motiviert haben.

Zuerst möchte ich meinem Doktorvater, Herrn Prof. Sihm, für seine kontinuierliche Unterstützung und fachliche Betreuung während meiner Forschungsreise danken. Seine zügigen inhaltlichen und stilistischen Korrekturen haben entscheidend zur Qualität dieser Arbeit beigetragen. Ebenfalls danke ich meinem operativen Betreuer, Arko Steinwender, der mich für das Forschungsfeld des Technologiemanagements begeistert hat und immer für fachlichen Austausch zur Verfügung stand. Jan Henjes und Peter Schieder danke ich dafür, dass sie mir diesen Weg ermöglicht und maßgeblich zur Entstehung der Fallstudie beigetragen haben. Mein Dank geht auch an meine Kolleginnen und Kollegen bei Fraunhofer Austria für das stets hervorragende Arbeitsumfeld. Prof. Metternich (TU Darmstadt) und Prof. Ramsauer (TU Graz), meine Gutachter, möchte ich für ihre Bereitschaft, ihr Interesse und ihr wertvolles Feedback herzlich danken.

Neben der Unterstützung meiner Kolleginnen und Kollegen kann ein solches Vorhaben nur mit dem Rückhalt und der Unterstützung der Familie gelingen. Mein Dank gilt meiner Freundin Patricia, die mich ermutigt hat, auf dieses Ziel hinzuarbeiten, und mir den Rücken freigehalten hat. Abschließend möchte ich meiner Familie, insbesondere meinen Eltern Annette und Fabio, danken, die mir diesen Bildungsweg und eine von Anfang an sorgenfreie Studienzeit ermöglicht haben.

Kurzfassung

Wandeln sich die grundlegenden Parameter von Märkten oder dem Wettbewerbsumfeld in Folge von regulatorischen, technologischen oder konsumentengetriebenen Veränderungen, stehen Unternehmen in der Verantwortung, sich in neuen Zukunftsfeldern zu positionieren und umfassende Transformationsprozesse einzuleiten. Das Beispiel der Automobilindustrie zeigt, dass ein proaktives Handeln in neuen Technologien und Geschäftsfeldern zwingend erforderlich ist, um die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und Wohlstand sowie Arbeitsplätze in Europa zu sichern. Digitalisierung, Dekarbonisierung und neue Mobilitätskonzepte stellen die Industrie vor den größten Strukturwandel in der Geschichte der Automobilindustrie, der mit Chancen und Risiken für die Unternehmen und ihre Beschäftigten verbunden ist. Trotz des hohen Anpassungsdrucks fehlt es in der Branche vielfach an Strategien für den Strukturwandel und an Zukunftsinvestitionen.

Gleichzeitig liegt es in der Verantwortung öffentlicher Entscheidungsträgerinnen und -träger, die Rahmenbedingungen für die Unternehmen derart zu gestalten, dass eine innovative und zugleich wettbewerbsfähige Produktion am heimischen Standort überhaupt erst möglich ist. Die Identifikation aussichtsreicher Transformations- und Technologiepfade der Industrie ist damit essenziell, um wirksame Unterstützungsmaßnahmen in Form wirtschafts- und industriepolitischer Instrumente ins Leben zu rufen.

Aus der Sicht öffentlicher Entscheidungsträgerinnen und -träger fehlt es derzeit an Methoden, mit denen fundierte Entwicklungsperspektiven für Branchen im transformativen Wandel identifiziert und bewertet werden können. Bestehende Ansätze unterstützen entweder nur partiell strategie- und zukunftsorientierte Standortentscheidungen oder sind in Ihrer Methodik zu komplex und fokussiert auf Einzelunternehmen ausgerichtet. Ein systematisches Vorgehen ist notwendig, um nachhaltige Transformationsstrategien für Industriezweige abzuleiten und Investitionen und Förderungen aus Sicht der Industrie- und Technologiepolitik auf die richtigen Zukunftsfelder zu lenken.

In dieser Dissertation wird daher aufbauend auf dem aktuellen Stand der Technik ein Vorgehensmodell vorgestellt, mit dem systematisch Handlungsempfehlungen für Industrien in technologieinduzierten Transformationsprozessen abgeleitet werden können. Damit wird eine Grundlage für die Ausgestaltung wirtschafts- und industriepolitischer Instrumente geschaffen, um den transformativen Wandel seitens der öffentlichen Entscheidungsträgerinnen und -träger zu begleiten und im Sinne aller Stakeholder bestmöglich zu gestalten.

Abstract

When the fundamental characteristics of markets or the competitive environment change due to regulatory, technological or consumer-driven changes, companies are required to position themselves in new emerging fields and to initiate comprehensive transformation processes. The automobile industry shows that proactive positioning in new technologies and business areas is essential to maintain competitiveness and secure prosperity and jobs in Europe. Digitalisation, decarbonisation and new mobility concepts are confronting the industry with the biggest structural change in the history of the automotive industry, creating both opportunities and risks for companies and their employees. Despite the pressure to adapt, the industry often lacks strategies for structural change and investment in the future.

At the same time, it is the responsibility of public policymakers to shape the environment in such a way that innovative and competitive production is possible. Identifying promising transformation and technology paths for the industry is therefore essential in order to implement effective support measures in the shape of economic and industrial policy instruments. From the perspective of public policymakers, there is currently a lack of methodologies that can be used to identify and assess sustainable development opportunities for sectors undergoing transformational change. Existing approaches either only partially support strategic and forward-looking decisions for the country's business location, or their methodology is too complex and focused on individual companies. A systematic approach is needed to derive sustainable transformation strategies for industrial sectors and to direct investment and subsidies to the most promising opportunities.

Based on the current state of the art, this dissertation therefore aims to present a process model that can be used to systematically derive recommendations for action for industries in technology-induced transformation processes. The aim is to provide a basis for the design of economic and industrial policy instruments that can be used by public decision-makers to accompany transformative change and shape it in the best possible way for the benefit of all stakeholders.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Allgemeine Problemstellung und Zielsetzung	2
1.3	Methodische Vorgehensweise in der Arbeit	6
1.3.1	Aufbau der Arbeit	6
1.3.2	Wissenschaftssystematische Einordnung der Arbeit	7
2	Theoretische Grundlagen und Definitionen	9
2.1	Transformation in der produzierenden Industrie	9
2.1.1	Begriffsabgrenzungen	11
2.1.2	Betriebswirtschaftliche Einordnung der Veränderungsanforderungen ...	17
2.1.3	Forschungsrelevanz | Risiken struktureller Transformationsprozesse ...	21
2.1.4	Erfolgsfaktoren zur Gestaltung von Transformationsprozessen	23
2.1.5	Zusammenfassung	29
2.2	Ordnungsrahmen Technologiemanagement	30
2.2.1	Begriffsdefinition Technologiemanagement	31
2.2.2	Aufgaben des Technologiemanagements	32
2.2.3	Einordnung im operativen Technologiemanagement	35
2.2.4	Einordnung im strategischen Technologiemanagement	38
2.2.5	Zusammenfassung	41
2.3	Diversifikation im Ordnungsrahmen Technologiemanagement	42
2.3.1	Begriffsabgrenzungen	43
2.3.2	Kompetenzerhebung als Basis für die Diversifikation	47
2.3.3	Implikationen für das Vorgehensmodell in dieser Arbeit	50
3	Bewertung bestehender Lösungsansätze	52
3.1	Überblick und Praxiseinfluss	52
3.2	Stand der Technik	53
3.2.1	Methoden des Technologiemanagements	53
3.2.2	Forschungsfeld Diversifikation	57
3.2.3	Wertschöpfungsstudien und Methoden der Regionalanalyse	62
3.3	Zusammenfassung und Ableitung des Handlungsbedarfs	67
4	Abgrenzung und Forschungsfragen	68
5	Anforderungen an das Vorgehensmodell	70

6	Vorstellung des Vorgehensmodells.....	74
6.1	Struktur des Vorgehensmodells	74
6.2	Methodische Vorgehensweise im Vorgehensmodell	80
6.2.1	Phase 1 | Analyse der Ausgangssituation & Transformationsbasis	80
6.2.1.1	Schritt 1.1 | Systemstrukturierung und -eingrenzung.....	80
6.2.1.2	Schritt 1.2 | Technologische Analyse.....	85
6.2.1.3	Schritt 1.3 | Kompetenz-Mapping der Industrie	95
6.2.2	Phase 2 | Schlüsselfaktoren der Transformation & Szenarioanalyse...101	
6.2.2.1	Schritt 2.1 | Szenario-Vorbereitung	102
6.2.2.2	Schritt 2.2 | Szenariofeld-Analyse	104
6.2.2.3	Schritt 2.3 | Szenario-Prognostik	106
6.2.2.4	Schritt 2.4 | Szenario-Bildung.....	108
6.2.3	Phase 3 | Bewertung & Ableitung von Handlungsempfehlungen	111
6.2.3.1	Schritt 3.1 | Bewertung der Technologiefelder.....	111
6.2.3.2	Schritt 3.2 | Gap-Analyse der Schlüsselfaktoren	116
6.2.3.3	Schritt 3.3 | Erarbeitung allgemeiner Handlungsoptionen.....	118
6.2.3.4	Schritt 3.4 | Ableitung von Handlungsmaßnahmen	120
6.2.3.5	Schritt 3.5 | Bewertung und Kommunikation der Maßnahmen	123
7	Fallstudie der Arbeit	128
7.1	Einleitung in die Fallstudie	128
7.1.1	Transformationsanforderungen der Industrie	129
7.1.2	Risiko der Transformation für den Wirtschaftsstandort	132
7.1.3	Implikationen für die Transformation	133
7.2	Phase 1 | Analyse der Ausgangssituation & Transformationsbasis.....	134
7.3	Phase 2 | Schlüsselfaktoren der Transformation & Szenarioanalyse	157
7.4	Phase 3 | Bewertung & Ableitung von Handlungsempfehlungen	168
8	Resümee und Ausblick	189
8.1	Resümee	189
8.1.1	Beantwortung der Forschungsfragen.....	189
8.1.2	Erfüllung der Anforderungen an das Vorgehensmodell	191
8.2	Ausblick und weiterer Forschungsbedarf.....	194
9	Anhang.....	197
10	Literaturverzeichnis.....	198

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bezugssystem zum Design Science Ansatz und Aufbau der Arbeit	8
Abbildung 2: Wandlungstreiber der Produktion	10
Abbildung 3: Technologiesprünge im S-Kurven-Modell nach McKinsey.....	15
Abbildung 4: Flexibilität vs. Wandlungsfähigkeit.....	18
Abbildung 5: Ordnungsrahmen Technologiemanagement	34
Abbildung 6: Generelle Vorgehensweise bei der Zukunftsforschung	37
Abbildung 7: Produkt-/Prozesstechnologieeinfluss auf die Wettbewerbsstrategie.....	39
Abbildung 8: Erarbeitung von Technologiestrategien	41
Abbildung 9: Entscheidungsfragen zur Identifikation von Kernkompetenzen	46
Abbildung 10: Patentportfolio (links) und Kompetenzportfolio (rechts)	50
Abbildung 11: Untersuchungsfelder für den Stand der Technik.....	53
Abbildung 12: Untersuchungsfeld 1 - Methoden des Technologiemanagements	54
Abbildung 13: Untersuchungsfeld 2 - Forschungsfeld Diversifikation	58
Abbildung 14: Untersuchungsfeld 3 - Wertschöpfungsstudien und Methoden der Regionalanalyse, Auszug	64
Abbildung 15: Übersicht über die Grundstruktur des Vorgehensmodells mit Schritten und Inhalten.....	78
Abbildung 16: Schritt 1.1 | Teilaufgaben und Methodenbasis.....	80
Abbildung 17: Innovationssystem und Unternehmensumfeld	83
Abbildung 18: Schritt 1.2 | Teilaufgaben und Methodenbasis.....	86
Abbildung 19: Vorgehensweise zur Ermittlung quantitativer und qualitativer Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte von Produkt- und Prozessinnovationen in produzierenden Unternehmen nach Gommel (2016).....	87
Abbildung 20: Wertschöpfungspotenziale auf Komponentenebene	89
Abbildung 21: Standortfaktoren für eine wettbewerbsfähige Produktion	91
Abbildung 22: E1.2 | Bewertung und Normierung der technologischen Analyse	94
Abbildung 23: Elemente der technologischen Wettbewerbsfähigkeit	96
Abbildung 24: Schritt 1.3 | Teilaufgaben und Methodenbasis.....	97
Abbildung 25: E1.3 | Beurteilung der Kompetenzstärken und Standortfaktoren	100
Abbildung 26: Schritt 2.1 | Teilaufgaben und Methodenbasis.....	103
Abbildung 27: Schritt 2.2 | Teilaufgaben und Methodenbasis.....	104
Abbildung 28: Berechnung der Aktiv- und Relevanzsummen der Einflussfaktoren .	105
Abbildung 29: E2.2 | Aktiv-Passiv-Raster der Einflussfaktoren.....	106
Abbildung 30: Schritt 2.3 | Teilaufgaben und Methodenbasis.....	107
Abbildung 31: E2.3 | Ermittlung von Zukunftsprojektionen der Schlüsselfaktoren ...	107
Abbildung 32: Schritt 2.4 | Teilaufgaben und Methodenbasis.....	108
Abbildung 33: Konsistenzmatrix der Zukunftsprojektionen der Schlüsselfaktoren...	109
Abbildung 34: E2.4 | Ausprägungsliste der finalen Szenarien	110
Abbildung 35: Schritt 3.1 | Teilaufgaben und Methodenbasis.....	111

Abbildung 36: Ähnlichkeitsprofil der Standortanforderungen und -gegebenheiten ..	114
Abbildung 37: E3.1 | Technologieportfolioanalyse der betrachteten Komponenten.	115
Abbildung 38: Schritt 3.2 | Teilaufgaben und Methodenbasis	117
Abbildung 39: E3.2 | Gap-Analyse (Soll-Ist) der Schlüsselfaktoren	118
Abbildung 40: Schritt 3.3 | Teilaufgaben und Methodenbasis	119
Abbildung 41: E3.3 | Ableitung allgemeiner Handlungsfelder auf Basis des Soll-Ist- Abgleichs	120
Abbildung 42: Schritt 3.4 | Teilaufgaben und Methodenbasis	121
Abbildung 43: Matrix zur Ableitung technologiespezifischer Maßnahmen	122
Abbildung 44: E3.4 | Ableitung von Handlungsmaßnahmen	123
Abbildung 45: Schritt 3.5 | Teilaufgaben und Methodenbasis	124
Abbildung 46: E3.5 | Portfolio der Handlungsmaßnahmen	126
Abbildung 47: Änderungen der Komponenten elektrischer Antriebe	131
Abbildung 48: Globale Fahrzeugproduktion nach Antriebsart (Pkw und N1)	139
Abbildung 49: Beschäftigungspotenzial nach Komponenten (Pkw, N1, N2, N3)	140
Abbildung 50: E1.2 | Zusammenfassendes Anforderungsprofil der Komponenten ..	146
Abbildung 51: Beispiel eines Technologiesteckbriefes – Elektromotor	147
Abbildung 52: Verteilung der Unternehmen nach Tätigkeitsbereichen (ARGE)	149
Abbildung 53: Patentanalyse der österreichischen Automobilindustrie	151
Abbildung 54: Längsschnittanalyse der österreichischen Automobilindustrie	151
Abbildung 55: E1.3 | Bewertung der Kompetenzposition auf Komponentenebene ..	156
Abbildung 56: E1.3 | Bewertung der Standortfaktoren der Automobilindustrie	156
Abbildung 57: Auszug der Einflussfaktoren aus den definierten Einflussbereichen.	158
Abbildung 58: Einflussfaktorenbewertung mittels Einfluss- und Relevanzanalyse ..	159
Abbildung 59: E2.2 | Aktiv-Passiv-Raster zur Identifikation der Schlüsselfaktoren ..	160
Abbildung 60: E2.3 | Projektionen der Schlüsselfaktoren mit Zuordnung der Szenarien	161
Abbildung 61: E2.4 | Zuordnung Schlüsselfaktoren zu Szenarien	163
Abbildung 62: E3.1 | Bewertung der Technologiefelder im Technologieportfolio	169
Abbildung 63: Aufbereitung der Ist-Situation der Schlüsselfaktoren	171
Abbildung 64: E3.2 | Gap-Analyse (Soll-Ist) der Schlüsselfaktoren für die Fallstudie	174
Abbildung 65: E3.3 | Longlist Handlungsoptionen für die Transformation der Automobilindustrie	178
Abbildung 66: Bewertungsmatrix zur Erarbeitung von Handlungsmaßnahmen	180
Abbildung 67: E3.4 | Erarbeitung von Handlungsmaßnahmen auf Basis der Bewertungsmatrix	181
Abbildung 68: E3.5 | Portfolio zur Priorisierung der Handlungsempfehlungen	188
Abbildung 69: Untersuchungsfeld 3 - Wertschöpfungsstudien und Methoden der Regionalanalyse, vollständige Bewertung	197

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Klassen der Veränderungsfähigkeit eines Produktionssystems.....	20
Tabelle 2: ÖNACE - exemplarische Darstellung des Klassifikationsschemas	81
Tabelle 3: Exemplarische fünfstufige Likert-Skala mit Normierung.....	93
Tabelle 4: ÖNACE-Klassen im Betrachtungsrahmen	135

Abkürzungsverzeichnis

(Ö)NACE	Nomenclature of Economic Activities
APC	Advanced Propulsion Centre
BEV	Battery Electric Vehicle
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BoP	Balance of Plant
ca.	circa
CIS	Community Innovation Survey
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
d. h.	das heißt
DESI	Digital Economy & Society Index
EIS	European Innovation Scoreboard
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
EUR	Euro
F&E	Forschung und Entwicklung
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle
FFG	Forschungsförderungsgesellschaft
H ₂	Wasserstoff
HEV	Hybrid Electric Vehicle
ICE	Internal Combustion Engine
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
inkl.	inklusive
IoT	Internet of Things
IPC	International Patent Classification
IPCEI	Important Projects of Common European Interest
IT	Informationstechnologie
kg	Kilogramm
KI	Künstliche Intelligenz
KOM	Kraftomnibusse

Krad	Krafträder
kWh	Kilowattstunde
Li-Ion	Lithium-Ionen-Technologie
Lkw	Lastkraftwagen
M&A	Merger and Acquisition
N1	Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von nicht mehr als 3.500 kg
N2	Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3.500 kg und nicht mehr als 12.000 kg
N3	Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 12.000 kg
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OEM	Original Equipment Manufacturer
PEM	Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle
Pkw	Personenkraftwagen
RFTE	Rat für Forschung und Technologieentwicklung
u.a.	unter anderem
VKM	Verbrennungskraftmaschinen
WGBU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für globale Umweltveränderungen
WIPO	World Intellectual Property Organization
WTO	World Trade Organization
z. B.	zum Beispiel

1 Einleitung

1.1 Motivation

Die Automobilindustrie befindet sich inmitten einer tiefgreifenden Transformation. Der disruptive Wandel des Automobils von einem mit fossilen Brennstoffen betriebenen mechatronischen Objekt hin zu einem elektrifizierten und datenbasierten Produkt stellt die betroffenen Unternehmen vor große Herausforderungen. Die mit den neuen Technologien und Produkten einhergehenden Veränderungen der Produktkomplexität, der Produktions- und Prozessstrukturen sowie der Qualifikationsanforderungen bergen insbesondere für die rund 355.000 Beschäftigten in der automobilen Wertschöpfungskette erhebliche Risiken¹ und erfordern eine strategische Neupositionierung des viertgrößten Industriebereichs Österreichs.

Was heute funktioniert, kann morgen schon wieder in Vergessenheit geraten. Wo sich die Märkte schnell verändern und neu erfinden, müssen auch die Unternehmensstrategien diesem Wandel folgen.² Insbesondere durch die aufkommende Elektrifizierung des Antriebsstranges und Digitalisierung der Fahrzeuge müssen die Zulieferer und Hersteller zunehmend ihre Produktportfolios anpassen.³ Für die betroffenen Unternehmen der Automobilindustrie gilt es, die Chancen im Heimatmarkt mit den vorhandenen Leitmarktpotenzialen für viele Zukunftsmärkte zu nutzen.⁴ Nach Industriebefragungen sieht ein großer Teil der Manager in der Automotive-Branche mit Begeisterung auf die sich ergebenden Chancen, allerdings herrscht Uneinigkeit, welche Entwicklungen die Zukunft bereithält.⁵

Ein Scheitern der Transformation kann dramatische Folgen haben. Mit den zunehmenden Verlagerungstendenzen von Produktionskapazitäten in den osteuropäischen und asiatischen Raum⁶ steht weit mehr auf dem Spiel als das Schicksal einzelner betroffener Unternehmen. Der Blick auf vergangene Transformationsprozesse und strukturschwache Regionen, wie z. B. die von der Stahl- und Montanindustrie geprägten ehemaligen Bergbauregionen in Deutschland, zeigt, dass die bestehenden Strukturprobleme kaum auf eine Verschlechterung der natürlichen Standortfaktoren zurückzuführen sind. Die Ursachen liegen vielmehr im Bedeutungsverlust der jeweils dominierenden Produktionszweige.⁷

¹ vgl. Industriellenvereinigung (IV) 2021, S. 9.

² vgl. Rotzinger 2017, S. 274.

³ vgl. Schreckenberger et al. 2021, S. 26.

⁴ vgl. Dispan und Pfäfflin 2014, S. 7.

⁵ vgl. KPMG International 2021, S. 3.

⁶ vgl. Schreckenberger et al. 2021, S. 29.

⁷ vgl. Klodt 2018a.

Für den transformativen Wandel der Automobilindustrie gilt es daher, einen Bedeutungsverlust des Industriestandortes zu vermeiden, bestehende Strukturen zukunftsfähig auszurichten und den Aufbau neuer Wertschöpfungsketten in strategischen Zukunftsfeldern zu initiieren. Dabei stellt sich die Frage, wie erfolgversprechende Transformations- und Technologiepfade für diesen Industriezweig identifiziert und in wirksame industrie- und wirtschaftspolitische Steuerungsinstrumente überführt werden können.

Im Folgenden werden die mit dem transformativen Wandel verbundenen Herausforderungen sowohl aus Sicht der produzierenden Unternehmen als auch aus Sicht des Wirtschaftsstandortes aufgegriffen und erläutert.

1.2 Allgemeine Problemstellung und Zielsetzung

Herausforderungen aus Sicht der betroffenen Unternehmen

Eine potenzielle Reaktionsstrategie produzierender Unternehmen liegt in der systematischen Diversifikation in neue Geschäftsfelder, beispielsweise im Umfeld elektrifizierter Antriebsstränge – Unternehmen, die sich auf zu wenige Geschäftsfelder fokussieren und alles auf eine Karte setzen, riskieren eben alles zu verlieren, wenn das Kerngeschäft in eine Krise gerät.⁸ Besonders unter kleinen und mittleren Unternehmen bieten sich technologie- und kompetenzbasierte Ansätze an, um durch Nutzung von Synergiepotenzialen bestehende Ressourcen und Kompetenzen vielfältig einzusetzen. Solche Unternehmen sind beispielsweise in der Lage, ihre einzigartigen technologischen Kompetenzen in verschiedenen Märkten einzusetzen und sind damit weniger abhängig von Absatzschwankungen in einzelnen Marktsegmenten.⁹ Der Erfolg gibt den diversifizierten Unternehmen recht. Während die Devise noch vor einiger Zeit lautete, sich auf das Kerngeschäft zu konzentrieren, belegen Studien, dass diversifizierte Unternehmen in der Regel erfolgreicher sind als fokussierte, gemessen am relativen Umsatz- und EBIT-Wachstum,¹⁰ ebenso wie der Krisenresistenz.¹¹

Die Option der Diversifikation ist, wie in der gesamten produzierenden Industrie, auch in der Automobilindustrie ein gängiges Instrument. Insbesondere für Zulieferer bietet die Diversifizierung des Produktspektrums die Möglichkeit, eine höhere Auslastung der Produktion zu erreichen und die Abhängigkeit von dominierenden Erstausrüstern (OEMs) mit den möglichen Auftragsschwankungen am Ende der Wertschöpfungskette zu reduzieren. So steigt beispielsweise der Automobilhersteller Porsche ebenso wie drei große Zulieferer Bosch, Mahle und Brose in das E-Bike- und Pedelec Geschäft

⁸ vgl. Busch et al. 2011, S. 24.

⁹ vgl. Schuh et al. 2013, S. 2345.

¹⁰ vgl. Busch et al. 2011, S. 22.

¹¹ vgl. Lehner 2014, S. 1.

ein, um sich durch Diversifizierung der Produktpalette auf anstehende Veränderungen vorzubereiten.¹²

Auf der Kehrseite wird den Diversifikationsstrategien im Vergleich zu anderen Wachstumsstrategien generell ein höheres Risiko zugeschrieben.¹³ Verstärkt durch hohe Anfangsinvestitionen und knappe Personalressourcen scheitern viele Unternehmen auf dem Weg der Diversifizierung, da in den neuen Märkten Fähigkeiten, Kompetenzen und spezielle Strukturen gefordert werden, welche die Unternehmen nicht aufbringen.¹⁴ Eine Diversifikationsabsicht stellt Unternehmen vor die Herausforderung, potenzielle Zielmärkte, vorhandene Kundenbedürfnisse als auch Alleinstellungsmerkmale ihrer neuen Produkte zu identifizieren¹⁵ und setzt damit eine ausführliche Marktbeobachtung und tiefgreifende Analysen des neuen Zielmarktes voraus.¹⁶

Durch das exponentielle Wachstum der Datenmengen sind relevante Informationen in immer größeren wissenschaftlichen und kommerziellen Datenpools verfügbar. Mit zunehmender Qualität und Quantität der Daten steigt jedoch auch die Komplexität der Recherche, insbesondere hinsichtlich der Aufgabe, alle relevanten „Nadeln im Heuhaufen“ zu identifizieren. Speziell kleine und mittlere Unternehmen stehen vor der Schwierigkeit, nicht auf teure Expertinnen- und Expertennetzwerke und personalintensive Rechercheprozesse zurückgreifen zu können.¹⁷

Infolgedessen ist es nicht verwunderlich, dass die Bewertung identifizierter Diversifikationsoptionen in der Praxis bei einem Großteil der Unternehmen eher auf Basis eines „Bauchgefühls“ erfolgt, da es an zuverlässigen Informationen mangelt und quantitative Analysen nicht anwendbar sind. Obendrein neigen Entscheider dazu, Alternativen, über die mehr Informationen vorhanden sind, positiver zu bewerten. Die Auswahl geeigneter Diversifikationsoptionen wird damit ebenso wie der Erfolg des Vorhabens dem Zufall überlassen.¹⁸

Zusammenfassend liegen die Herausforderungen des transformativen Wandels aus Sicht der produzierenden Unternehmen vor allem in der Identifikation und Bewertung neuer Marktpotenziale, um die sich bietenden Chancen zu nutzen und die Abhängigkeiten vom transformativen Kerngeschäft zu reduzieren.

¹² vgl. Schwarzer 2021.

¹³ vgl. Fichtner 2008, S. 188.

¹⁴ vgl. Schuh et al. 2013, S. 2344.

¹⁵ vgl. Schuh et al. 2015b, S. 532.

¹⁶ vgl. Kohne 2016, S. 59.

¹⁷ vgl. Schmitz et al. 2017, S. 24–34.

¹⁸ vgl. Schuh et al. 2020, S. 1.

Herausforderungen aus Sicht des Wirtschaftsstandorts

Die Europäische Union (EU) ist einer der weltweit größten Hersteller von Kraftfahrzeugen. Die Automobilindustrie und die damit verbundenen Arbeitsplätze sind daher von entscheidender Bedeutung für den Wohlstand in Europa. Nach jüngsten Angaben der Europäischen Kommission bietet der Automobilsektor 13,8 Millionen Europäerinnen und Europäern direkte und indirekte Arbeitsplätze, was 6,1 Prozent der Gesamtbeschäftigung in der EU entspricht. 2,6 Millionen Menschen arbeiten direkt in der Automobilproduktion, was 8,5 Prozent der Beschäftigung im verarbeitenden Gewerbe in der EU entspricht. Um seine technologische Führungsposition zu behaupten, ist der Automobilsektor auch der größte private Investor in Forschung und Entwicklung in Europa.¹⁹ Für Volkswirtschaften, in denen die Automobilindustrie einen relevanten Beitrag zur Wirtschaftsleistung des Landes leistet, ist die aktive Gestaltung des Strukturwandels damit von größter Priorität.

Ein weiteres Risiko besteht in der engen Verflechtung des Automobilsektors mit anderen Industrien und dem Dienstleistungssektor. Als einer der wesentlichen Erfolgsfaktoren der europäischen Automobilindustrie wird die "produktionswissensbasierte Produktinnovation" angesehen, d. h. die Fähigkeit, spezifisches Produktionswissen in Produktinnovationsprozesse einzubringen.²⁰ Die enge Verzahnung zwischen Produktionswerken und F&E-Standorten bildet das Erfolgsmodell der Branche, birgt aber gleichzeitig eines der größten Risiken für die Zukunft: In Folge steigender Auslandsverlagerungen, verlieren auch Forschungs- und Entwicklungsleistungen durch geographische Entkopplung zunehmend an Wert, sodass ganze regionale Wertschöpfungs- und Innovationscluster auf dem Spiel stehen.²¹ Bezogen auf konkrete Produktanwendungen führt z. B. der steigende Bedarf an Halbleiterbauelementen, die zu einem immer größeren Anteil aus dem asiatischen Raum kommen, zu geographischen Verschiebungen und Kompetenzkonzentrationen in führenden Regionen außerhalb Europas. Der österreichische Rat für Forschung und Technologieentwicklung sieht die industrielle Wettbewerbsposition Europas - und damit auch Österreichs - vor allem gegenüber den USA und China zunehmend gefährdet.²²

Um destruktive Wirkungen im Automobilsektor und verbundenen Branchen²³ zu vermeiden, sind richtungsweisende industrie-, technologie- und standortpolitische Entscheidungen zu treffen. Gefragt sind politische Strategien, die Unternehmen in die Lage versetzen, neues Wissen zu generieren und mit vorhandenen Kompetenzen zu

¹⁹ vgl. Europäische Kommission 2022c.

²⁰ vgl. Dispan et al. 2021, S. 170.

²¹ vgl. Dispan et al. 2021, S. 169.

²² vgl. RFTE 2021, S. 1.

²³ vgl. Imhof 2014, S. 84ff.

verknüpfen.²⁴ So kann die Diffusion künftiger Leittechnologien beispielsweise durch Schaffung von Investitionsanreizen für die Industrie gefördert werden.

Die Erschwernisse liegen wie bei Unternehmen in der genauen Vorhersage der Zukunft und der Identifikation förderlicher Maßnahmen. So gilt es, auf Basis der gegebenen Standortvorteile und Kompetenzen die richtigen Transformations- und Technologiepfade zu identifizieren, um durch die Ausgestaltung wirtschafts- und industriepolitischer Instrumente Rahmenbedingungen zu schaffen, in denen Unternehmen Innovationen generieren und den transformativen Wandel bewältigen können.

Zusammenfassend stellt sich die Frage, wie mit strukturellen Transformationsprozessen und dem vielschichtigen Wandel aus einer industrie- aber auch wirtschafts- und standortpolitischen Perspektive umzugehen ist. Zweifelsfrei ist ein strukturiertes Vorgehen notwendig, um alle Stakeholder, als auch die aufgewendeten Ressourcen unter demselben Zielbild zu vereinen und Wertschöpfung und damit Arbeitsplätze am Standort langfristig zu sichern.

Ziel der Arbeit und angestrebte Ergebnisse

Traditionelle Strategieentwicklungsprozesse, die ihren Ursprung in stabilen Geschäftsumgebungen mit langen Reaktionszeiten und hoher Vorhersehbarkeit der Zukunft haben, sind im heutigen internationalen und schnelllebigen Umfeld nicht mehr anwendbar.²⁵ Angesichts dynamischer, turbulenter und wettbewerbsintensiver Geschäftsumgebungen sowie steigender Informationsflut werden praktikable und ganzheitliche Analysemodelle benötigt, um Transformationsprozesse strukturiert aufzubereiten, Chancen zu identifizieren und entsprechende Handlungsmaßnahmen abzuleiten.

Innovative Potenziale für die Entwicklung solcher Analysemodelle ergeben sich aus der Adaption und Anwendung ressourcen- und kompetenzorientierter Ansätze auf betriebswirtschaftlicher Ebene auf Fragestellungen, die einen ganzen Industriezweig betreffen. Ziel dieser Arbeit ist es daher, durch die Kombination von Elementen des Technologiemanagements, der Diversifikations- sowie der Transformationsforschung eine systematische Erarbeitung von Handlungsmaßnahmen zur Einflussnahme technologieinduzierter Transformationsprozesse zu ermöglichen. Darauf aufbauend sollen öffentliche Entscheidungsträgerinnen und -träger in die Lage versetzt werden, mit wirtschafts- und industriepolitischen Instrumenten gestaltend in die Transformation einzugreifen. Je früher relevante Chancen und Risiken für die Transformation in der Planung erkannt werden, desto größer ist der gegebene Handlungsspielraum für alle Beteiligten.²⁶

²⁴ vgl. Koschatzky 2018b, 209.

²⁵ vgl. Schuh et al. 2019, S. 1.

²⁶ vgl. Gausemeier et al. 2016, S. 1.

Als Ergebnis der Arbeit wird folglich ein Vorgehensmodell konzeptioniert, um Transformationspfade und Handlungsfelder für Industrien in strukturellen Transformationsprozessen systematischer und zugeschnitten auf vorhandene Kompetenzen des Standorts ableiten zu können. Unter Kombination quantitativer als auch qualitativer Methoden soll das Vorgehensmodell den Entwicklungsspielraum der Industrie besser eingrenzen, gegebene Chancen aufzeigen und damit die Gestaltung wirtschafts- und industriepolitischer Instrumente ermöglichen. Das Vorgehensmodell wird am Fallbeispiel der Transformation der österreichischen Automobilindustrie angewendet, um Handlungsfelder für die Gestaltung der Transformation in Richtung elektrifizierter Antriebsstränge zu identifizieren.

1.3 Methodische Vorgehensweise in der Arbeit

1.3.1 Aufbau der Arbeit

Die Struktur der vorliegenden Arbeit ist in acht Kapitel gegliedert. Nach der Formulierung der Motivation und Zielsetzung in **Kapitel 1** widmet sich das folgende **Kapitel 2** der Aufarbeitung der theoretischen Basis, welche dieser Arbeit zugrunde liegt. Das Kapitel ist in drei Unterkapitel gegliedert, welche sich mit folgenden Aufgabenstellungen auseinandersetzen:

- **Kapitel 2.1** dient primär der Präzisierung des Transformationsbegriffes und folglich der weiteren Ein- und Abgrenzung dieser Arbeit im Rahmen der Transformationsforschung. Zusätzlich werden Erfolgsfaktoren des transformativen Wandels adressiert.
- **Kapitel 2.2** beleuchtet die Zielsetzungen der Arbeit im Ordnungsrahmen des Technologiemanagements, um relevante methodische Impulse für die Aufarbeitung technologieinduzierter Transformationsprozesse aufzunehmen.
- **Kapitel 2.3** liefert die Grundlage für den Innovationsbeitrag dieser Arbeit, indem bestehende kompetenzorientierte Ansätze aus der Unternehmensforschung auf die Analyse von Transformationspfaden für Industriebranchen übertragen werden.

Kapitel 3 bestätigt die Relevanz und den Bedarf systematischer Vorgehensweisen, indem der Stand der Technik bestehender Konzepte, Methodiken und wissenschaftlicher Publikationen eingehend vorgestellt werden. Aus der Synthese der theoretischen Grundlage und dem Stand der Technik wird der resultierende Handlungsbedarf in **Kapitel 4** abgeleitet und Ziele sowie Forschungsfragen der Arbeit spezifiziert. Darauf aufbauend werden in **Kapitel 5** die Anforderungen an das Vorgehensmodell formuliert.

Kapitel 6 dient der Vorstellung des Vorgehensmodells zur Identifikation von Handlungsmaßnahmen in technologieinduzierten Transformationsprozessen. Dazu wird zunächst ein Überblick des aufgebauten Vorgehensmodells gegeben, um in weiterer Folge die einzelnen Phasen detailliert vorzustellen. In **Kapitel 7** wird das Vorgehensmodell am Fallbeispiel der Transformation der österreichischen Automobilindustrie getestet und veranschaulicht. **Kapitel 8** dient abschließend der Zusammenfassung der Arbeit sowie dem Ausblick auf künftige Forschungsfragen im Rahmen der analysierten Themenstellung.

Die Gliederung der vorliegenden Arbeit ist in Abbildung 1 zusammen mit der nachfolgend beschriebenen wissenschaftssystematischen Einordnung dargestellt.

1.3.2 Wissenschaftssystematische Einordnung der Arbeit

Aus Sicht der wissenschaftssystematischen Methodik ordnet sich diese Arbeit in Abbildung 1 dem Ansatz des „*Design Science*“ nach Hevner et al. (2004) unter, welcher die Grenzen der mensch- und organisationsbezogenen Fähigkeiten um innovative Artefakte, bestehend aus Konstrukten, Modellen, Methoden, erweitert.²⁷ Der Ansatz zielt darauf ab, reale Probleme und Forschungslücken durch die systematische Entwicklung sogenannter „Artefakte“ anzugehen, zu lösen und schließlich deren Wirkung in der Praxis zu validieren. Das Vorgehensmodell zur Erarbeitung von Handlungsmaßnahmen stellt dieses zu entwickelnde Artefakt dar.

Entsprechend der Struktur in Abbildung 1 und der wissenschaftssystematischen Einordnung nach *Design Science* ist zunächst der Forschungsbedarf und das praxisrelevante Problem zu erheben. In der vorliegenden Arbeit wird der Forschungsbedarf auf Basis einer systematischen Literaturrecherche in Kombination mit empirischen Analysen identifiziert.

Zur Aufarbeitung der theoretischen Grundlagen werden zu Beginn der Arbeit drei Themenfelder beleuchtet:

Mit dem gegebenen Technologiebezug wird die Arbeit zunächst im Kontext des Technologiemanagements eingeordnet. Die Einordnung dient dem Zweck, bei der Konzeption des Vorgehensmodells auf den fundierten Pool qualitativer und quantitativer, normativer sowie explorativer Methoden der Technologiebewertung und Technikfolgeneinschätzung zurückgreifen zu können.

Mit dem Kompetenzbezug des Vorgehensmodells besteht eine enge Verbindung zum Forschungsfeld der Diversifikation, das sich aus markt- und ressourcenorientierter Perspektive intensiv mit der Erweiterung des Leistungsprogramms von Unternehmen auf neue Produkte und neue Märkte auseinandersetzt. Für die Analyse des Stands der

²⁷ vgl. Hevner et al. 2004.

Technik werden im zweiten Schwerpunkt damit Modelle zur Identifikation und Bewertung von Diversifikationspotenzialen in der wissenschaftlichen Literatur recherchiert. Anschließend wird geprüft, inwieweit diese Modelle geeignet sind, Aussagen über die Entwicklungsperspektiven eines Industriezweigs bzw. einer Branche zu ermöglichen.

Im dritten Schwerpunkt werden aktuelle Methoden der Branchenanalyse gegenübergestellt, die bisher als Grundlage für die Ableitung industrie-, wirtschafts- oder technologiepolitischer Entscheidungen dienen. Ziel ist es, einen Überblick über gängige Verfahren und Praktiken zu geben, um daraus den Bedarf abzuleiten.

Basierend auf diesen Ergebnissen werden anschließend die Forschungslücken als auch Anforderungen an das Vorgehensmodell definiert. Mit den gewonnenen Erkenntnissen und der identifizierten Methodenbasis wird das Vorgehensmodell entworfen und abschließend anhand des Fallbeispiels der „Transformation der österreichischen Automobilindustrie“ hinsichtlich seiner Effektivität validiert.

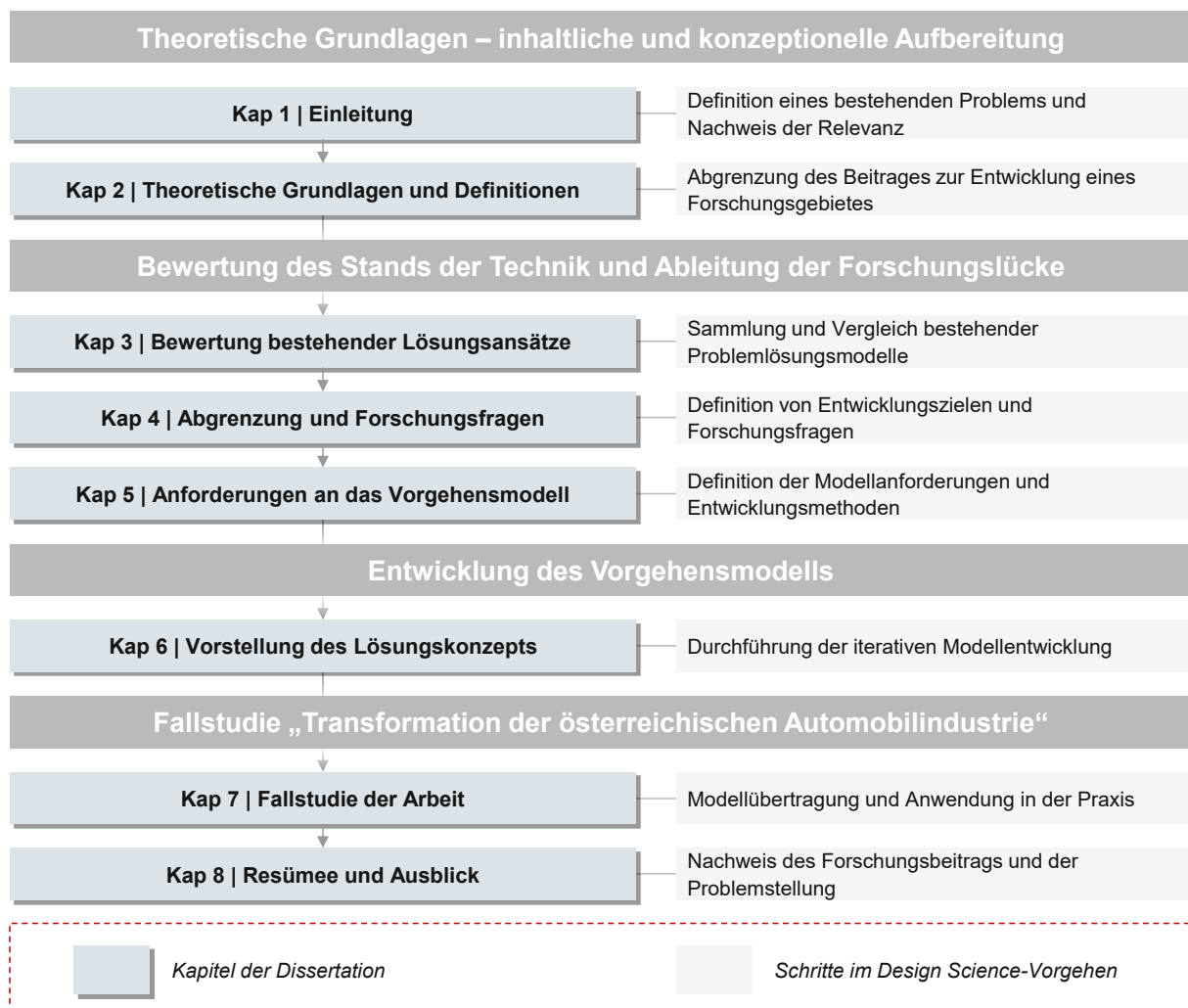


Abbildung 1: Bezugssystem zum Design Science Ansatz und Aufbau der Arbeit

2 Theoretische Grundlagen und Definitionen

2.1 Transformation in der produzierenden Industrie

Die Strukturen der Industrie verändern sich: Die moderne Industrie ist intelligent und kapitalintensiv und wandelt sich zu einem mehr oder weniger intelligenten ökologischen Akteur.²⁸ In den fortschrittlicheren Volkswirtschaften ist der Strukturwandel stark von der Tertiarisierung geprägt, da vor allem der Handel und die Dienstleistungen stetig wachsen. Der Industriesektor verliert jedoch nicht an Bedeutung, da spezialisierte unternehmensorientierte Dienstleistungen für ihre Wettbewerbsfähigkeit einen effizienten industriellen Kern benötigen.²⁹

Die Industrie ist per Definition im Kern eine Materialtransformation. Die industrielle Produktion umfasst jedoch auch andere Prozesse. Dazu gehören z. B. der Handel mit Produkten, Lagerarbeit, Management- oder Verwaltungsprozesse. Diese haben alle eine andere Logik, aber alle Prozesse schaffen Wertschöpfung. Diese technischen und wirtschaftlichen Prozesse müssen so koordiniert werden, dass ein nachhaltiges, marktfähiges Produkt entsteht. Zudem bringt die moderne Industrie veränderte Organisationsstrukturen mit sich, die frühere hierarchische Struktur wandelt sich in eine Netzwerkbeziehungsstruktur, in der ständig neue Kooperationen entstehen. Dieses flexible Effizienzkriterium wirft neue Fragen und Risiken hinsichtlich ihrer Kontrollierbarkeit auf.³⁰

Auch im Bereich der Technik treten neue Formen eines Endproduktes auf. Es werden auch Produkte hergestellt, die keine materielle Transformation durchlaufen, aber ohne technische Medien nicht entstehen können. Vor allem in der Informationstechnologie treten solche technisch-informationellen Hybride auf. Diese Ausweitung der Transformationsprozesse hebt den industriellen Kern nicht auf, sondern verschleiert ihn nur. Die Produktionen ergänzen sich mit Dienst- und Wissensleistungen zu neuen hybriden Gütern.³¹ Vor allem höherwertige, wissensbasierte Dienstleistungen erhöhen die industrielle Wettbewerbsfähigkeit. Bei diesen spezialisierten Dienstleistungen ist die Bedeutung der Industrie wichtiger als in einigen empirischen Analysen angenommen.³²

Die voranschreitende Tertiarisierung³³ ist in modernen Industriesektoren nicht der einzige Veränderungstreiber. Da das Unternehmensumfeld aus Märkten, Techno-

²⁸ vgl. Priddat 2012, S. 626.

²⁹ vgl. Hamm 2013, S. 87ff.

³⁰ vgl. Priddat 2012, S. 627f.

³¹ vgl. Priddat 2012, S. 628.

³² vgl. Hamm 2013, S. 97f.

³³ vgl. Wildemann 2010, S. 27.

logien und Ressourcen turbulent ist,³⁴ stellen vielfältige Entwicklungen produzierende Unternehmen vor Herausforderungen. Neben regelmäßig auftretenden Krisen und Konjunkturerbrüchen führen auch neue technologische Entwicklungen und Umweltveränderungen, wie etwa der Einzug von Industrie 4.0-Technologien in Unternehmen, zu großen Veränderungen.³⁵ Als hochdynamische sozio-technische Systeme sind moderne Industrieunternehmen mehr oder weniger verpflichtet, auf diese auftretenden Ereignisse bzw. Krisen schnell und akkurat reagieren zu können. In der Literatur wird zwischen internen (endogenen) und externen (exogenen) Wandlungstreibern und Krisenauslösern unterschieden.³⁶ Ein für diese Arbeit umfangreiches Rahmenwerk liefern Westkämper und Löffler (2016) in Abbildung 2.

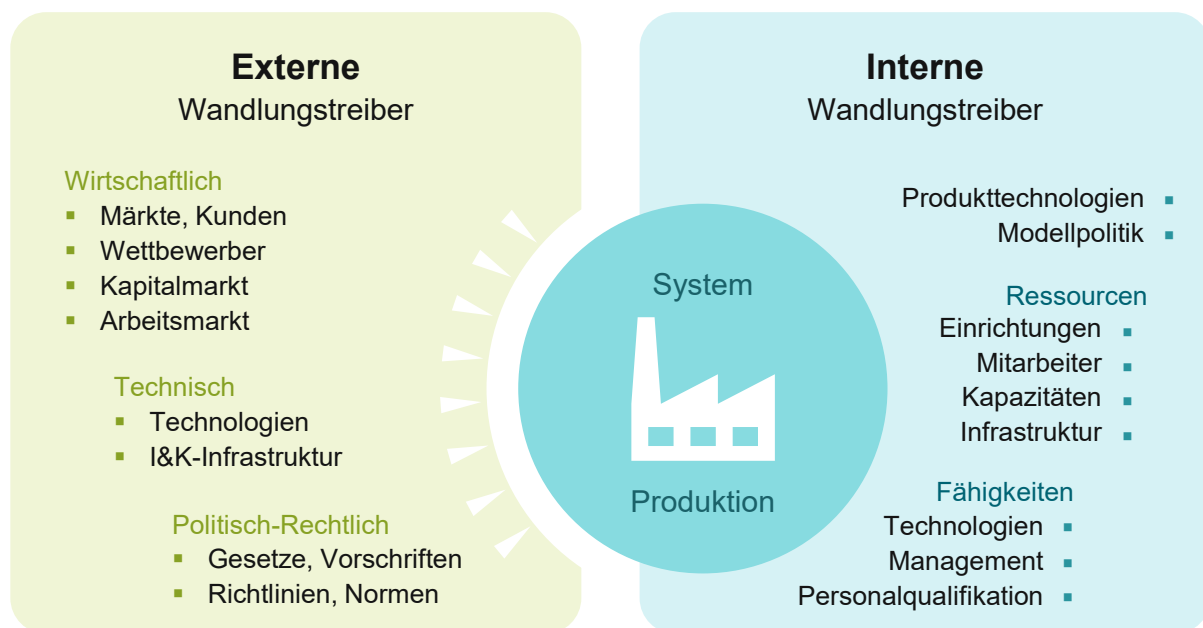


Abbildung 2: Wandlungstreiber der Produktion³⁷

Während interne Wandlungstreiber aus dem Wandel von Ressourcen, Fähigkeiten und der inneren Organisation eines Unternehmens entstehen, sind externe Treiber vorwiegend markt- und feldgetrieben und entspringen den Turbulenzen des Umfelds.³⁸

Externe Ursachen können beispielsweise aus konjunkturellen und strukturpolitischen Entwicklungen, Änderungen auf dem Arbeitsmarkt oder einem Wandel der Lieferketten und der Rohstoffversorgung resultieren.³⁹ Einer stetigen Änderungsdynamik in Form konstruktiver Anpassungen in laufenden Produktprogrammen sind Unternehmen zudem durch tendenziell kürzere Produktlebenszyklen und den daraus resultierenden Schwankungen der Nachfrage und technischen Anforderungen an die Produkte

³⁴ vgl. Westkämper und Löffler 2016, S. 50.

³⁵ vgl. Endres et al. 2015, S. 29ff; vgl. Feichter und Ruthner 2016, S. 39.

³⁶ vgl. Beck et al. 2008, S. 414ff; Wildemann 2010, S. 27; Westkämper und Löffler 2016, S. 54; Krüger und Bach 2014, S. 15ff.

³⁷ vgl. Westkämper und Löffler 2016, S. 54.

³⁸ vgl. Westkämper und Löffler 2016, S. 54.

³⁹ vgl. Wildemann 2010, S. 27.

ausgesetzt.⁴⁰ Nach durchgeführten Industriebefragungen gehören technologische Änderungen zu den wichtigsten externen Einflussfaktoren, gefolgt von personellen Fähigkeiten und Marktveränderungen.⁴¹

Insbesondere die externen Wandlungstreiber sind durch beschwerliche Kontrollierbarkeit in der Lage, Krisen in der produzierenden Industrie herbeizurufen. Überlebensfähig ist nur, wer es schafft sich an die stetig ändernden Umgebungsanforderungen anzupassen.⁴² In den Wirtschaftswissenschaften wird das erfolgreiche Reagieren auf Ausnahmesituationen mit dem Konzept der Resilienz beschrieben. Demnach befindet sich ein System im Gleichgewicht, bis äußere Einwirkungen dieses Gleichgewicht stören. Bei ausreichender Resilienz findet das System wieder zurück in den ursprünglichen Ausgangszustand.⁴³ Für die im Rahmen dieser Arbeit im Vordergrund stehende „strukturelle Transformation“ ist begrifflich eine Unterscheidung zur „Unternehmenskrise“ zu treffen. Eine Krise wird in der Literatur als unerwartete Störung mit temporaler Ausdehnung beschrieben,⁴⁴ dessen ambivalenter Verlauf die Existenz eines Unternehmens aufgrund fehlender Erfolgspotentiale und Liquidität ernsthaft gefährdet kann.⁴⁵ Im Gegensatz zu solchen Ausnahmesituationen sind Strukturveränderungen, die auch aus normalen Industriezyklen entstehen, von inkrementellem Charakter. Somit haben Unternehmen einen ausreichend großen Spielraum, um sich den geänderten Rahmenbedingungen anzupassen.⁴⁶

Um eine hinreichend genaue Eingrenzung des Untersuchungsraums dieser Arbeit zu erlangen, widmet sich das folgende Unterkapitel einer exakten Begriffsdefinition und -abgrenzung aus der wissenschaftlichen Literatur.

2.1.1 Begriffsabgrenzungen

Transformationsbegriff

Der Begriff „Transformation“ wird in verschiedenen Forschungsrichtungen beispielsweise im gesellschaftlichen, volkswirtschaftlichen, ökologischen als auch dem betriebswirtschaftlichen Kontext unterschiedlich verwendet.⁴⁷ So werden neben dem Gegenstand der Transformation etwa die Reichweite, die Geschwindigkeit oder die Mittel, die zur Initiierung von Wandlungsprozessen benötigt werden, kontrovers diskutiert.⁴⁸ Transformationsprozesse können dabei in abgegrenzten Systemen sowohl von kurz- bis mittelfristiger Natur sein, beispielsweise bezogen auf eine

⁴⁰ vgl. Westkämper und Löffler 2016, S. 54–55.

⁴¹ vgl. Krüger und Bach 2014, S. 15ff.

⁴² vgl. Westkämper und Löffler 2016, S. 50; vgl. Kohne 2016, S. 3.

⁴³ vgl. Holling, S. 2ff.

⁴⁴ vgl. Merten 2014, S. 156; Schulze 2011, S. 21.

⁴⁵ vgl. Krystek und Moldenhauer 2007, S. 33.

⁴⁶ vgl. Wildemann 2010, S. 6.

⁴⁷ vgl. Andrachuk und Armitage 2015, S. 25.

⁴⁸ vgl. Jacob et al. 2015, S. 5.

Technologie oder einem Geschäftsmodell. Gleichzeitig können diese aber auch langfristige Änderungsprozesse im gesamtgesellschaftlichen System umfassen.⁴⁹ Daraus ergeben sich Begriffsdefinitionen sowohl aus einer Mikro- als auch aus einer Makroebene.⁵⁰

Aus der Makroebene und im gesellschaftlichen Sinne können Transformationen nach Wittmayer und Hölscher (2017) als strukturelle, radikale und paradigmatische Umwandlungen von Gesellschaften inklusive ihrer Teilsysteme zusammengefasst werden, aufgrund welcher die funktionelle Ausrichtung eines Systems sowie die Art und Weise, wie diese erfüllt wird, grundlegend verändert wird.⁵¹ In der Literatur übereinstimmend ist die Annahme, dass ein System, Objekt oder ein Prozess von Interesse von einer Form oder Funktion in eine andere umgewandelt wird,⁵² mit oder ohne Inhalts- und Substanzverlust.⁵³ Im Laufe der Transformation können dabei „alt“ und „neu“ koexistieren, beispielsweise im Kontext disruptiver Technologien, Industrien, Wirtschafts- oder politischer Systeme.⁵⁴

Im betriebswirtschaftlichen Sinne und der Perspektive eines abgegrenzten Unternehmens aus der Mikroebene lässt sich der Transformationsbegriff damit überführen auf die methodische Anpassung von Ressourcen und Fähigkeiten in einem Unternehmen von einen Ist- in einen angestrebten Soll-Zustand. Der Begriff wird insbesondere im Zusammenhang mit der Reorganisation von Geschäftsprozessen und Geschäftsmodellen verwendet.⁵⁵ Treiber können sowohl interner als auch externer Natur sein. Interne Treiber beziehen sich innerhalb der Organisation im Speziellen auf Maßnahmen zur verbesserten Leistungserstellung, beispielsweise bezogen auf Outsourcing-Entscheidungen oder der Redefinition von Kernkompetenzen. Externe Treiber sind vor allem auf Veränderungen im Wettbewerb, die Entwicklung innovativer Technologien, auf Veränderungen im Kundenverhalten oder auf neue Regulationen zurückzuführen.⁵⁶

Strukturwandel

Im öffentlichen Diskurs wird der Transformationsbegriff häufig mit Bezug auf den Strukturwandel verwendet. Infolge von Wirtschaftswachstum und Kapitalakkumulation⁵⁷ beschreibt dieser die Veränderung der Wirtschaftsstruktur eines Staates, im Sinne der Entwicklung der relativen Gewichte einzelner Sektoren. Damit wird beispielsweise die anhaltende Verschiebung vom primären Sektor zum

⁴⁹ vgl. Jacob et al. 2015, S. 12.

⁵⁰ vgl. Oswald und Krcmar 2018, S. 7; Gittenberger et al. 2021, S. 8.

⁵¹ vgl. Wittmayer und Hölscher 2017, S. 45.

⁵² vgl. Andrachuk und Armitage 2015, S. 25.

⁵³ vgl. Alt 2020.

⁵⁴ vgl. Jacob et al. 2015, S. 10.

⁵⁵ vgl. Alt 2020.

⁵⁶ vgl. Alt 2020.

⁵⁷ vgl. Gornig 2000, S. 27.

sekundären und tertiären Sektor beschrieben.⁵⁸ Ist das Wirtschafts- und Finanzsystem eines Staates Gegenstand des untersuchten Transformationsprozesses, so können die Begriffe von der Bedeutung mehr oder weniger gleichgesetzt werden, wo bei sich der Transformationsbegriff umfassenderen Analysen widmet. So beschäftigt sich der Transformationsbegriff darüber hinaus mit Fragestellungen, wie etwa wirtschaftliche Allokationsentscheidungen getroffen werden, welche Aspekte und Interessen bei diesen Entscheidungen Berücksichtigung finden oder wem die Erträge bestimmter wirtschaftlicher Entscheidungen in welcher Form zugutekommen.⁵⁹ Politischer Ansatzpunkt des Strukturwandels ist die Strukturpolitik. Sie versucht, die Struktur des Faktorangebots an die Struktur der Nachfrage anzupassen. Ansatzpunkte sind dabei beispielsweise arbeitsmarktpolitische Maßnahmen, Investitionen z. B. in Infrastruktur und Gewerbeflächen sowie Steuererleichterungen.⁶⁰

Zu differenzieren ist zwischen den Begriffen des sektoralen, intrasektoralen und dem regionalen Strukturwandel:

- Der sektorale Strukturwandel wird oben bereits adressiert und beschäftigt sich mit den langfristigen Verschiebungen in der sektoralen Wirtschaftsstruktur als Folge von unterschiedlich starken Wachstumsraten der einzelnen Sektoren. Dieser wird in der Regel anhand der Veränderungen in den prozentualen Anteilen (Sektoranteilen) der Wirtschaftszweige am Nationaleinkommen gemessen.⁶¹
- Der intrasektorale Strukturwandel bezieht sich auf die Veränderungen, die sich innerhalb von Branchen, Betrieben und Unternehmen, beispielsweise durch Produktänderungen oder einem Wandel der zugrundeliegenden Produktionstechnologie ergeben.⁶² Der intrasektorale Strukturwandel verschiebt damit die Gewichtung von Faktoren innerhalb der gleichen Branche.
- Ein regionaler Strukturwandel kann eintreten, wenn einzelne Regionen einer Volkswirtschaft ein unterschiedlich hohes Wirtschaftswachstum erzielen, oder Produktionszweige infolge von Standortnachteilen und geänderter Angebots- oder Nachfragebedingungen stagnieren, schrumpfen oder ins Ausland verlagert werden.⁶³

Am Fallbeispiel der Automobilindustrie führt die Ablösung der Verbrennungstechnologie durch elektrifizierte Antriebskonzepte zu strukturellen Verschiebungen innerhalb der Branche als auch bestimmter Leitregionen mit hohem Wertschöpfungsanteil im Bereich der Fahrzeugproduktion. Die Rahmenbedingungen verschieben sich

⁵⁸ vgl. Klodt 2018c.

⁵⁹ vgl. Jacob et al. 2015, S. 13.

⁶⁰ vgl. Koschatzky und Stahlecker 2018, S. 9.

⁶¹ vgl. Klodt 2018b.

⁶² vgl. Simonis 1999, S. 7.

⁶³ vgl. Klodt 2018a; Simonis 1999, S. 7.

zugunsten jener Unternehmen, die sich schnell den geänderten Rahmenbedingungen anpassen können. Dementsprechend ist die Untersuchung und Kenntnis technologischer Verflechtungen innerhalb der Branche hochrelevant zur Beschreibung der künftigen strukturellen Entwicklungen.⁶⁴

Technologieinduzierte Transformation

Aus diesen Erläuterungen zum technologieinduzierten regionalen und intrasektoralen Strukturwandel leitet sich mit gleicher Begründung der im Titel dieser Arbeit spezifizierte Bezugsrahmen der „technologieinduzierten Transformation“ ab. Gegenstand der Analyse sind damit Transformationsprozesse, die durch technologische Systeminnovationen hervorgerufen werden.

In gesellschaftlichen, politischen und wissenschaftlichen Diskursen wird als Synonym häufig der aus der Innovations- und Evolutionsökonomie stammende Begriff der „Transition“ verwendet.⁶⁵ Transitionen beschreiben technologisch geprägte Wandlungsprozesse in sozioökonomischen Systemen, beispielsweise in Kontext der Ernährung, Behausung, Mobilität oder Energieversorgung. Dabei beziehen sich die Wandlungsprozesse vor allem auf Systeminnovationen und die Art und Weise, wie Funktionen in diesen Bereichen erfüllt werden. Als Beispiel kann der Übergang von der Kohlebeheizung zur Wärmeversorgung mit Erdgas angeführt werden.⁶⁶

Zur Unterscheidung kann nach Wittmayer und Hölscher (2017) festgehalten werden, dass Transitionen sich auf institutionell-politische Veränderungen innerhalb sozio-technischer sowie sozioökonomischer Systeme beziehen, während eine Transformation den umfassenden Veränderungsprozess beschreibt.⁶⁷ Für diese Arbeit sind nicht die technischen Funktionalitäten, sondern vielmehr die Auswirkungen elektrifizierter Antriebssysteme im Wertschöpfungsbereich der Automobilerzeugung von Interesse. Auf Ebene der Wertschöpfungsketten und Organisationen sind damit die Notwendigkeiten zur Transformation bestehender Geschäftsmodelle verbunden, um Wertschöpfung langfristig aufrecht zu erhalten. Damit wird in dieser Arbeit des Weiteren der umfassendere Begriff der „Transformation“ verwendet.

Zur Veranschaulichung technologischer Änderungen greift die Literatur auf diverse Darstellungsformen zurück. So kann der Charakter neuer Technologien über Lebenszykluskurvenkonzepte abgebildet werden. Dabei steigt beispielsweise die Leistungsfähigkeit der Technologie über den Entwicklungsaufwand langsam in eine Phase, in welcher rasche Verbesserungen erreicht werden können, bis die Leistungsfähigkeit asymptotisch gegen einen Grenzwert strebt.⁶⁸ Die Ablösung der

⁶⁴ vgl. Schnabl 2000, S. 5.

⁶⁵ vgl. Wittmayer und Hölscher 2017, S. 46.

⁶⁶ vgl. Jacob et al. 2015, S. 13.

⁶⁷ vgl. Wittmayer und Hölscher 2017, S. 46.

⁶⁸ vgl. Abele 2013, S. 8.

technologischen Basis wird anhand zweier Lebenszykluskurven in der Literatur häufig über das S-Kurven Modell nach McKinsey beschrieben: Sobald sich von einer potenziellen Substitutionstechnologie ein hohes Potenzial erwarten lässt, bzw. die Leistungsfähigkeit der Basistechnologie sich durch zusätzliche F&E-Investitionen nicht mehr signifikant erhöhen lässt, sollte ein Technologiesprung geprüft werden.⁶⁹

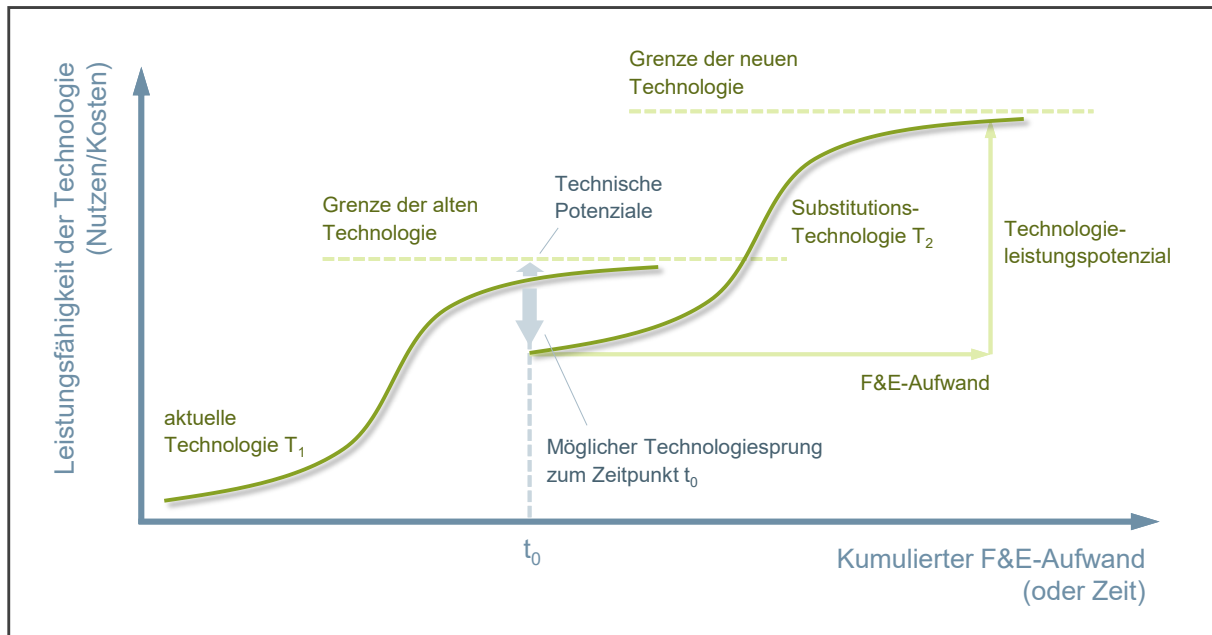


Abbildung 3: Technologiesprünge im S-Kurven-Modell nach McKinsey⁷⁰

Bei der praktischen Anwendung von Lebenszyklusmodellen ergeben sich Schwierigkeiten, operationale Hinweise und genaue Zeitpunkte zur Abgrenzung und Ressourcenverlagerung auf neue Technologien zu bestimmen, weshalb solche Methoden eher als Sensibilisierungshilfe zum Einsatz kommen.⁷¹

Transformationsforschung

Den gesetzten Zielsetzungen dieser Arbeit entsprechend, soll ein Beitrag zur aktiven Gestaltung struktureller Transformationen am Beispiel der produzierenden Industrie geleistet werden. Mit der Identifikation der Maßnahmen mit der größten Hebelwirkung ordnet sich diese Arbeit in den Kontext der Transformationsforschung ein. Die Transformationsforschung kann bezogen auf bestehende wissenschaftliche Publikationen mehr als entstehende Forschungsperspektive als ein klar abgrenzbares Forschungsfeld angesehen werden.⁷²

Speziell vor dem Hintergrund sich verschärfender ökologischer Krisen und des damit verbundenen radikalen Wandels zur Nachhaltigkeit hat die Transformationsforschung zunehmend Einzug in der wissenschaftlichen Literatur gehalten, um die Nachhaltig-

⁶⁹ vgl. Wallentowitz et al. 2009, S. 94; vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 9.

⁷⁰ vgl. Wallentowitz et al. 2009, S. 94.

⁷¹ vgl. Spath et al. 2011b, S. 48–49.

⁷² vgl. Wittmayer und Hölscher 2017, S. 11.

keitstransformation durch Entwicklung von Methoden und Rahmenwerken zu unterstützen.⁷³ Eine entsprechende Begriffsdefinition kann dem Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung für globale Umweltveränderungen (WGBU) aus dem Gutachten „Welt im Wandel - Gesellschaftsvertrag für eine große Transformation“ entnommen werden. Nach diesem hat die Transformationsforschung zum Ziel, „Transformationsprozesse besser zu verstehen, ihr Forschungsgegenstand sind somit die Transformationsprozesse als solche. Transformative Forschung unterstützt Transformationsprozesse konkret durch die Entwicklung von Lösungen sowie technischen und sozialen Innovationen“.⁷⁴ Dabei soll systemisches, reflexives und antizipatives Wissen geschaffen werden.⁷⁵

Aus der Synthese bestehender Forschungsarbeiten identifizieren Wittmayer und Hölscher (2017) drei inhaltliche Hauptaufgabengebiete der Transformationsforschung. Dazu gehören:⁷⁶

- Analysen zum Transformationsgegenstand: Was verändert sich innerhalb der Transformation?
- Untersuchungen zu den Antriebskräften und Auslösern: Wodurch/durch wen/wie werden Transformationsprozesse beeinflusst?
- Gestaltung von Transformationspfaden auf Basis von Veränderungsdynamiken: Wie laufen Transformationsprozesse ab?

Damit grenzt sich die Transformationsforschung deutlich von der qualitativen oder quantitativen Krisenursachenforschung ab, welche sich beispielsweise damit beschäftigt, anhand leicht erfassbarer statistischer Daten wie Branchenzugehörigkeit, Rechtsform, Unternehmensgröße, Unternehmensalter etc. Hinweise auf die Ursachen von Unternehmenskrisen bzw. Insolvenzen aufzudecken.⁷⁷

Das Aufzeigen, Beschreiben und Erarbeiten von Optionen und Vorschlägen für mögliche Entwicklungspfade der produzierenden Industrie ist ein zentraler Bestandteil dieser Arbeit. In diesem Kontext wird der oben angeführte Begriff der Transformationspfade zur Beschreibung solcher Entwicklungspotenziale in weiterer Folge verwendet. Der Begriff „Pfadabhängigkeit“ wird in wirtschaftsgeographischen Modellen zur Beschreibung von oftmals stagnierenden Entwicklungen verwendet, die aus kumulativen Prozessen und Routinen sowie aus mangelndem Wissen und mangelnder Bereitschaft, Veränderungen zu initiieren, resultieren.⁷⁸

⁷³ vgl. Wittmayer und Hölscher 2017, S. 11.

⁷⁴ WGBU 2011, S. 342f.

⁷⁵ vgl. WGBU 2011, S. 341.

⁷⁶ vgl. Wittmayer und Hölscher 2017, S. 52.

⁷⁷ vgl. Krystek und Moldenhauer 2007, S. 41.

⁷⁸ vgl. Koschatzky und Stahlecker 2018, S. 29.

In der einschlägigen Literatur wird zwischen verschiedenen Formen der wirtschaftlichen Pfadentwicklung unterschieden. Tripl und Frangenheim (2018) fassen beispielsweise die für diese Arbeit relevanten Formen als Pfadfortsetzung, Pfadmodernisierung, Pfadbranching und Pfadtransplantation zusammen. Während z. B. die Pfadfortsetzung als Kontinuität bzw. Ergebnis inkrementeller Innovationen entlang bestehender technologischer Pfade (z. B. Verbrennungskraftmaschinen) verstanden wird, steht bei der Pfadmodernisierung die Entwicklung neuer wirtschaftlicher Pfade durch radikale Innovationen (z. B. elektrifizierte Antriebstechnologien) und Veränderungen im Vordergrund. Diese Pfade basieren auf unterschiedlichen politischen Ansätzen, die ihre Realisierung begünstigen.⁷⁹ Die Politikansätze werden in Kapitel 7, im Rahmen der Fallstudie, weiter vertieft.

2.1.2 Betriebswirtschaftliche Einordnung der Veränderungsanforderungen

Nach Westkämper und Löffler (2016) können nur solche Unternehmen überleben, die es schaffen sich an die stetig ändernden Umgebungsanforderungen anzupassen.⁸⁰ Produzierenden Unternehmen stehen dabei von Kapazitätsanpassungen in der Fertigung, über die Ausgestaltung der Supply-Chain bis hin zu strategischen Marktentscheidungen unterschiedlichste Stellhebel für Reaktionsmaßnahmen zur Verfügung. Die Kenntnis dieser Reaktionsmechanismen als auch ein tiefes Verständnis zu den resultierenden Veränderungsanforderungen struktureller Transformationen an die produzierende Industrie sind essenziell, um sinnvolle Maßnahmen zur erfolgreichen Gestaltung von Transformationsprozessen für einen Industriezweig zu erarbeiten. Im Folgenden werden die zugrundeliegenden Veränderungsanforderungen daher auch aus betriebswirtschaftlicher Perspektive erörtert.

Die Widerstandsfähigkeit von Unternehmen gegenüber internen und externen Veränderungen rückt aufgrund kürzer werdender Krisenzyklen und ansteigender Turbulenz im Unternehmensumfeld⁸¹ bereits seit mehreren Jahren immer stärker in den Mittelpunkt der wissenschaftlichen Literatur. So werden eine hohe Wettbewerbsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit heute als deutlich bedeutsamer eingestuft als der reine Marktanteil.⁸² Es stellt sich insbesondere die Frage, welche Fähigkeiten und Prozesse Systeme und die beteiligten Menschen aufweisen müssen, um Stresssituationen und Störungen meistern zu können. In der Literatur als auch der Praxis kursieren mittlerweile unterschiedliche Bezeichnungen zur Veränderungsfähigkeit von Unternehmen, die sich auch aufgrund der breiten Verwendung in sehr unterschiedlichen Disziplinen und Kontexten nicht immer eindeutig voneinander

⁷⁹ vgl. Tripl und Frangenheim 2018, S. 54ff.

⁸⁰ vgl. Westkämper und Löffler 2016, S. 50.

⁸¹ vgl. Schuh et al. 2021, S. 4; Wulf et al. 2012, S. 34.

⁸² vgl. Kohne 2016, S. 54.

abgrenzen lassen.⁸³ So werden zu den erforderlichen Fähigkeiten produzierender Unternehmen häufig Eigenschaften wie „Flexibilität“, „Wandlungsfähigkeit“, „Robustheit“, „Agilität“ oder „Resilienz“ gezählt.

- **Flexibilität:** Bezeichnet eine Eigenschaft produzierender Unternehmen, die vor allem bei kurzfristigen Veränderungen, wie beispielsweise in der Auftragszusammensetzung bei einer variantenreichen Fertigung oder der Reaktion auf Qualitätsmängel tragend wird. Hierbei steht der Leistungsbereich der Produktionsmittel, -anlagen und der -organisation zur kurzfristigen Rationalisierung im Vordergrund.⁸⁴
- **Wandlungsfähigkeit:** Demgegenüber bezieht sich die Wandlungsfähigkeit eines Unternehmens im längerfristigen Zeithorizont auf die Fähigkeit zur Reaktion und Anpassung auf interne und externe Einflussfaktoren (Wandlungstreiber)⁸⁵ und erfordert hohe organisationale oder organisatorische Fähigkeiten.⁸⁶ Mit adaptierbaren und strategisch konfigurierbaren Systemen kann ein Unternehmen damit beispielsweise auf technologische Änderungen reagieren, die eine Anpassung personeller Fähigkeiten bis hin zu vorhandenen Ressourcen nach sich ziehen.⁸⁷

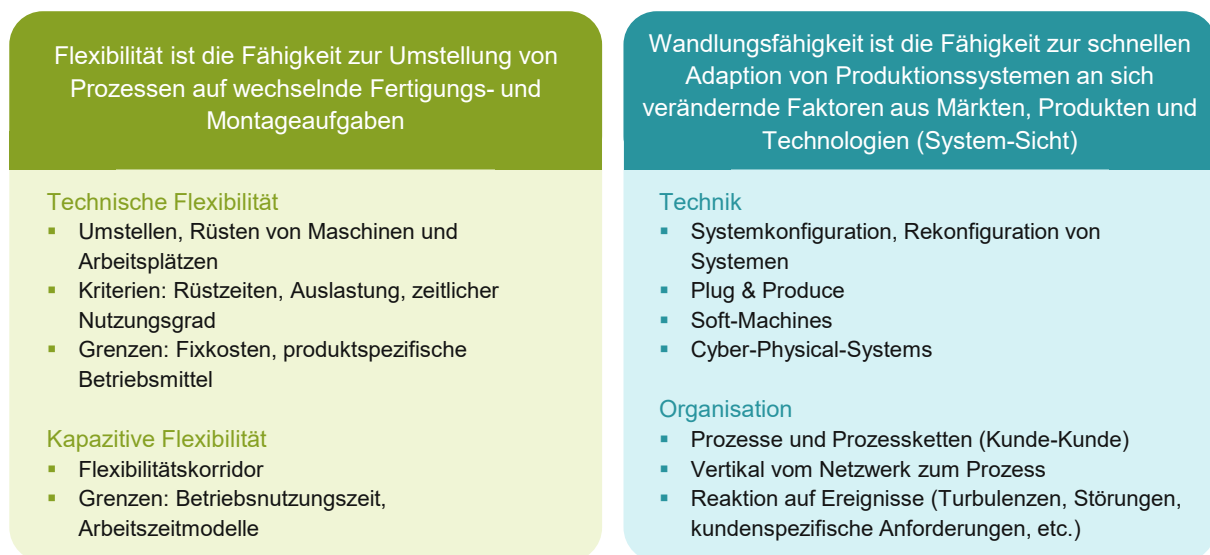


Abbildung 4: Flexibilität vs. Wandlungsfähigkeit⁸⁸

⁸³ vgl. Erlach et al. 2022, S. 446.

⁸⁴ vgl. Westkämper und Löffler 2016, S. 60.

⁸⁵ vgl. Westkämper und Löffler 2016, S. 60.

⁸⁶ vgl. Krüger und Bach 2014, S. 21.

⁸⁷ vgl. Westkämper und Löffler 2016, S. 60.

⁸⁸ vgl. Westkämper und Löffler 2016, S. 65.

- **Robustheit:** Der Begriff Robustheit kann allgemein als Fähigkeit eines Systems verstanden werden, Veränderungen ohne Anpassung seiner anfänglich stabilen Struktur standzuhalten.⁸⁹ Ein solches System reagiert damit nicht auf Veränderungen, sondern hält diese einfach aus.⁹⁰ Als Beispiel kann eine Lieferantennetzwerk auf Basis einer Multiple-Sourcing Strategie angesehen werden, in welchem Lieferengpässe eines Lieferanten aufgrund der Ausweichmöglichkeiten nicht zu Verwerfungen im gesamten System führen.⁹¹
- **Agilität:** Konträr wird der Begriff Agilität nach Wieland und Wallenburg (2012) als Strategie zur reaktiven Bewältigung von Veränderungen bezeichnet.⁹² Damit sind Strukturen als agil zu bezeichnen, welche mit hoher Reaktionsfähigkeit und Schnelligkeit in Hinblick auf die ursprünglich stabile Konfiguration angepasst werden können.⁹³
- **Resilienz:** Als Fähigkeit mit dem umfangreichsten Betrachtungsrahmen kann der Begriff der Resilienz aufgefasst werden. Ursprünglich stammt der Begriff Resilienz aus der Materialwirtschaft⁹⁴ und bedeutet auf Basis vom lateinischen „resilire“ das „zurückspringen“, beziehungsweise „zurückkehren in den ursprünglichen Zustand“.⁹⁵ Eine spezifischere Formulierung in Bezug auf die organisationale Resilienz kann der ISO-Norm 22316:2017 entnommen werden:

“Organizational resilience is the ability of an organization to absorb and adapt in a changing environment to enable it to deliver its objectives and to survive and prosper. More resilient organizations can anticipate and respond to threats and opportunities, arising from sudden or gradual changes in their internal and external context.”⁹⁶

Der Begriff Resilienz spricht damit insbesondere die Eignung zur Antizipation, Reaktion, und Lernfähigkeit eines Systems an, um sich auf potenzielle Bedrohungen vorbereiten, diese bewältigen und sich von ihnen erholen und wieder erfolgreich anzupassen zu können.⁹⁷ Der Übergang auf den neuen Zustand soll dabei ohne einen Identitätsbruch des Unternehmens erfolgen.⁹⁸ Die Resilienz lässt sich unter anderem aus der Geschwindigkeit beurteilen, mit der sich die Wirtschaftsleistung eines Unternehmens nach einer Krise wieder erholt.⁹⁹

⁸⁹ vgl. Wieland und Wallenburg 2012, S. 890.

⁹⁰ vgl. Husdal 2010, S. 14.

⁹¹ vgl. Tang 2006, S. 38.

⁹² vgl. Wieland und Wallenburg 2012, S. 890.

⁹³ vgl. Bernardes und Hanna 2009, S. 37.

⁹⁴ vgl. Danner-Schröder und Geiger 2016, S. 201.

⁹⁵ Vogt und Schneider 2018, S. 182.

⁹⁶ ISO 22316:2017(en) 2022.

⁹⁷ vgl. Scharte et al. 2014.

⁹⁸ vgl. Vogt und Schneider 2018, S. 181.

⁹⁹ vgl. Schreiber et al. 2012, S. 10.

Erlach et al. (2022) fassen die Begriffsdefinitionen für Produktionssysteme in einem abgeschlossenen Bezugssystem auf Basis von Veränderungsanforderungen zusammen. Demnach können drei Klassen der Veränderungsfähigkeit - Flexibilität, Wandlungsfähigkeit und Agilität definiert werden, welche für Produktionssysteme erforderlich sind, um auf unterschiedliche Veränderungskategorien „kurzfristige Turbulenzen“, „mittelfristig ausgerichtete Trends“ und „langfristig wirksame Disruptionen“ erfolgreich reagieren zu können.¹⁰⁰

Kategorie der Veränderung	Verlauf der Nachfrage	Zeitlicher Horizont	Klasse der Veränderungsfähigkeit	Fabrikeigenschaft (im Betrieb)
Turbulenz	Um einen Mittelwert schwankend	Kurzfristig	Flexibilität	Robust
Trend	Kontinuierliche Änderung des Mittelwerts	Mittelfristig	Wandlungsfähigkeit	Adaptiv
Disruption	Starker Trendbruch	Langfristig	Agilität	Resilient

Tabelle 1: Klassen der Veränderungsfähigkeit eines Produktionssystems¹⁰¹

Robustheit sowie Resilienz werden nach Tabelle 1 dabei als resultierende Fabrikeigenschaften aufgefasst. Ausgelöst durch technologische Disruptionen, drastische Änderungen des Marktverhaltens oder durch regulatorische Vorgaben sind strukturelle Transformationsprozesse nach der Klassifizierung in Tabelle 1 unter der dritten Klasse „Starker Trendbruch“ einzuordnen. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht adressiert diese Arbeit damit die Veränderungsfähigkeit Agilität, um Transformationsprozesse durch eine ausreichende Resilienz zu meistern.

Für die Ausarbeitung des Vorgehensmodells ist damit der Betrachtungsfokus der Arbeit vom rein operativen Produktionsbetrieb auf das strategische Verhalten der Unternehmen, beispielsweise bezogen auf Märkte und Wettbewerbsverhalten zu richten. Diese Einschätzung deckt sich mit der Feststellung nach Westkämper und Löffler (2016), nach welcher resilienzsteigernde strategische, konzeptionelle und strukturelle Maßnahmen erst bei einer Ausweitung des Systems Produktion bewertbar sind. Der Betrachtungsumfang Produktion muss damit im weiteren Verlauf um externe Umfeldfaktoren im Sinne des Wettbewerbs, des Marktverhaltens oder regulatorischer Änderungen erweitert werden.¹⁰²

¹⁰⁰ vgl. Erlach et al. 2022, S. 446.

¹⁰¹ vgl. Erlach et al. 2022, S. 445.

¹⁰² vgl. Westkämper und Löffler 2016, S. 58.

2.1.3 Forschungsrelevanz | Risiken struktureller Transformationsprozesse

Die produzierende Industrie ist in Österreich wie in Europa ein bedeutender Wirtschaftsfaktor. In Österreich trägt das verarbeitende Gewerbe fast 22 Prozent der Gesamtwertschöpfung des Landes.¹⁰³ Neben der unmittelbaren Wirtschaftskraft sichern über 35.000 produzierende Unternehmen¹⁰⁴ qualitative Arbeitsplätze, schaffen Wohlstand, investieren, exportieren und zahlen nicht zuletzt Steuern und wertvolle Beiträge in das Sozialversicherungssystem ein.¹⁰⁵ Werden die Transformationsanforderungen von Industriezweigen vernachlässigt, können anfänglich individuelle Unternehmenskrisen durch intensive Verflechtungen der Industrie untereinander als auch mit anderen Sektoren¹⁰⁶ schnell zu Problemen für den Wirtschaftsstandort eskalieren. Die mittel- bis langfristigen Auswirkungen gescheiterter Transformationsprozesse sind vielfältig und meist von destruktiver Natur. Dabei können endogene sowie exogene Auswirkungen differenziert werden, abhängig davon, ob die Effekte innerhalb oder außerhalb des betroffenen Systems liegen.¹⁰⁷

Endogen sind in erster Linie die internen Stakeholder, d. h. Mitarbeiter und Führungskräfte, betroffen.¹⁰⁸ Gerade die Vernichtung von Arbeitsplätzen ist eine typische und besonders gravierende Wirkung von Unternehmenskrisen.¹⁰⁹ Studien zufolge wird Stellenabbau als unvermeidbares Mittel zur Reduktion von Kosten und damit zum Erhalt des Unternehmens angesehen.¹¹⁰

Exogene destruktive Wirkungen strahlen auf das Systemumfeld aus und wachsen in der Regel mit der Größe des krisenbefallenen Unternehmens. Eine typisch exogene destruktive Wirkung kann bei verbundenen Unternehmen beobachtet werden, die durch bestehende finanz- und/oder leistungswirtschaftliche Verflechtungen zu Krisenunternehmen selbst in überlebenskritische Prozesse geraten. In vergleichbarer Form trifft dies auch auf Kooperationspartner innerhalb strategischer Allianzen und Netzwerke zu. Gerät dabei ein Unternehmen dieser Allianz in Schwierigkeiten, kann sich dies destruktiv auf das gesamte Netzwerk auswirken. Im Unterschied zu Konzernverbunden konzentrieren sich die destruktiven Wirkungen hierbei allerdings meist auf leistungswirtschaftliche Aspekte wie dem Ausfall von Lieferungen oder Dienstleistungen und nicht auf kapitalwirtschaftliche Verflechtungen.¹¹¹ Regionale Innovationssysteme und die enge Verzahnung zwischen Produktionswerken und F&E-

¹⁰³ vgl. WKO 2021, S. 1.

¹⁰⁴ vgl. Statistik Austria 2022, S. 104.

¹⁰⁵ vgl. Schneider et al. 2018, S. 23.

¹⁰⁶ vgl. Hamm 2013, S. 87ff.

¹⁰⁷ vgl. Krystek und Lentz 2014, S. 48ff.

¹⁰⁸ vgl. Niels Westergård-Nielsen, S. 11.

¹⁰⁹ vgl. Krystek und Moldenhauer 2007, S. 55.

¹¹⁰ vgl. Niels Westergård-Nielsen, S. 11.

¹¹¹ vgl. Krystek und Lentz 2014, S. 48ff.

Standorten bilden auch für den Industriestandort Österreich ein zentralen Erfolgsfaktor. Damit sind exogene destruktive Wirkungen in der produzierenden Industrie nicht allein zwischen Industrieunternehmen, sondern auch bei Forschungs- und Entwicklungsleistungen zu beurteilen.¹¹²

Auf volkswirtschaftlicher Ebene besteht neben Mindereinnahmen an Steuern¹¹³ die Gefahr, Wertschöpfung und damit qualitative Arbeitsplätze in der produzierenden Industrie dauerhaft einzubüßen. Im verarbeitenden Gewerbe ist das Risiko von Produktionsverlagerungen besonders hoch. So bestätigen auch Untersuchungen vergangener Krisen, dass Verlagerungstätigkeiten in wirtschaftlichen herausfordernden Zeiten zur Verbesserung der Kostenposition tendenziell zunehmen.¹¹⁴ Darüber hinaus sind derartig gravierende Entscheidungen insbesondere bei Großbetrieben mit über 1000 Beschäftigten zu beobachten,¹¹⁵ welche besonders starke endogene als auch exogene Wirkungen entfachen. Nach Auswertungen der österreichischen Industriellenvereinigung kooperieren die 265 internationalen Leitbetriebe in Österreich im Schnitt mit rund 800 verbundenen KMU und sichern damit das Zwei- bis Dreifache der eigenen Produktion, Wertschöpfung und damit der Arbeitsplätze ab.¹¹⁶ Auch bezogen auf die Fallstudie dieser Arbeit halten zahlreiche Autorinnen und Autoren weitere Verlagerungen in der Automobilindustrie aus Österreich für sehr wahrscheinlich.¹¹⁷

Diese Befürchtungen untermauern den Forschungszweig der Transformationsforschung, um etwaige Risiken durch sinnvolle Maßnahmen und dem Aufzeigen der erfolgversprechendsten Transformationspfade abzuwehren. Ein Blick in die jüngere Vergangenheit offenbart die wirtschaftlichen als auch sozialen Auswirkungen gescheiterter Transformationen. Als Beispiel sei etwa die Transformation des Ruhrgebiets genannt, welchem durch die ortsansässige Kohle- und Stahlindustrie lange Zeit eine große wirtschaftliche Bedeutung zukam. Nach der ersten Bergbaukrise um 1950 konnte eine ökonomische Abwärtsspirale trotz strukturpolitischer Eingriffe bis heute nicht abgewendet werden.¹¹⁸ Tatsächlich fiel der Wertschöpfungsbeitrag immer weiter ab und lag zum Stand 2016 auf 16 Prozent und damit um 7 Prozentpunkte unter dem durchschnittlichen Bruttowertschöpfungsbeitrag Gesamtdeutschlands.¹¹⁹ Damit belegt das Ruhrgebiet im Ranking der deutschen Wirtschaft die letzten Plätze.¹²⁰

¹¹² vgl. Dispan et al. 2021, S. 169.

¹¹³ vgl. Krystek und Lentz 2014, S. 48ff.

¹¹⁴ vgl. Kinkel und Maloca 2009, S. 2.

¹¹⁵ vgl. Kinkel und Maloca 2009, S. 4.

¹¹⁶ vgl. Industriellenvereinigung (IV) 2019, S. 2f.

¹¹⁷ vgl. Dispan et al. 2021; Wolf 2021; Kügler et al. 2020; Puls et al. 2021.

¹¹⁸ vgl. Arndt et al. 2015, S. 14.

¹¹⁹ vgl. Röhl 2019, 50 ff.

¹²⁰ vgl. Kiese 2019, S. 69–70.

Zur Stärkung der Wirtschaftsstruktur wurde etwa versucht, Unternehmen außerhalb der bestehenden Industrien anzusiedeln, was sich aufgrund zu hoher Lohndifferenzen zur Stahlindustrie als schwierig erwies.¹²¹ Große Investitionsumfänge wurden seitens der Landesregierung zudem der Förderung der Infrastruktur als auch für strukturelle Verbesserungen in den Sektoren der Montanindustrie zur Verfügung gestellt. Dies hatte zur Folge, dass ein großer Teil der Mittel nicht zukunftsorientiert eingesetzt wurde, sondern zur Erhaltung bestehender Industrien diente, wodurch die erhofften positiven Effekte ausblieben.¹²² Durch den geschrumpften Industriesektor im Ruhrgebiet kommt als weiterer Effekt hinzu, dass der Anteil der Beschäftigung in forschungsintensiven Branchen unterdurchschnittlich ist, was das Potenzial für innovative Prozesse in hybriden Wertschöpfungssystemen einschränkt.¹²³ Derzeit wird angestrebt, durch den Strukturwandel 2.0 den Sprung zu einer Wissensökonomie zu schaffen und damit die Wirtschaft wieder zu stärken.¹²⁴

2.1.4 Erfolgsfaktoren zur Gestaltung von Transformationsprozessen

Aus den Erläuterungen gescheiterter Transformationen stellt sich die Frage, welche Erfolgsfaktoren zu einer positiven Gestaltung von Transformationsprozessen beitragen können. Dabei ist wiederum zwischen einer betriebswirtschaftlichen sowie einer regionalpolitischen Perspektive zu differenzieren. Zur Ableitung zielgerichteter Maßnahmen ist die Beleuchtung beider Perspektiven relevant.

Erfolgsfaktoren aus betriebswirtschaftlicher Perspektive

In Kapitel 2.1.2 wurde bereits festgestellt, dass technologieinduzierte Transformationsprozesse hohe Ansprüche an die Agilität produzierender Betriebe stellen, damit diese sich im Falle dauerhaft geänderter Umfeldanforderungen neu ausrichten können. Die Veränderungsanforderungen stehen damit mehr mit der langfristigen strategischen Grundausrichtung und dem Marktverhalten der Unternehmen im Zusammenhang als kurzfristigen Maßnahmen im operativen Fabrikbetrieb. Offen bleibt, wie Unternehmen eine hohe Agilität und Resilienz im Krisenfall erreichen können und welche Erfolgsfaktoren hierfür ausschlaggebend sind.

Aus der Synthese der wissenschaftlichen Literatur werden übereinstimmend folgende drei organisationalen Schutzfaktoren beschrieben:

¹²¹ vgl. Röhl 2019, S. 52.

¹²² vgl. Röhl 2019, S. 54.

¹²³ vgl. Kiese 2019, S. 72.

¹²⁴ vgl. Kiese 2019, S. 69.

- **Ressourcenausstattung:** In herausfordernden Zeiten stellen bestimmte Ressourcen einer Organisation eine Art Puffer dar.¹²⁵ Für eine Stärkung und Wertsteigerung sind Finanzressourcen¹²⁶ wie auch Humankapital, physikalisches und organisatorisches Kapital von Bedeutung.¹²⁷ Als wichtigste Ressource einer Organisation kann das Humankapital betrachtet werden, dessen richtiger Einsatz ein wesentlicher Faktor zum Erfolg einer Unternehmung darstellt.¹²⁸ Eine fundamentale Eigenkapitalausstattung ist ein Faktor, welcher den Umgang mit Herausforderungen stark erleichtern kann, da stabilisierende Effekte hervorgerufen werden und zudem die Liquidität des Unternehmens gesichert ist.¹²⁹ Neben der Kenntnis der eigenen Ressourcenausstattung¹³⁰ sind für eine hohe Resilienz ebenso dynamische Allokationsprozesse entscheidend.¹³¹
- **Strategisches Management:** Das strategische Management nimmt eine sehr zentrale Rolle in der organisationalen Resilienz ein. In resilienten Organisationen verfolgen die beteiligten Manager vor allem in einer Krise einen offensiven Ausbau relevanter Stärken des Unternehmens.¹³² Dabei zeigt sich eine starke Abhängigkeit von der subjektiven Risikoerfahrung, der realitätstreuen Situationsbeurteilung als auch der Wahrnehmung sich ergebender Opportunitäten der jeweiligen Führungskräfte.¹³³ Resilient orientierte Manager können die Kapazitäten des Unternehmens realistisch einschätzen und diese in ihre Reaktion auf die Gefahr gezielt miteinbeziehen.¹³⁴ Die Aufgabe des Managements ist somit, sowohl strukturell als auch prozessual eine schnelle ressourcenorientierte Anpassung vorzunehmen.¹³⁵ Mit Bezug auf die zu wählenden Strategien zeigen Untersuchungen, dass gerade in technologieintensiven Branchen eine Anpassung auf veränderte Marktbedingungen nicht allein über die Reduktion der Kosten erreicht werden kann.¹³⁶ Erfolgreiche Unternehmen in Transformationsprozessen zeichnen sich stattdessen durch den Aufbau neuer Geschäftsfelder,¹³⁷ dem erweiterten Angebot kundennaher Dienstleistungen sowie durch weitere Differenzierung, beispielsweise durch technologische Innovationen aus.¹³⁸ Bei diesem innovationsorientierten Ansatz stellt sich ferner heraus, dass die Resilienz nicht

¹²⁵ vgl. Di Bella 2014, S. 154.

¹²⁶ vgl. Gittenberger et al. 2021, S. 66.

¹²⁷ vgl. Eisenhardt und Martin 2000, S. 1105ff.

¹²⁸ vgl. Drucker 1989, S. 123ff.

¹²⁹ vgl. Wimmer 2013, S. 128ff; Gittenberger et al. 2021, S. 10.

¹³⁰ vgl. Kohne 2016, S. 63; Wildemann 2010, S. 12.

¹³¹ vgl. Di Bella 2014, S. 155f.

¹³² vgl. Wimmer 2013, S. 224ff.

¹³³ vgl. Di Bella 2014, S. 157; vgl. Dewald und Bowen 2010, S. 205f.

¹³⁴ vgl. Wimmer 2013, S. 127f.

¹³⁵ vgl. Di Bella 2014, S. 157.

¹³⁶ vgl. Burr und Stephan 2007, S. 646.

¹³⁷ vgl. Krüger und Bach 2014, S. 9.

¹³⁸ vgl. Burr und Stephan 2007, S. 646.

durch eine spezielle Innovationsstrategie geprägt wird. Stattdessen setzt sich diese aus der Vielfalt unternehmensinterner Aktivitäten in den Bereichen Wissensmanagement, Forschung und Entwicklung sowie den unternehmens-externen Aktivitäten im Rahmen von Kooperationen und anderweitigen Initiativen zusammen.¹³⁹ Somit können auch externe Stakeholder zur Steigerung der organisationalen Resilienz führen, die Initiative muss jedoch von der Organisation selbst gestartet werden.¹⁴⁰ Nach den im englischsprachigen benannten Strategien der „*exploitation*“ sowie der „*exploration*“ werden nachhaltig erfolgreichen Unternehmen in der Literatur häufig die Fähigkeit der Ambidextrie („Beidhändigkeit“) attestiert.¹⁴¹ Demnach zeichnen sich solche Unternehmen dadurch aus, dass das Tagesgeschäft effizient betrieben wird („Verwertung“), während diese gleichzeitig nach neuen Geschäftsgelegenheiten zur strategischen Weiterentwicklung („Entdeckung“) Ausschau halten.¹⁴² Dies setzt komplexe Konfigurationen aus Kompetenzen, Struktur und der Unternehmenskultur voraus.¹⁴³

- **Unternehmenskultur:** Als dritter Faktor wird in der Literatur die Bedeutung einer positiven Unternehmenskultur hervorgehoben, die in enger Verbindung zum strategischen Management steht. So wird zur Stärkung von Organisationen beispielsweise der Stellenwert eines vertrauenswürdigen Umfelds, eines partizipativen Führungsstils sowie der Beziehungsqualität der Belegschaft untereinander als auch zwischen der Unternehmensleitung und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern betont.¹⁴⁴ Diese kritischen Erfolgsfaktoren lassen sich vor allem durch eine klare Kommunikations- und Informationspolitik positiv beeinflussen.¹⁴⁵ Positive Emotionen, welche in Krisen Situationen von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern erfahren werden, stellen wichtige Protektoren für das Unternehmen dar.¹⁴⁶ Ein erfolgreiches Management organisatorischer Dynamiken liegt somit nicht nur in den Händen der Unternehmensleitung selbst. Eine positive Haltung gegenüber Veränderungen seitens der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erhöht die Erfolgsquote von Veränderungsprozessen sowie die allgemeine Unternehmensperformance.¹⁴⁷

¹³⁹ vgl. Reinmoeller und van Baardwijk 2005, S. 64.

¹⁴⁰ vgl. Di Bella 2014, S. 157.

¹⁴¹ vgl. March 1991, S. 71ff; Taylor und Helfat 2009, S. 718ff.

¹⁴² vgl. Krüger und Bach 2014, S. 30; Rothaermel und Deeds 2004, S. 201ff.

¹⁴³ vgl. Koryak et al. 2018, S. 415.

¹⁴⁴ vgl. Di Bella 2014, S. 158; Gittenberger et al. 2021, S. 66.

¹⁴⁵ vgl. Langvardt 2007, S. 60.

¹⁴⁶ vgl. Shin et al. 2012, S. 730.

¹⁴⁷ vgl. Di Bella 2014, S. 159; Shin et al. 2012, S. 727.

Erfolgsfaktoren aus industrie- und regionalpolitischer Perspektive

Strategische Entscheidungen zum Erhalt, dem Ausbau oder der Verlagerung von Produktionsstandorten werden nicht allein durch eine positive Unternehmenskultur und ein innovatives Management bestimmt. Ausschlaggebend für Standortentscheidungen sind vor allem die sozialen, politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen, beispielsweise im Sinne adäquater Infrastruktur, der Möglichkeit von steuerlichen Entlastungen für Investitionen oder auch der besseren Verfügbarkeit von Arbeitskräften.¹⁴⁸ Im globalen Standortwettbewerb sind daher die Rahmenbedingungen am heimischen Produktionsstandort durch öffentliche Entscheidungsträgerinnen und -träger derart zu gestalten, dass eine effiziente und innovative Produktion ermöglicht wird.¹⁴⁹ Analog zur Begriffseinordnung auf betriebswirtschaftlicher Ebene kann Resilienz auch auf volkswirtschaftlicher Ebene die Fähigkeit bezeichnen, vorbereitende Maßnahmen zur Bewältigung der Krisen zu ergreifen, Krisenfolgen abzumildern und sich an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen. Dabei kann der Grad der Resilienz dadurch bestimmt werden, inwieweit das Zusammenspiel von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft die Leistungsfähigkeit der Volkswirtschaft gemäß gesellschaftlicher Zielfunktionen sicherstellen kann.¹⁵⁰ Nach dem Vulnerabilitätsindex liegen die Resilienzrisiken einer Volkswirtschaft z. B. in einem Mangel an natürlichen Ressourcen, einem hohen Importanteil, einer eingeschränkten Fähigkeit zur Nutzung von Skaleneffekten, einer fehlenden inländischen Wettbewerbspolitik, einer unzureichenden Diversifizierung, einer geringen Arbeitskräftebasis, einer relativ teuren Verwaltung oder auch in hohen Transportkosten des Standortes.¹⁵¹ Auch im Rahmen der Raumwirtschaftstheorie üben diese Faktoren einen entscheidenden Einfluss auf die Regionalentwicklung im Strukturwandel aus.¹⁵²

Ob strukturelle Transformationsprozesse überhaupt gesteuert und gestaltet werden können, untersuchen Jacob et al. (2015). Dabei kommen die Autorinnen und Autoren zur Erkenntnis, dass durchaus Steuerungsimpulse und -möglichkeiten gegeben sind, sofern die Transformation abgegrenzter Teilsysteme wie wirtschaftlicher Sektoren betrachtet wird und nicht gesamtgesellschaftliche Entwicklungen wie beispielsweise die industrielle Revolution.¹⁵³ Wenn die Potenziale und die Anpassungsfähigkeit von Regionen nur durch historisch gewachsene Strukturen bestimmt würden, dann müssten sich ähnliche Regionen immer gleich entwickeln. Da sie dies aber nicht tun, muss es eine weitere Erklärungsvariable geben, die einen relevanten Einfluss ausübt. Auf diese Weise können die realwirtschaftlichen Wirkungen und Effekte von politischen und wirtschaftspolitischen Maßnahmen ausgewiesen werden.¹⁵⁴ Nach Dispan et al.

¹⁴⁸ vgl. Kügler et al. 2020, S. 207ff; Schneider et al. 2018, S. 7.

¹⁴⁹ vgl. Schneider et al. 2018, S. 7; Pechlaner und Doepfer 2014a, S. 9.

¹⁵⁰ vgl. Gittenberger et al. 2021, S. 15.

¹⁵¹ vgl. Gittenberger et al. 2021, S. 100.

¹⁵² vgl. Koschatzky 2018a, S. 12.

¹⁵³ vgl. Jacob et al. 2015, S. 17.

¹⁵⁴ vgl. Gittenberger et al. 2021, S. 69f.

(2021) kommt für technologiebezogene Transformationsprozesse im Speziellen der effizienten Platzierung wirtschafts- und industriepolitischer Hebel eine hohe Gewichtung zu, um effektive Anreizmechanismen zur Transformation der Unternehmen zu schaffen.¹⁵⁵ In diesem Sinne umfasst und vereint die Wirtschaftspolitik unterschiedlichste Politikinstrumente von der Arbeitsmarkt- und Bildungspolitik über die Wissenschafts- und Innovationspolitik bis hin zu allgemeinen und spezifischen Regulierungen.¹⁵⁶ Eine „transformative Politik“ kombiniert solche Instrumente in langfristiger und strategischer Orientierung, um transformative Prozesse zu beschleunigen, indem Synergien zwischen Veränderungsprozessen gefördert und verstärkt werden.¹⁵⁷ Jacob et al. (2015) fassen folgende Steuerungsmechanismen und Instrumente zusammen:¹⁵⁸

- **Steuerung durch Ordnungs- und Strukturpolitik:** Umfasst einen Policy-Mix aus ordnungspolitischen, aber auch marktwirtschaftlichen oder informationsbasierten Instrumenten. So argumentieren Autorinnen und Autoren, dass zur Beschleunigung des technologischen Strukturwandels neue Technologien zu fördern und alte zu belasten sind.¹⁵⁹ Für nachhaltigkeitsbezogene Maßnahmen kann dies beispielsweise durch negative Belastungen wie Ökosteuern oder dem Abbau von Subventionen erfolgen, während neue Technologien durch den Aufbau von Subventionen und F&E-Förderungen zu stützen sind.¹⁶⁰
- **Steuerung durch Diskurs, Überzeugung und Information:** Transformationsprozesse betreffen eine Vielzahl institutioneller, privater als auch individueller Akteure. Um eine kritische Masse an Verhaltensänderungen bei diesen zu bewirken ist das Beeinflussen und Überzeugen, beispielsweise durch Leitbilder, Informationen und Aufklärung von großer Bedeutung.¹⁶¹
- **Steuerung durch Innovationspolitik:** Innovationspolitische Instrumente wie die Förderung von Forschung und Entwicklung oder Regulierungsstandards können Wandlungsprozesse durch Anreizsysteme initiieren¹⁶² und zum Aufbau von Strukturen zur Wissensakkumulation beitragen.¹⁶³ Dabei sprechen sich zahlreiche Publikationen gegen eine übermäßige Regulierungen und für technologieoffene und innovationsfreundliche Rahmenbedingungen aus.¹⁶⁴ Damit sollen vielzählige Transformations- sowie Konversionsstrategien gefördert werden, welche den Unternehmen helfen in neuen Märkten und

¹⁵⁵ vgl. Dispan et al. 2021.

¹⁵⁶ vgl. Kügler et al. 2020, S. 213.

¹⁵⁷ vgl. Jacob et al. 2015, S. 17.

¹⁵⁸ vgl. Jacob et al. 2015, S. 19ff.

¹⁵⁹ vgl. Acemoglu et al. 2012, S. 131ff.

¹⁶⁰ vgl. Jacob et al. 2015, S. 20.

¹⁶¹ vgl. Huber 2011, S. 134ff.

¹⁶² vgl. Jacob et al. 2015, S. 20.

¹⁶³ vgl. Koschatzky 2018a, S. 22.

¹⁶⁴ vgl. Hagedorn et al. 2019, S. 23f.

Branchen Fuß zu fassen.¹⁶⁵ Eine besondere Bedeutung kommt ferner nachfrageseitigen Instrumenten zu, beispielsweise der öffentlichen Beschaffung von innovativen Produkten und Technologien,¹⁶⁶ um den Markt für noch produktionskostenintensive Innovationen zu stimulieren. Studien zeigen, dass Regionen mit einer diversifizierten Wirtschaftsstruktur speziell von einer grundlagenorientierten Forschung profitieren, während Regionen mit einer spezialisierten Wirtschaftsstruktur eher von einer marktorientierten Ausrichtung der Forschungseinrichtungen profitieren.¹⁶⁷ Eine besondere Bedeutung kommt der Bildung von Clustern und Netzwerken zu. So können vor allem kleinere Unternehmen von einem verbesserten Zugang zu branchenspezifischem Wissen und dessen Austausch, den so genannten *Spillovers*, profitieren, wenn sie in einem Gebiet mit einer räumlichen Konzentration von Industrieunternehmen angesiedelt sind.¹⁶⁸

- **Steuerung von Infrastrukturen:** Das Vorhandensein relevanter Infrastruktur zählt zu den Grundvoraussetzungen für die Entwicklung von Innovationen. Dies betrifft gleichermaßen logistische Infrastruktur ebenso wie Energieinfrastrukturen, die Verfügbarkeit von Versuchsständen und Testumgebungen, oder von staatlichen Institutionen in Form von Universitäten und Bildungseinrichtungen zur Ausbildung von Fachkräften.¹⁶⁹ Im Zeitalter der digitalen Kommunikation und des Datentransfers sind Wettbewerbsvorteile auch von der Verfügbarkeit eines Hochgeschwindigkeits-Internetzugangs abhängig.¹⁷⁰ Mit dem langfristigen und kostenintensiven Charakter nehmen Infrastrukturprojekte maßgeblichen Einfluss über den Erfolg und Misserfolg neuer Technologien.¹⁷¹
- **Steuerung zur Kompensation von nachteiligen externen Effekten:** Zuletzt adressieren Jacob et al. (2015) die Bedeutung von Kompensationsmaßnahmen bei vom Strukturwandel benachteiligten Branchen, Regionen oder Personengruppen als wesentliche Aufgabe der Strukturpolitik. Solchen Verwerfungen beispielsweise durch Qualifizierungsmaßnahmen oder anderweitigen Leistungen zum Aufbau von Wirtschaftsstrukturen entgegenzuwirken ist notwendig,¹⁷² um die Zustimmung zur Transformation aufrecht zu erhalten.¹⁷³

¹⁶⁵ vgl. Högelsberger und Maneka 2020, S. 409ff.

¹⁶⁶ vgl. COWI 2009, S. 3ff; RFTE 2021, S. 4ff; Friesenbichler et al. 2021, S. 67.

¹⁶⁷ vgl. Koschatzky 2018a, S. 22.

¹⁶⁸ vgl. Kutschke et al. 2014, S. 146.

¹⁶⁹ vgl. Brown et al. 2021, S. 23ff; Jacob et al. 2015, S. 21.

¹⁷⁰ vgl. Pechlaner und Doepfer 2014a, S. 10.

¹⁷¹ vgl. Jacob et al. 2015, S. 21.

¹⁷² vgl. OECD, S. 17.

¹⁷³ vgl. Klodt 2018b; Jacob et al. 2015, S. 21.

Die Gestaltung von Transformationsprozessen stellt hohe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit politischer Systeme und kann durchaus als konfliktreiche Aufgabe betrachtet werden. Diese sind zwangsläufig durch Macht- und Verteilungsfragen verbunden, wobei durch Änderung der Ressourcenbasis oder des Ordnungsrahmens Regionen, Branchen und Unternehmen und damit verbundene Interessensgruppen wie Gewerkschaften an Bedeutung verlieren, während andere einen höheren Stellenwert einnehmen. Durch Verbindung zu politischen Institutionen und Lagern können sich damit auch die Steuerungsmöglichkeiten der Transformation im zeitlichen Verlauf deutlich ändern.¹⁷⁴

2.1.5 Zusammenfassung

Ändert sich die technologische Basis der Wettbewerbsfähigkeit produzierender Unternehmen, so stehen diese vor großen Herausforderungen. Die Gewinner solcher Entwicklungen sind in der Regel diejenigen Unternehmen, die solche Veränderungen rechtzeitig erkennen, um schnell darauf reagieren und sich im Zweifel neu erfinden zu können.¹⁷⁵ Führen die Entwicklungen außerdem zur Verschiebung von Branchengrenzen oder der Wirtschaftsstruktur, kann der transformative Wandel sich zu einem Strukturwandel mit potenziell drastischen Auswirkungen für die Volkswirtschaft ausweiten. Durch innovatives Verhalten der Unternehmen allein wird ein solcher Wandel nicht zu meistern sein.¹⁷⁶ Stattdessen ist ein gemeinsamer, mit allen am Transformationsprozess beteiligten Akteuren wie Politik, Industrie, Forschung und Bildungseinrichtungen abgestimmter Vorgehensplan notwendig, um vorhandene Ressourcen und bestehende Wertschöpfungsstrukturen zukunftsorientiert auszurichten¹⁷⁷ und den Industriestandort zu stärken.¹⁷⁸

Der Blick auf vergangene technologieinduzierte Transformationsprozesse bekräftigt diese Feststellung. So sind die zum Teil gravierenden Strukturprobleme in deutschen Bergbauregionen, den landwirtschaftlich geprägten Bereichen oder im Küstenraum nicht auf eine Verschlechterung natürlicher Standortfaktoren zurückzuführen. Die hohe relative Arbeitslosigkeit resultiert vielmehr aus dem Bedeutungsverlust der jeweils dominierenden Produktionszweige.¹⁷⁹

Die Literatur zeigt außerdem, dass Transformationsprozesse in abgegrenzten Systemen, die als solche nicht als umfassende Systemwandel zu verstehen sind, einem Gestaltungsspielraum durch die beteiligten Akteure unterliegen.¹⁸⁰ Mit den

¹⁷⁴ vgl. Jacob et al. 2015, S. 17f.

¹⁷⁵ vgl. Kohne 2016, S. 3; Wildemann 2010, S. 121ff.

¹⁷⁶ vgl. Schneider et al. 2018, S. 7.

¹⁷⁷ vgl. Röhl 2019, S. 54.

¹⁷⁸ vgl. Hagedorn et al. 2019.

¹⁷⁹ vgl. Klodt 2018a.

¹⁸⁰ vgl. Jacob et al. 2015, S. 18f.

richtigen wirtschafts- und industriepolitischen Hebeln¹⁸¹ können öffentliche Entscheidungsträgerinnen und -träger den transformativen Wandel damit lenken, sodass nicht gewünschte Folgen struktureller Verschiebungen in der Gesamtwirtschaft und Gesellschaft abgewendet oder zumindest gemildert werden.¹⁸² In diesem Bezugsrahmen ist es Aufgabe der Transformationsforschung, normatives, operationelles und strategisches Handlungswissen zu erzeugen, Optionen abzuwägen und zu bewerten, um Akteurinnen und Akteuren zu den richtigen Entscheidungen zu verhelfen. Dazu zählt auch, implizites Wissen von Akteurinnen und Akteuren in Forschungsprozessen zu explizitem Wissen umzuwandeln und damit nutzbar zu machen.¹⁸³ Wie für Unternehmen gilt auch für Volkswirtschaften, dass die Fokussierung auf die Standortvorteile eines Raumes eine erfolgreiche regionale Wirtschaftsentwicklung stimulieren kann.¹⁸⁴ Für die Gestaltung eines technologieinduzierten und innovationsbasierten Strukturwandels ist eine systemische Perspektive erforderlich, die regionale Akteursstrukturen, Wirkungszusammenhänge und Kontextbedingungen berücksichtigt.¹⁸⁵

2.2 Ordnungsrahmen Technologiemanagement

In Kapitel 2.1 wurden die Charakteristiken des transformativen Wandels aus der betriebs- als auch der volkswirtschaftlichen Perspektive beleuchtet. Die Identifikation von Transformationspfaden im Rahmen der Transformationsforschung setzt voraus, dass mittel- bis langfristige Wirkmechanismen des Wandels bekannt sind, ebenso wie die Reaktionsstrategien der betroffenen Unternehmen. Für einen technologieinduzierten Wandel ist damit eine Untersuchung notwendig, wie sich bevorstehende Änderungen in den Produkt- als auch Produktionstechnologien der Unternehmen niederschlagen.

Mit der steigenden Bedeutung technologischer Kompetenzen als zentrale Wettbewerbsfaktoren in hochentwickelten Ländern,¹⁸⁶ beschäftigt sich die Disziplin des Technologiemanagements bereits seit geraumer Zeit mit der effizienten Bewertung, Entwicklung, Verwaltung und Nutzung von Technologien in Unternehmen und Organisationen. So werden auch in der Automobilindustrie signifikante und nachhaltige Differenzierungen der Produktleistungen zu Wettbewerbern überwiegend auf der Grundlage innovativer Technologien erzielt.¹⁸⁷ Durch jahrzehntelange Forschungsleistungen kann die Disziplin des Technologiemanagements mittlerweile auf einen fundierten Schatz an Managementmethoden zurückgreifen, welche durch

¹⁸¹ vgl. Dispan et al. 2021; Gittenberger et al. 2021, S. 12.

¹⁸² vgl. Klodt 2018b.

¹⁸³ vgl. Wittmayer und Hölscher 2017, S. 43.

¹⁸⁴ vgl. Pechlaner und Doepfer 2014b, S. 64.

¹⁸⁵ Koschatzky und Stahlecker 2018, S. 41.

¹⁸⁶ vgl. RFTE 2021, S. 3.

¹⁸⁷ vgl. Wallentowitz et al. 2009, S. 89.

sinnvolle Kombination gegebenenfalls einen Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfragen dieser Arbeit leisten können.

Mit den gegebenen thematischen Überschneidungen sollen technologieinduzierte Transformationsprozesse in diesem Kapitel im Ordnungsrahmen des Technologiemanagements beleuchtet werden, um relevante Anforderungen an das Lösungskonzept der Arbeit sowie methodische Impulse festzuhalten.

2.2.1 Begriffsdefinition Technologiemanagement

Technologische Veränderungen gehören für produzierende Unternehmen in vielen Branchen mittlerweile zur Tagesordnung. Dabei bieten technologische Innovationen einerseits große Entwicklungschancen, andererseits bedrohen sie Unternehmen, deren Marktposition auf dem Einsatz veralteter Technologien beruht.

Angesichts der strategischen Relevanz für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen, gewinnt das Aufgabengebiet des Technologiemanagements zur Komplexitätsreduktion in technologischen Entscheidungsprozessen stetig an Bedeutung.¹⁸⁸ Wettbewerbsfähigkeit lässt sich behaupten, wenn es den Unternehmen gelingt, die richtigen Technologien für aktuelle und künftige Leistungen zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung zu stellen.¹⁸⁹ Dazu ist die ständige Erfassung und Verarbeitung impulsgebender Signale erforderlich.¹⁹⁰

Spath et al. (2011b) definieren Technologiemanagement als die Fähigkeit, „...Technologie zu identifizieren, im eigenen Kontext zu bewerten sowie in einem eigenen Produkt oder Produktprogramm marktreif umzusetzen“.¹⁹¹ Etwas ausführlicher definiert es Bullinger (1994a) als „...die integrierte Planung, Gestaltung, Optimierung, Nutzung und Bewertung von technischen Produkten und Prozessen, welche unter der Berücksichtigung der Perspektiven Mensch, Organisation, Technik und Umwelt der Wettbewerbsfähigkeit dienen“.¹⁹² Der Ordnungsrahmen gliedert sich nach Schuh et al. (2011b) in innerbetriebliche Aspekte, die Anspruchsgruppen (z. B. F&E, Produktion, Geschäftsleitung) und die Umweltsphären als externe Einflussgrößen (z. B. Wettbewerber oder Lieferanten), die auf das Unternehmen wirken.¹⁹³

¹⁸⁸ vgl. Schuh 2006, S. 526.

¹⁸⁹ vgl. Klappert et al. 2011a, S. 6.

¹⁹⁰ vgl. Spath et al. 2011a, S. 221.

¹⁹¹ Spath et al. 2011b, S. 20.

¹⁹² Bullinger 1994a, S. 39.

¹⁹³ vgl. Schuh et al. 2011b, S. 11.

2.2.2 Aufgaben des Technologiemanagements

Das Technologiemanagement wird als interdisziplinäre Fachrichtung in ingenieurwissenschaftlicher, wirtschaftlicher, sozioökonomischer und rechtlicher Aufbereitung der Erfüllung einer Aufgabe gesehen.¹⁹⁴ Möhrle und Isenmann (2017a) definieren als Zuständigkeitsbereich des Technologiemanagements den Erwerb, die Bewahrung, den Schutz und die Aufrechterhaltung von technologischer Kompetenz als auch die Verantwortung zur technologischen Marktpositionierung des Unternehmens.¹⁹⁵ Untergliedert in konkrete Aufgabenbereiche umfasst ein erfolgreiches Managen von Technologien nach Spath et al. (2011a) die „Planung, Organisation, Umsetzung, Steuerung und Kontrolle des Wissens über Technologien, das zur Entwicklung und Erzeugung von Produkten oder Dienstleistungen in einer Unternehmung Verwendung findet, sowie alle Führungsaufgaben, die zur Erhaltung und Verbesserung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens beitragen.“¹⁹⁶

Nach Synthese der Literatur können in Abhängigkeit des Planungshorizonts das strategische und das operative Technologiemanagement voneinander abgegrenzt werden.

Das strategische Technologiemanagement beschäftigt sich hauptsächlich mit der Identifikation, dem Ausbau sowie der Ausschöpfung technologischer Erfolgspotenziale. Dies geschieht mit dem Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit mittel- und langfristig zu sichern.¹⁹⁷ Über die Technologiestrategie werden die Leitplanken definiert, an welche man sich bezüglich der Technologieauswahl, der Verwertung (z. B. Verkauf vs. Lizenzierung) oder auch der Positionierung am Markt (z. B. Innovationsführer vs. Follower) orientieren kann.¹⁹⁸ Dabei besteht die Herausforderung, eine Innensicht in Bezug auf interne Ressourcen, internes Wissen und vorhandene Kompetenzen einzunehmen, während gleichzeitig die externe Perspektive mit Blick auf Kunden, Lieferanten und Kooperationspartner gewahrt werden muss.¹⁹⁹

Im kurz- bis mittelfristigen Planungshorizont dient hingegen das operative Technologiemanagement zur Übersetzung der Strategie und effizienten Umsetzung von Potenzialen im ökonomischen Sinne. Teilaufgaben im operativen Technologiemanagement können folgendermaßen zusammengefasst werden:²⁰⁰

¹⁹⁴ vgl. Möhrle und Isenmann 2017a, S. 1.

¹⁹⁵ vgl. Möhrle und Isenmann 2017a, S. 1.

¹⁹⁶ vgl. Spath et al. 2011a, S. 221.

¹⁹⁷ vgl. Spath et al. 2011a, S. 222.

¹⁹⁸ vgl. Schulte-Gehrmann et al. 2011, S. 76ff.

¹⁹⁹ vgl. Albers und Gassmann 2011, S. 5.

²⁰⁰ vgl. Schuh et al. 2011b, S. 11ff.

- **Technologiefrüherkennung:** Ziel der Technologiefrüherkennung ist es, Chancen zu nutzen und Gefährdungen abzuwehren, indem frühzeitig Informationen über technologische Trends im Umfeld des Unternehmens erhoben und Folgen abgeschätzt werden.²⁰¹ Dabei soll ein Unternehmen schneller als der Wettbewerber auf die Attraktivität neuer Technologien, aber auch den Niedergang alter Technologien aufmerksam werden, um entsprechend zu reagieren. Ein strukturierter Prozess ist erforderlich, da sich Technologien hinsichtlich ihres Reifegrades, dem Stand des Wissens, ihres Wettbewerbspotenzials, als auch der Kompatibilität mit anderen Technologien unterscheiden.²⁰²
- **Technologieplanung:** Dieses Aufgabengebiet soll die richtige Entscheidung hinsichtlich Entwicklung, Beschaffung und Nutzung von Technologien für eigene Produkte und Dienstleistungen schaffen.²⁰³ Dies beinhaltet die Ermittlung und Systematisierung der Prozesse, sowie deren Kosten und Ressourcen, um kommende Handlungen vorzubereiten.²⁰⁴
- **Technologieentwicklung:** Die Technologieentwicklung kennzeichnet eine erstmals praktische Umsetzung der vorab definierten Punkte der Technologieplanung und Entwicklung technologischer Lösungen zur Erfüllung der Marktanforderungen, Qualitätsverbesserungen oder Effizienzsteigerungen.²⁰⁵ Diese läuft parallel zur Phase der Produktentwicklung ab, wobei die technologische Sichtweise auf den Kundennutzen, die Innovationshöhe und die Kreativität der Technologie abzielt.²⁰⁶
- **Technologieverwertung:** Diese beschäftigt sich mit der optimalen Nutzung der technologischen und monetären Ressourcen während des Technologielebenszyklus. Dabei wird zwischen interner und externer Technologieverwertung unterschieden. Während die interne Technologieverwertung z. B. auf die Diffusion und Eigennutzung wettbewerbsfähiger Technologien in vielen Produkten und Marktsegmenten abzielt, wird bei der externen Technologieverwertung die Technologie Dritten zur Verfügung gestellt, wodurch die effektive Kapazität und Marktmacht des Unternehmens erhöht wird.²⁰⁷
- **Technologieschutz:** Ziel des Technologieschutzes ist es, die technologischen Innovationen des Unternehmens zu schützen und eine Weitergabe oder Nachahmung der Technologie oder der daraus resultierenden Produkte zu verhindern. Da dies für das Unternehmen schwerwiegende Folgen wie Imageverlust, Umsatzeinbußen oder sogar Rechtsstreitigkeiten mit Kunden

²⁰¹ vgl. Wellensiek et al. 2011, S. 90.

²⁰² vgl. Spath et al. 2011b, S. 38.

²⁰³ vgl. Pfeiffer 1992, S. 34.

²⁰⁴ vgl. Schuh et al. 2011c, S. 171ff.

²⁰⁵ vgl. Pfeiffer 1992, S. 34.

²⁰⁶ vgl. Klappert et al. 2011b, S. 229f.

²⁰⁷ vgl. Schuh et al. 2011a, S. 247f.

haben kann, liegt es im Interesse des Unternehmens, Produktpiraterie und -nachahmung zu bekämpfen.²⁰⁸

- **Technologiebewertung:** Diese Aufgabe ergänzt die zuvor beschriebenen Prozesse, da in allen Phasen nachvollziehbare Entscheidungen auf der Basis von Technologiebewertungen erforderlich sind. Durch effiziente Bewertungsprozesse wird somit die Grundlage für ein effektives Technologiemanagement geschaffen. Für diese Aufgabe werden verschiedene Methoden und Indikatoren eingesetzt, um den Erfüllungsgrad vorgegebener Ziele oder Zustände für ein bestimmtes technologiebezogenes Bewertungsobjekt bestimmen zu können.²⁰⁹

Abbildung 5 bildet eine Übersicht der Prozesse des Technologiemanagements ab.

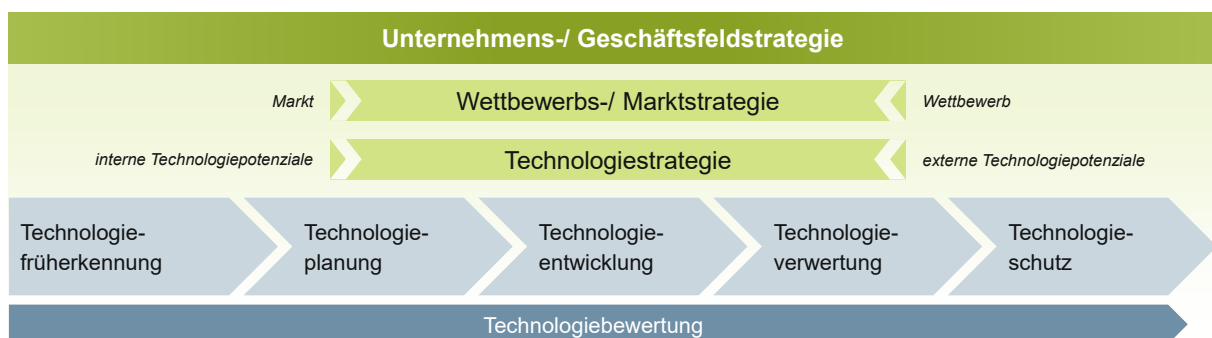


Abbildung 5: Ordnungsrahmen Technologiemanagement²¹⁰

Aus den vorgestellten Aufgabengebieten des Technologiemanagements sind methodisch und konzeptionell im Speziellen zwei Bereiche für diese Arbeit relevant:

- Zur Technologiefrüherkennung und -bewertung im operativen Management bestehen vor allem methodische Schnittstellen. So verfolgen sowohl die betriebswirtschaftliche Anwendung ebenso wie das Vorgehensmodell dieser Arbeit das Ziel, Auswirkungen technologischer Änderungen korrekt zu bewerten. Dabei kann das Technologiemanagement mittlerweile auf einen breiten Schatz qualitativer und quantitativer Bewertungsmethoden zurückgreifen, welche auch im Rahmen dieser Arbeit einen Mehrwert erbringen können.
- Zur Erarbeitung von Technologiestrategien bestehen insbesondere konzeptionelle Überschneidungen. So zielen Technologiestrategien auf die Ausschöpfung technologischer Erfolgspositionen der Unternehmen ab. Ändert sich die technologische Basis, so sind die Strategien dem transformativen Wandel und den Umgebungsbedingungen anzupassen.

²⁰⁸ vgl. Neemann und Schuh 2011, S. 285f.

²⁰⁹ vgl. Schuh et al. 2011b, S. 17.

²¹⁰ vgl. Schulte-Gehrmann et al. 2011, S. 86.

Diesen methodischen als auch prozessualen Überschneidungen entsprechend, werden die Aufgabenbereiche der Technologiestrategieentwicklung sowie der Technologiefrüherkennung und -bewertung in den Kapiteln 2.2.3 und 2.2.4 weiter ausdetailliert, um relevante Werkzeuge und Impulse für diese Arbeit festzuhalten.

2.2.3 Einordnung im operativen Technologiemanagement

In technologieintensiven Branchen schöpfen erfolgreiche Unternehmen ihre Wettbewerbsvorteile häufig aus einer starken technologischen Basis, die den Produkten und Prozessen zugrunde liegt. Infolge technologischer Innovationen unterliegt diese Basis einem stetigen Wandel. Um bestehende Wettbewerbsvorteile vor dem Hintergrund potenzieller Alternativ- und Substitutionstechnologien nicht einzubüßen, sind effiziente Früherkennungsprozesse im Unternehmen notwendig, mit welchen Signale aus dem technologischen Umfeld identifiziert und verarbeitet werden können.²¹¹ Gleichzeitig stellen leistungsstarke Bewertungsprozesse sicher, dass diese Signale treffend bewertet werden als Grundlage für die interne Technologieplanung zur Entwicklung, Einführung und Nutzung von Technologien.

Technologiebewertung vs. Technikfolgenabschätzung

Technologiebewertung bezeichnet in diesem Sinne die Beurteilung des Erfüllungsgrades definierter Zielsetzungen oder -zustände eines technologiebezogenen Bewertungsobjekts,²¹² beispielsweise für die Entwicklung und Einführung neuer Technologien oder als Basis strategischer *Make-or-Buy* Entscheidungen.²¹³ Der Begriff ist im Kontext dieser Arbeit vom Begriff der Technikfolgenabschätzung abzugrenzen: Nach Bullinger (1994a) bezeichnet diese eine Analyse der indirekten Effekte neuer Technologien und technologischer Entwicklungen auf alle Bereiche der Gesellschaft, ökonomische ebenso wie ökologische und soziale.²¹⁴

Die Schwierigkeit liegt in beiden Disziplinen in der Folgen- und Potenzialabschätzung disruptiver Technologien. Diese stellen beispielsweise besondere Anforderungen an das Technologie-Timing, im Sinne des rechtzeitigen Technologieerwerbs,²¹⁵ ebenso wie der zuverlässigen Vorhersage, welche Technologien sich als disruptiv herausstellen und am Markt durchsetzen werden.²¹⁶ Nach Christensen et al. (2011) besteht für viele Unternehmen darüber hinaus die Schwierigkeit, mit disruptiven Technologien im derzeitigen Wertesystem des Unternehmens Gewinne zu erwirtschaften, da der anfängliche Markt noch zu klein ist.²¹⁷

²¹¹ vgl. Wellensiek et al. 2011, S. 89.

²¹² vgl. Haag et al. 2011, S. 310.

²¹³ vgl. Specht und Möhrle 2002, S. 337.

²¹⁴ vgl. Bullinger 1994a.

²¹⁵ vgl. Schulte-Gehrmann et al. 2011, S. 70f.

²¹⁶ vgl. Lichtenthaler 2008, S. 71.

²¹⁷ vgl. Christensen et al. 2011.

Methoden der Technologiebewertung und Technikfolgenabschätzung

Abhilfe zur effizienten Bewertung technologischer Disruptionen in frühen Phasen des Innovationsprozesses verschaffen diverse Methoden, die sowohl im Kontext der Bewertung als auch der Folgenabschätzung zur Anwendung kommen. Dabei existieren je nach Einsatzgebiet verschiedenen Verfahren zur Bewertung von Technologien, diese können sowohl strategischer als auch wirtschaftlicher Natur sein.

Besonders häufig konzentrieren sich bestehende Bewertungsansätze auf strategische, wirtschaftliche oder technische Bewertungsmetriken. Während technische Ansätze die Leistung von Technologien bezogen auf Schlüsselparameter wie Prozessstabilität, Qualität oder Materialflexibilität evaluieren, konzentrieren sich wirtschaftliche Ansätze auf die ökonomische Modellierung, beispielsweise des Cash-Flows welcher durch die Nutzung der Technologie generiert wird. Strategieorientierte Ansätze bewerten die Eignung einer Technologie schließlich im strategischen Umfeld eines Unternehmens, beispielsweise bezogen auf vorhandene Kompetenzen, Synergien zu bestehenden Märkten oder gesetzte technologiebezogene Ziele des Unternehmens.²¹⁸ Nach Art der Bewertungsmethode lässt sich eine Einteilung verfügbarer Ansätze nach folgendem Klassifikationsschema vornehmen.²¹⁹

- Klassifikatorische Bewertung von Technologien (d. h. Bildung von Technologielisten)
- Komparative Bewertung von Technologien (d. h. Technologien werden zueinander ins Verhältnis gesetzt)
- Metrisierende Bewertung von Technologien (d. h. Zuordnung von numerischen Werten)

Bei den angeführten Ansätzen nimmt die Genauigkeit des Bewertungsergebnisses wie auch die Schwierigkeit der Durchführung in der Regel von den klassifikatorischen zu den komparativen zu den metrisierenden Vorgehensweisen deutlich zu.²²⁰

Methoden der Zukunftsforschung

Mit dem langfristigen Planungshorizont kommt für die Forschungsfrage dieser Arbeit im Kontext der Technologiebewertung und Technikfolgenabschätzung den Methoden der Zukunftsforschung eine hohe Bedeutung zu. Mögliche Transformationsperspektiven der Industrie sind durch Komplexität geprägt, da Entwicklungen ebenso wie Veränderungen in vielschichtigen Wechselwirkungen miteinander stehen und nur teilweise kontinuierlich, teilweise aber auch disruptiv ablaufen. Infolgedessen ist mit der Zukunftsforschung grundsätzlich Unsicherheit verbunden.²²¹ Für die Ausrichtung betroffener Unternehmen auf eine Langfristperspektive und die Herleitung flankieren-

²¹⁸ vgl. Hofer et al. 2019, S. 1401.

²¹⁹ vgl. Pfeiffer und Weiß 1995, S. 663ff.

²²⁰ vgl. Pfeiffer und Weiß 1995, S. 669.

²²¹ vgl. Kosow und Gaßner 2008, S. 6.

der Maßnahmen im Strukturwandel ist die Kenntnis und Modellierung möglicher Zukünfte erforderlich. Die Zukunftsforschung bietet hierzu durch ein methodisch differenziertes Instrumentarium wertvolle Unterstützung, um eine Langfristausrichtung von Entwicklungspfaden auf einen fern in der Zukunft liegenden Zeithorizont zu erleichtern.²²² Grundlegend sind immer mehrere, unterschiedliche Entwicklungspfade möglich. Alternativen werden erst durch die Auswahl eines Entwicklungspfads ausgeschlossen, wobei gleichzeitig neue Pfade entstehen. Daher beziehen sich Methoden der Zukunftsforschung in der Regel auf den Plural, im Sinne möglicher „Zukünfte“.²²³

Die Vielfalt an Methoden der Zukunftsforschung zieht gewisse Unsicherheiten in der Anwendung nach sich, reichend von normativen Methoden zur Modellierung wünschenswerter Zukünfte bis hin zu explorativen Methoden, um die Auswirkungen möglicher Zukünfte zu ergründen. Entgegen der Vielfalt lassen sich nach Steinmüller (2008)²²⁴ oder nach Bullinger(1994b)²²⁵ generelle Überschneidungen in den Vorgehensweisen der Methoden ausmachen, welche in fünf Schritten in Abbildung 6 dargestellt sind.

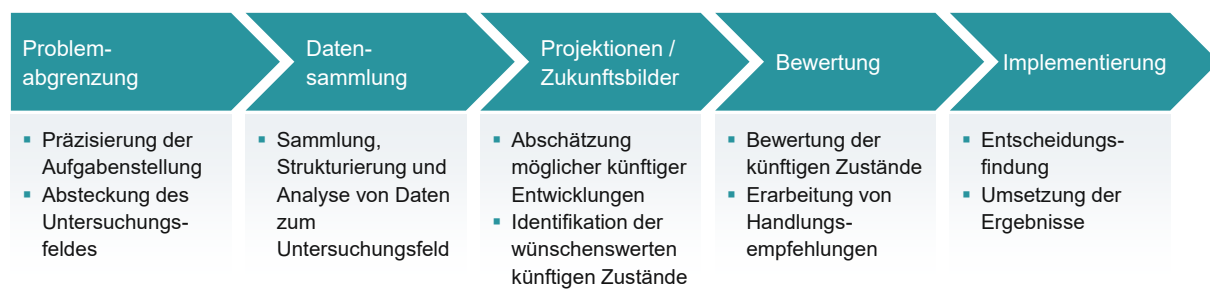


Abbildung 6: Generelle Vorgehensweise bei der Zukunftsforschung²²⁶

Ausgehend von der Präzisierung der Aufgabenstellung werden die Daten strukturiert aggregiert und analysiert. Im dritten Schritt werden Projektionen zur Abschätzung künftiger Entwicklungen aufgestellt. Dabei kann unterschieden werden zwischen der explorativen Perspektive zur Abschätzung möglicher zukünftiger Entwicklungen im Untersuchungsfeld und der normativen Perspektive zur Identifizierung explizit erwünschter Entwicklungen. In den letzten beiden Phasen erfolgt schließlich die Bewertung der identifizierten Zukunftsprojektionen mit der Ableitung von Handlungsempfehlungen sowie der Auswahl und Ausrichtung auf einen Entwicklungspfad.²²⁷

Methoden, die sich dieser Vorgehensweise bedienen sind beispielsweise die Methoden der Szenariotechnik und des Technologie-Roadmappings. Erstere stellt einen der komplexesten und umfassendsten Ansätze dar. Dabei werden unterschied-

²²² vgl. Möhrle und Isenmann 2017a, S. 5.

²²³ vgl. Kosow und Gaßner 2008, S. 6.

²²⁴ vgl. Steinmüller 2008, S. 103f.

²²⁵ vgl. Bullinger 1994b, S. 21.

²²⁶ vgl. Steinmüller 2008, S. 99.

²²⁷ vgl. Steinmüller 2008, S. 98f.

liche methodische Herangehensweisen wie Wissens-, Bewertungs-, Entscheidungs-, Gestaltungs- und Partizipationsverfahren berücksichtigt.²²⁸ Im Kontext der produzierenden Industrie umfassen Szenarien nachvollziehbare Beschreibungen möglicher Ausprägungen von Umfeldern und Märkten in der Zukunft, in die das Geschäft der Unternehmen zu positionieren ist. Diese beruhen auf einem vernetzten System von Einflussfaktoren, welche die Ausprägung denkbarer Szenarien erheblich gestalten.²²⁹ Für die Szenariotechnik, wie auch das Technologie-Roadmapping besteht die Herausforderung vor allem in der Identifikation dieser förderlichen als auch hinderlichen Einflussfaktoren für naturwissenschaftlich-technische Zukunftsmöglichkeiten.²³⁰

Im Gegensatz zu reinen Zukunftsbildern beschreibt ein Szenario damit neben einem hypothetisch zukünftigen Zustand auch die Dynamiken und treibenden Kräfte, aus welchen das Zukunftsbild entsteht.²³¹ Solche Methoden eignen sich damit ausgesprochen, um neben einem optimalen Zukunftsbild auch vielversprechende Transformationspfade auf dem Weg zu diesem Zielzustand zu beschreiben. Eine nähere Vorstellung und Zusammenfassung der relevanten Methodenbasis erfolgt gesammelt in Kapitel 3 zum aktuellen Stand der Technik.

2.2.4 Einordnung im strategischen Technologiemanagement

Technologiestrategien für Unternehmen im transformativen Wandel

Mit Bezug auf die Technologieplanung können nach Porter (2013) drei strategische Grundverhaltensweisen unterschieden werden, welche als Basis für die Ableitung weiterer Funktionalstrategien dienen: Umfassende Kostenführerschaft, Differenzierung und die Konzentration auf Schwerpunkte.²³² Kostenführerschaft ist zu erlangen, wenn die eigenen (Stück-)Kosten niedriger als vergleichbare konkurrierende Produkte oder Dienstleistungen liegen. Diese Strategie ist in der Regel an hohe Investitionen von Produktionsanlagen effizienter Größe, dem energetischen Ausnutzen erfahrungsbedingter Kostensenkungen sowie der strengen Kontrolle von variablen Kosten und Gemeinkosten gebunden. Die Differenzierungsstrategie setzt auf qualitative Produkt- und Leistungsmerkmale, um eigene Produkte im Sinne eines höheren Kundennutzens von denen der Konkurrenz abzuheben. Die Strategie der Spezialisierung auf Schwerpunkte beschränkt sich im Vergleich zu den anderen beiden Strategien auf die Selektion von Marktnischen.²³³ Aus den Grundstrategien leiten sich spezifische Anforderungen an Produkt- und Prozesscharakteristiken ab, sodass alle Strategien auf die Lösung technischer Problemstellungen rückgeführt werden können. Mit den richtigen Technologiestrategien können die angestrebten

²²⁸ vgl. Grunwald 2002, S. 226.

²²⁹ vgl. Gausemeier et al. 2016, S. 2–3.

²³⁰ vgl. Steinmüller 2008, S. 103f.

²³¹ vgl. Kosow und Gaßner 2008, S. 9.

²³² vgl. Porter 2013, S. 73.

²³³ vgl. Wallentowitz et al. 2009, S. 95.

Ziele, Kosten- oder Differenzierungsvorteile bzw. Spezialisierungen auf der technischen Seite erreicht werden. Wallentowitz et al. (2009) fassen die grundlegenden Wettbewerbsstrategien auf Basis technologischer Gestaltungsfaktoren in Abbildung 7 zusammen.

		Wettbewerbsstrategie		
		Kostenführerschaft	Differenzierung	Fokussierung
Technologieveränderung	Produkt-technologie	zur Senkung der Produktionskosten durch <ul style="list-style-type: none"> Materialreduktion Fertigungserleichterung Vereinfachung logistischer Erfordernisse 	zur Erhöhung von <ul style="list-style-type: none"> Produktqualität Produktmerkmalen Lieferfähigkeit Produktvielfalt 	zur Befriedigung einer differenzierten Nachfrage durch spezifische <ul style="list-style-type: none"> Produktgestaltung Leistungskonfiguration
	Prozess-technologie	zur Realisierung von <ul style="list-style-type: none"> Lernkurveneffekten durch Reduktion von Input zur Erzielung von <ul style="list-style-type: none"> „Economies of Scale“ 	zur Erzielung <ul style="list-style-type: none"> höherer Toleranzen besserer Qualitätskontrolle verlässlicher Zeitplanung zur Erzielung von <ul style="list-style-type: none"> „Economies of Scope“ 	zur Anpassung der Wertschöpfungskette an Marktnischenbedürfnisse, um <ul style="list-style-type: none"> Kosten zu senken Kaufwert zu erhöhen

Abbildung 7: Produkt-/Prozesstechnologieeinfluss auf die Wettbewerbsstrategie²³⁴

Für diese Arbeit ist die Kenntnis der strategischen Basis und Wettbewerbsfaktoren notwendig, um auf regionaler Ebene die richtigen Handlungsbedarfe für die Transformation der Betriebe abzuleiten.²³⁵

Zur Bewältigung struktureller Herausforderungen sind die in Abbildung 7 dargestellten Strategien aber noch nicht ausreichend. Diese beziehen sich auf einen stationären Zustand der Wirtschaft, in welchem ein Unternehmen über die Ausgestaltung der Produktionsfaktoren die vorhandene Nachfrage bedienen und um Marktanteile konkurrieren kann. Eine technologieinduzierte Transformation äußert sich durch Änderungen der technologischen Basis, womit bestehende Produktions- und Geschäftsmodelle aufgrund stetig schrumpfender Nachfrage nicht nachhaltig betrieben werden können. Bereits in Kapitel 2.1 wird dargelegt, dass vor allem solche Unternehmen den Strukturwandel meistern werden, die sich agil den neuen Marktbedingungen anpassen können und neue Geschäftspotenziale realisieren.²³⁶ Nur durch Aufbaumaßnahmen lassen sich neue Geschäfte generieren, Werte stiften und neues Wachstum für einen nachhaltigen Erfolg und langfristiges Überleben erzielen.²³⁷

²³⁴ vgl. Wallentowitz et al. 2009, S. 96.

²³⁵ vgl. Schuh et al. 2015a, S. 2068.

²³⁶ vgl. Wildemann 2010, S. 121ff; vgl. Kohne 2016, S. 3.

²³⁷ vgl. Krüger und Bach 2014, S. 9; vgl. Burr und Stephan 2007, S. 646.

Krüger und Bach (2014) sprechen in diesem Zusammenhang von den zwei Verhaltensstrategien des *Advantage Seekings* und *Opportunity Seekings*. Während *Advantage Seeking* im strategischen Management nach den oben beschriebenen Strategien auf Wettbewerbsvorteile durch Andersartigkeit abzielt (z. B. durch Konzentration, Fokussierung und Rückzug), strebt *Opportunity Seeking* den Aufbau neuer Geschäftslogiken und damit die Fähigkeit zur Entrepreneurship eines Unternehmens an. Dazu können beim *Opportunity Seeking* auch bereits bekannte Ziele mit bereits bekannten Mitteln in bisher unbekannter Relation rekombiniert werden.²³⁸ So bietet vor allem das Besetzen neuer Marktnischen große Entwicklungspotenziale.²³⁹

Der Ansatz des *Opportunity Seekings* spricht insbesondere ressourcen- und kompetenzorientierte Perspektiven an, welche beispielsweise innerhalb der Diversifikationsforschung als vielversprechende Strategie angesehen wird.²⁴⁰ Durch Synergienutzung und Hebelwirkung bestehender Kompetenzen werden Diversifikationsstrategien in den Wirtschaftswissenschaften als risikopolitische Maßnahme angesehen.²⁴¹

Prozess zur Erarbeitung von Technologiestrategien

Die Technologiestrategie ist im Unternehmen in der übergeordneten Unternehmensstrategie oder Leitstrategie eingebettet. Die Unternehmensstrategie legt alle anderen Strategien und deren Beziehungen und Prioritätsreihenfolgen im Falle eines Zielkonfliktes fest. Die Technologiestrategie hat hierbei die Aufgabe für die technologischen Ziele des Unternehmens eine Umsetzung gewährleisten zu können.²⁴²

Für die Erarbeitung von Technologiestrategien gilt es für Unternehmen, den Handlungsspielraum für jede relevante Technologie auszuloten und die zukunftsfähigsten unter den jeweiligen strategischen Alternativen auszuwählen. Eine dafür notwendige Voraussetzung ist ein nachvollziehbarer Prozess zur Strategiefindung.²⁴³ Gängige Systematiken zur Erarbeitung von Technologiestrategien unterscheiden sich nach eingesetzten Methoden und Werkzeugen sowie der Reihenfolge und Gewichtung von Prozessschritten.²⁴⁴

²³⁸ vgl. Krüger und Bach 2014, S. 94–95.

²³⁹ vgl. Wildemann 2010, S. 42; Gausemeier et al. 2019b, S. 29.

²⁴⁰ vgl. Wulf 2007, S. 2.

²⁴¹ vgl. Fichtner 2008, S. 288.

²⁴² vgl. Brandt und Kordel 2019, S. 151.

²⁴³ vgl. Schulte-Gehrmann et al. 2011, S. 83.

²⁴⁴ vgl. Bachmann 2015; Schuh et al. 2019, S. 4.

Als Referenz ist in Abbildung 8 das Vorgehensmodell nach Schulte-Gehrmann et al. (2011) dargestellt.

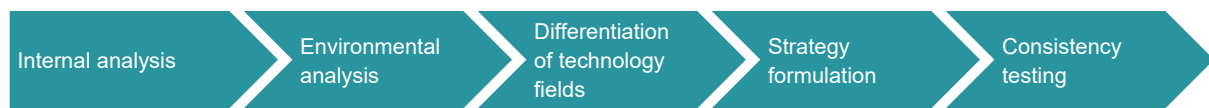


Abbildung 8: Erarbeitung von Technologiestrategien²⁴⁵

Die Entwicklung ist in einen fünfstufigen Prozess gegliedert, startend bei einer internen Analyse der vorhandenen Technologiebasis im Unternehmen. Durch anschließende Bewertung des Unternehmensumfelds, fortlaufender Trends sowie vorhandener Technologien bei Wettbewerbern, können durch Soll-Ist-Abgleich Technologielücken ebenso wie Kernkompetenzen als Basis für die Strategieformulierung definiert werden.²⁴⁶

Als Erkenntnis und Erfolgsfaktor für das Vorgehensmodell dieser Arbeit kann damit die Kombination aus interner und externer Analyseperspektive festgehalten werden. Diese berücksichtigt gleichzeitig die Entwicklungen im Branchenumfeld und schafft ein Bewusstsein für vorhandene technologische Stärken und Schwächen, um richtungsweisende Ergebnisse abzuleiten. Nach Dispan und Pfäfflin (2014) ist die Kenntnis der Umfeldbedingungen und Einflussfaktoren von der globalen bis zur regionalen Ebene essenziell, um Handlungsbedarfe zu erkennen und strategische Unternehmenspolitik kritisch hinterfragen zu können.²⁴⁷

2.2.5 Zusammenfassung

Aus den theoretischen Grundlagen zum Technologiemanagement sind für diese Arbeit zwei wesentliche Erkenntnisse festzuhalten:

- 1. Für die Ableitung von Transformationspfaden im strukturellen Wandel ist die Berücksichtigung einer umfassenden Innen- als auch Außenperspektive notwendig.**

Zur genauen Bestimmung aussagekräftiger Technologie- und Entwicklungspfade ist die Exploration des künftigen Umfeldes einschließlich möglicher regulatorischer Veränderungen und der damit einhergehenden wirtschaftlichen Chancen eine grundlegende Voraussetzung.²⁴⁸ Bestehende Referenzmodelle zur Ableitung von Technologiestrategien bestätigen die Notwendigkeit zur Kombination externer und interner Analysen²⁴⁹ im Rahmen technologiebezogener Strategieentwicklungsprozesse

²⁴⁵ vgl. Schulte-Gehrmann et al. 2011, S. 84.

²⁴⁶ vgl. Schulte-Gehrmann et al. 2011, S. 83f.

²⁴⁷ vgl. Dispan und Pfäfflin 2014, S. 9.

²⁴⁸ vgl. Steinmüller 2008, S. 104; Gausemeier et al. 2016, S. 11; Gausemeier et al. 2019a, S. 237.

²⁴⁹ vgl. Schulte-Gehrmann et al. 2011, S. 84.

ebenso wie eine vorausgehende umfassende technologische Betrachtung des Untersuchungs- und Planungsbereichs.²⁵⁰

2. Die Aufgabengebiete des Technologiemanagements stellen ein breites und diversifiziertes Methodenportfolio bereit.

Bei näherer Betrachtung der Aufgabenfelder des Technologiemanagements zeigt sich ein ausgereifter Methodenschatz, der für Teiluntersuchungen der Forschungsfrage in Betracht gezogen werden kann. Eine besondere Bedeutung kommt dabei den Methoden der Zukunftsforschung aus dem Gebiet der Technologie-bewertung und Technikfolgenabschätzung zu.

Da das Objekt der Zukunftsforschung empirisch nicht greifbar ist, ist die Anwendung solcher Methoden grundsätzlich immer mit Unbestimmtheiten und Unsicherheiten verbunden. Dies kann am fehlenden Wissensstand liegen, ebenso wie „Interventionsparadoxien“, wie sich selbst erfüllende Prognosen durch Einflüsse des menschlichen Handelns. Die Auswahl geeigneter Methoden ist vom betrachteten Einzelfall abhängig und hat sich neben der Problemlösungskapazität in der Praxis natürlich auch an aufwandsbezogene Restriktionen zu orientieren.²⁵¹

Eine nähere Vorstellung und Zusammenfassung der relevanten Methodenbasis erfolgt gesammelt in Kapitel 3 zum aktuellen Stand der Technik.

2.3 Diversifikation im Ordnungsrahmen Technologiemanagement

Bezogen auf die in Kapitel 2.2.4 analysierten Wettbewerbsstrategien im Strukturwandel zeigen mehrere Autorinnen und Autoren, dass ressourcen- und kompetenzorientierte Ansätze, beispielsweise im Rahmen des *Opportunity Seekings*, die größten Erfolgsaussichten für langfristige Wettbewerbskraft bergen.²⁵² Neoklassische Kostensenkungsstrategien alleine werden im Strukturwandel nicht ausreichen.²⁵³ Mit dem engen Bezug kompetenzorientierter Methoden zum Feld der Diversifikationsforschung²⁵⁴ widmet sich daher folgendes Kapitel einer eingehenden Analyse, Eingrenzung und Vorstellung der für diese Arbeit relevanten Aspekte.

²⁵⁰ vgl. Schröder und Wellensiek 2006, S. 190.

²⁵¹ vgl. Steinmüller 2008, S. 100ff.

²⁵² vgl. Krüger und Bach 2014, S. 94–95; Wulf 2007, S. 2.

²⁵³ vgl. Burr und Stephan 2007, S. 666.

²⁵⁴ vgl. Wulf 2007, S. 2.

2.3.1 Begriffsabgrenzungen

Diversifikation

Der Begriff „Diversifikation“ beschreibt sowohl einen Prozess, bei dem ein Unternehmen in neue Aktivitätsfelder eintritt, als auch den Zustand, den das Unternehmen erreicht, wenn es in unterschiedlichen Aktivitätsfeldern tätig ist. In der wissenschaftlichen Literatur werden Aktivitätsfelder im Wesentlichen Produkten und Märkten gleichgesetzt. Der Begriff der Diversifizierung wird häufig im Zusammenhang mit der Produkt- und Marktperspektive in der so genannten Produkt-Markt-Matrix verwendet. Eine Diversifikation liegt demnach nur vor, wenn ein Unternehmen neue Produkte auf neuen Märkten absetzt. Eine reine Erweiterung des Produktspektrums oder der bedienten Märkte wird als Produkt- bzw. Marktentwicklung definiert.²⁵⁵

Andere Autorinnen und Autoren stellen wiederum dieser externen Orientierung an Produkten eine interne, ressourcenorientierte Perspektive entgegen. Daher wird heute der Begriff Diversifikation in der Regel basierend auf der Kombination von interner und externer Perspektive definiert. Diversifikation liegt demnach dann vor, wenn ein Unternehmen unterschiedliche Produkte anbietet bzw. in unterschiedlichen Märkten tätig ist und wenn diese Tätigkeit unterschiedliche Ressourcen und Fähigkeiten erfordert sowie unterschiedliche Managementanforderungen stellt.²⁵⁶

Ein zentraler Untersuchungsgegenstand der Diversifikationsforschung ist der Zusammenhang zwischen einer Diversifikation und dem unternehmerischen Erfolg.²⁵⁷ In der wissenschaftlichen Literatur kursieren vielzählige Begrifflichkeiten, Definitionen und Konzepte, welche im Laufe der Jahre weiterentwickelt wurden, um die Erfolgskatalysatoren einer Diversifikation zu beschreiben.

Ressourcen

Die älteste Theorie versucht den Erfolg auf unternehmerische Ressourcen rückzuführen. Diesem ressourcenorientierten Ansatz zu Folge zeichnet sich jedes Unternehmen durch eine spezifische Ressourcenausstattung aus. Sie bezeichnet die spezifische Art, Anzahl und Ausprägung von Ressourcen, welche somit ein Ergebnis der historischen Entwicklung eines Unternehmens ist und damit einem ständigen Wandel unterworfen ist. Ressourcen sind in diesem Zusammenhang alle materiellen und immateriellen Güter, Systeme und Prozesse, die einem Unternehmen exklusiv zur Verfügung stehen und die Basis für eine Stärke oder Schwäche des Unternehmens im Wettbewerb sein können.²⁵⁸ Zu den immateriellen Gütern zählen beispielsweise unternehmensinternes Know-how sowie firmeneigene Patente.²⁵⁹ Nach Jay Barney

²⁵⁵ vgl. Wulf 2007, S. 7f.

²⁵⁶ vgl. Wulf 2007, S. 8f.

²⁵⁷ vgl. Wulf 2007, S. 27f.

²⁵⁸ vgl. Wulf 2007, S. 35; Gausemeier et al. 2019b, S. 76.

²⁵⁹ vgl. Stelzer 2016, S. 46f.

(1995), dem Begründer dieser Theorie, lassen sich nachhaltige Wettbewerbsvorteile von Unternehmen auf den qualitativen Einsatz solcher Ressourcen zurückführen.²⁶⁰

Fähigkeiten

Eine hohe Ressourcenausstattung allein ist jedoch keine hinreichende Bedingung für einen hohen Innovationserfolg und die Erzielung nachhaltiger Wettbewerbsvorteile. Der Ansatz wurde daher von anderen Autorinnen und Autoren um den Begriff der unternehmerischen Fähigkeiten erweitert. Im ressourcenorientierten Ansatz (engl. „*Ressource-based View*“) liegt das Hauptaugenmerk auf der Einzigartigkeit der Ressource sowie der strategischen Relevanz für den Unternehmenserfolg. Im fähigkeitsorientierten Ansatz (engl. „*Capability-based View*“) wird die Definition um funktionale Fähigkeiten ergänzt, die eine ressourceneffiziente Koordination innerhalb spezifischer Lernprozesse erfasst.²⁶¹ Demnach resultiert erst die Transformation der Ressourcen in Fähigkeiten und deren gezielter Einsatz im Unternehmen in Innovationen und schließlich in langfristigem Unternehmenserfolg. Zusammenfassend lässt sich der Begriff „Fähigkeit“ nach Stelzer (2016) allgemein wie folgt definieren: „Fähigkeiten sind koordinierte Interaktions- und Problemlösungshandlungen, die innerhalb von Routinen und Prozessen unternehmensspezifische Ressourcen für die Zielerreichung im Rahmen der Wertschöpfung bündeln bzw. kombinieren.“²⁶²

Kompetenzen

Über die beschriebenen Ansätze hinaus ist ferner der Begriff der unternehmerischen Kompetenzen abzugrenzen, welcher im Sprachgebrauch als auch der Literatur häufig mit dem Begriff der Fähigkeiten verschwimmt. Die Begriffsdefinition von Kompetenzen liegt im Allgemeinen sehr nahe an der Definition der Fähigkeiten. Auch hier wird ein systematisches, prozessorientiertes Handeln beschrieben, um Inputs zu transformieren und dem Unternehmen die Zielerreichung zu ermöglichen.²⁶³ Kompetenzen werden gleichgesetzt mit Fähigkeiten, Fertigkeiten und Erfahrungen, die für die zielgerichtete Bewältigung von konkreten und neuartigen Arbeitsaufgaben erforderlich sind.²⁶⁴

Eine ausreichend trennscharfe Abgrenzung zu den oben beschriebenen Fähigkeiten ist erst im direkten Vergleich mit den Konkurrenzunternehmen möglich. Nach Müser (1999) stellen unternehmensspezifische Fähigkeiten erst eine Kompetenz dar, wenn sie vergleichsweise besser sind als die entsprechenden Fähigkeiten von (potentiellen) Wettbewerbern.²⁶⁵ Kompetenzen ermöglichen daher eine wettbewerbskritische Ressourcenallokation und führen damit zu Wettbewerbsvorteilen für das Unter-

²⁶⁰ vgl. Barney 1995, S. 52.

²⁶¹ vgl. Stelzer 2016, S. 47.

²⁶² Stelzer 2016, S. 24.

²⁶³ vgl. Stelzer 2016, S. 49.

²⁶⁴ vgl. Kauffeld und Albrecht 2021, S. 1.

²⁶⁵ vgl. Müser 1999, S. 22.

nehmen.²⁶⁶ Eine wesentliche Voraussetzung für Kompetenzen liegt nach Rawitzer und Hefti (2014) jedenfalls in der Reproduzierbarkeit dieser Kompetenzen für weitere relevante Problemlösungen.²⁶⁷ Im Gegensatz zu physischen Vermögenswerten, wachsen Kompetenzen bei Anwendung anstatt sich abzunutzen.²⁶⁸ Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Kompetenzen aus betriebswirtschaftlicher Sicht jenes Set an Fähigkeiten und Ressourcen bezeichnen, mit welchen Unternehmen in der Lage sind durch kombinierten Einsatz langfristig Wettbewerbsvorteile zu entfalten.²⁶⁹

Kernkompetenzen

Nach Helming und Buchholz (2008b) ist eine „Kernkompetenz“ eine besondere Form der Kompetenz. Mit ihr werden im Wertschöpfungsprozess einer Leistung durch spezifisches Wissen Attribute hinzugefügt, die einen dauerhaften Wettbewerbsvorteil begründen.²⁷⁰ Eine Kompetenz erweist sich demnach genau dann als Kernkompetenz, wenn sie nachhaltige Wertschöpfung erzielt und somit das Unternehmen vom restlichen Markt abhebt, indem sie einen dauerhaften Wettbewerbsvorteil generiert. Kernkompetenzen sind auf mehrere Produkte anwendbar und gesondert von Produkt- und Technologievorteilen zu betrachten. Damit geht einher, dass Kernkompetenzen grenzüberschreitend über mehrere Abteilungen und strategische Geschäftsfelder auftreten können.²⁷¹

Zur Identifikation und genauen Abgrenzung von Kernkompetenzen sind solche durch folgende, in Abbildung 9 dargestellte, wertbildende Merkmale gekennzeichnet:²⁷²

- Sie stiften Nutzen, indem sie für einen Kunden wertvoll sind und damit einen entscheidenden Beitrag zum Wettbewerbsvorteil eines Unternehmens leisten.
- Sie sind knapp, also nur in einem begrenzten Ausmaß verfügbar.
- Sie sind begrenzt imitierbar und können daher nicht von Wettbewerbern nachgeahmt werden.
- Sie sind begrenzt substituierbar, dadurch dass Wettbewerber keine anderen Kompetenzen und Ressource besitzen, die die gleichen Funktionen erfüllen.
- Sie haben eine unternehmensweite Bedeutung und sind damit transferierbar.

²⁶⁶ Stelzer 2016, S. 49.

²⁶⁷ vgl. Hefti und Rawitzer 2014, S. 41.

²⁶⁸ vgl. Prahalad und Hamel 1990, S. 82.

²⁶⁹ vgl. Pechlaner und Doepfer 2014a, S. 15.

²⁷⁰ vgl. Helming und Buchholz 2008b, S. 302.

²⁷¹ vgl. Hefti und Rawitzer 2014, S. 42.

²⁷² vgl. Helming und Buchholz 2008a, S. 302; Wulf 2007, S. 34ff; Schulte-Gehrmann et al. 2011, S. 59.

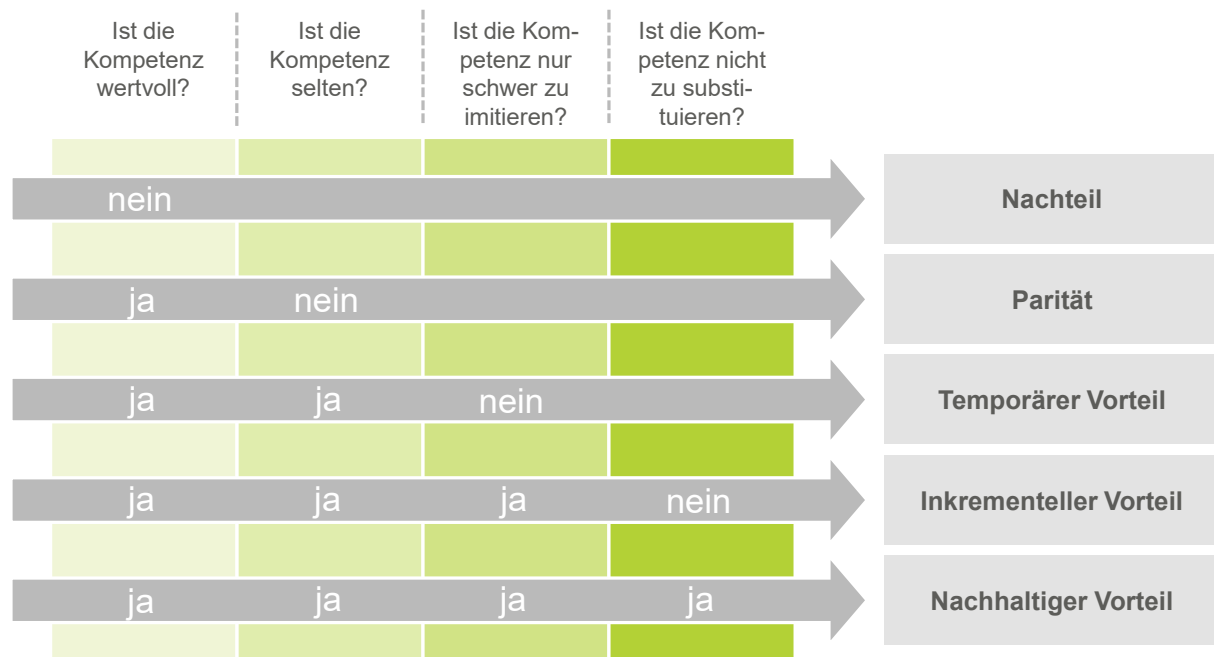


Abbildung 9: Entscheidungsfragen zur Identifikation von Kernkompetenzen²⁷³

Technologiebasierte Diversifikation und Technologiekompetenz

Insbesondere in technologieintensiven Branchen gelingt eine deutliche Differenzierung vom Wettbewerb häufig durch Know-how, das gebündelt in einem Wirknetz von Technologien, Ressourcen und Fähigkeiten eine technologische Einzigartigkeit ergibt. Diese Einzigartigkeit hängt in der Regel nicht von einer einzigen Technologie ab, sondern von verschiedenen Elementen, die im Unternehmen strategisch aufgebaut und in den Nutzen für den Kunden überführt worden sind.

Die technologiebasierte Diversifikation hat ihren Ursprung in der Ressourcen- und Kernkompetenzorientierung und damit in der synergetischen Nutzung einzigartiger Fähigkeiten in mehreren Geschäftsfeldern.²⁷⁴ Bereits Prahalad and Hamel (1990) bauen den Bezug von „Kernkompetenzen“ zu unternehmensweiten Technologien und Produktionsfähigkeiten auf.²⁷⁵ Stephan (2003) beschreibt die technologische Kompetenz einerseits mit der Fähigkeit neues technologisches Wissen zu entwickeln, umzusetzen und gemeinsam mit den bereits vorhandenen Fähigkeiten zu kombinieren. Andererseits wird vom genannten Autor ebenso die Fähigkeit verstanden, bestehende technologische Kompetenzen durch Lernprozesse weiterzuentwickeln und so neue technologische Fähigkeiten zu erlangen.²⁷⁶ Zur Technologiekompetenz können damit beispielsweise spezielle Herstellungsprozesse gezählt werden, die im Sinne einer technologischen Kernkompetenz nicht einfach ersetzbar sind.²⁷⁷

²⁷³ vgl. Schulte-Gehrmann et al. 2011, S. 59.

²⁷⁴ vgl. Schuh et al. 2011a, S. 243ff.

²⁷⁵ vgl. Prahalad und Hamel 1990, S. 81.

²⁷⁶ vgl. Stephan 2003, S. 146.

²⁷⁷ vgl. Schuh et al. 2015a, S. 2075.

Arten der Diversifikation

Aus der Kombination der Technologie- und Marktperspektive lassen sich vier Diversifikationsrichtungen unterscheiden:²⁷⁸

- Bei der *unverbundenen* Diversifikation hat das neue Aktivitätsfeld kaum Gemeinsamkeiten mit den angestammten Geschäftsfeldern des Unternehmens. Im Hinblick auf die Technologieverwertung ist diese Form der Diversifikation wenig attraktiv.
- Die *vertikale* Diversifikation beschreibt den Eintritt in neue Märkte entlang der Wertschöpfungskette der bisherigen Produkte. Dabei wird zwischen Vorwärts- und Rückwärtsintegration unterschieden. Bei einer Vorwärtsintegration werden neue Märkte entlang der Wertschöpfungskette in Richtung der Rohstoffgewinnung und -erzeugung gewonnen, bei einer Rückwärtsintegration in Richtung des Endkunden. Für eine vertikale Integration sind zumeist neue technologische Fähigkeiten erforderlich, weshalb sie zumeist durch den Zukauf von Unternehmen erfolgt.
- Bei der *horizontalen* Diversifikation werden neue Märkte erschlossen, die Gemeinsamkeiten mit den angestammten Geschäftsfeldern aufweisen. Sie können sich zu diesen zum Beispiel hinsichtlich des Leistungsprogramms, der Marktsegmente oder der geographischen Ausdehnung unterscheiden.
- Eine *konzentrische* Diversifikation beschreibt den Versuch eines Unternehmens seine bereits nachgewiesenen Fähigkeiten, die innerhalb der aktuellen Wertschöpfungskette positiv zum Tragen kommen, auf die Wertschöpfungskette eines anderen Marktes zu transferieren. Dazu ist es nötig, Märkte zu identifizieren, die ähnlichen technologischen Fähigkeiten bedürfen. Daher kann die konzentrische Diversifikation auch als technologiebasierte Diversifikation bezeichnet werden.

2.3.2 Kompetenzerhebung als Basis für die Diversifikation

Den ressourcen- und kompetenzorientierten Ansätzen entsprechend, liegt eine erfolgsversprechende Strategie für produzierende Unternehmen im transformativen Wandel damit in der Synergienutzung durch Transfer und die Verwertung bestehender Kompetenzen und Vermögenswerte zur Erschließung neuer Marktpotenziale.²⁷⁹ Je näher dabei die Geschäftsfelder liegen, desto leichter können Unternehmen einzigartige technologische Kompetenzen ausspielen.²⁸⁰

²⁷⁸ vgl. Schuh et al. 2011a, S. 243ff.

²⁷⁹ vgl. Krüger und Bach 2014, S. 22; vgl. Schuh et al. 2011a, S. 243.

²⁸⁰ vgl. Lüthge et al. 2020, S. 836.

Auf die Zielsetzungen dieser Arbeit überführt, bedeutet dies eine Verknüpfung von Transformationspfaden zur Kompetenzbasis des Industriezweigs. Als Grundlage des Vorgehensmodells ist damit die systematische Aufarbeitung, Aggregation und Darstellung der Kompetenzbasis relevant.²⁸¹ Trotz umfangreicher Literatur zur strategischen Relevanz von Kompetenzen, hat sich noch kein standardisiertes Vorgehen zu dessen Erhebung etabliert. Entsprechend fällt es Entscheidungsträgerinnen und -trägern auch in der Praxis schwer, einzigartiges technologisches Know-how mit dem vollen Potenzial auszuspielen.²⁸² Im Folgenden werden einige Ansätze vorgestellt.

Prospektive Kompetenzanalyse

Mögliche qualitative als auch quantitative Ansätze lassen sich aus verwandten Disziplinen, wie beispielsweise der Analyse von personeller Kompetenz- und Qualifizierungsanforderungen ableiten. So wird im Rahmen der "Prospektiven Kompetenzanalyse", die gegenwärtige und zukünftige Situation analysiert und dadurch die Anforderungen der zukünftigen Situation ermittelt. Kernaspekte dabei bilden unter anderem teilstandardisierte Expertinnen- und Experteninterviews, bei welchen auf ein qualitatives, offenes Fragenformat geachtet werden sollte, um freie und spontane Antworten zu generieren. Durch eine Dokumentenanalyse können zusätzliche erfolgskritische Kompetenzen auf wissenschaftlicher Basis ermittelt und in das Anforderungsprofil aufgenommen werden. Um die zukünftigen Kompetenzen zu erfassen und zu beschreiben, werden Workshops, Trendanalysen sowie die Unternehmensvision einbezogen.²⁸³

Kompetenz-Pyramide nach Walsh und Linton

Walsh und Linton (2001) stellen eine Identifizierungssystematik vor, anhand welcher Unternehmens- sowie Industriekompetenzen bewertet und diese anhand einer Kompetenz-Pyramide eingeordnet werden können. Der Ansatz fokussiert *Managerial Capabilities* für firmenspezifische Praktiken, Prozesse und Kulturen und *Technical Competencies*, welche firmenspezifische Technologien sowie die produktions-technischen Fähigkeiten beschreiben, die ein Unternehmen besitzt.²⁸⁴ Die Identifikation erfolgt qualitativ, beispielsweise anhand strukturierter Workshops und Expertinnen- und Expertenbefragungen, sowohl unternehmensintern als auch mit Unterstützung externer Industrieexpertinnen und -experten, sowie der Lieferanten und Kunden des Unternehmens.²⁸⁵ Die technische Kompetenzbasis kann ferner in physische Produktionskompetenzen sowie in Service-Produktionskompetenzen unterteilt werden. Zu den physischen Produktionskompetenzen gehören beispielsweise Werkstoffkompetenzen, im Sinne technologischer Fähigkeiten, die mit der

²⁸¹ vgl. Schuh et al. 2015a, S. 2068.

²⁸² vgl. Schuh et al. 2015a, S. 2068.

²⁸³ vgl. Kato-Beiderwieden et al. 2021, S. 246ff.

²⁸⁴ vgl. Walsh und Linton 2001, S. 167.

²⁸⁵ vgl. Walsh und Linton 2001, S. 174.

Umwandlung eines Rohstoffs in ein neues und wertvolleres Endproduktmaterial zusammenhängen, als auch Fertigungs- und Montagekompetenzen.²⁸⁶ Dienstleistungskompetenzen entstehen dagegen aus wissensbasierten Kompetenzen, bei denen der Wert für den Käufer direkt von den Fähigkeiten und dem Fachwissen der Person abhängt, welche die Dienstleistung erbringt.²⁸⁷

Strukturierter Ansatz anhand von Patentanalysen

Eine weitere Möglichkeit zur Identifizierung von technologischen Kompetenzen bildet der strukturierte Ansatz der Patentanalyse. Dafür muss zuerst der Begriff der Patentkennzahlen erläutert werden. Im Wesentlichen wird zwischen Aktivitäts- und Qualitätskennzahlen unterschieden, wobei Aktivitätskennzahlen hauptsächlich über die Anzahl der Patentanmeldungen gemessen werden. Dabei werden die Patente aber nicht nach ihrer Qualität beurteilt, was bei den teilweise großen Qualitätsunterschieden ein Problem darstellt.²⁸⁸ Zur Lösung dieses Problems wurden die Qualitätskennzahlen eingeführt, welche zum Beispiel technologisch über die erteilten Patente sowie ökonomisch über die Patentlaufzeit, Auslandsanmeldungen oder über Patentzitate erfasst werden.²⁸⁹ Werden nun Patentdaten in Technologiefelder eingeteilt, können Patentportfolios gebildet werden. Diese Patentportfolios stellen die Patentposition eines Unternehmens im Vergleich zu seinen Mitbewerbern in den betrachteten Technologiefeldern dar.²⁹⁰

Dabei zeigt die relative Patentposition die Menge an Patenten des untersuchten Unternehmens im Vergleich zu der Patentanzahl seines aktivsten Mitbewerbers in einem bestimmten Technologiefeld. Die Technologieattraktivität beschreibt die relative Wichtigkeit des betrachteten Technologiefeldes, gemessen an den erteilten Patenten in allen Technologiefeldern. Des Weiteren lässt sich die Bedeutung eines Technologiefeldes aus der relativen Anzahl an Patenten in diesem Technologiefeld im Verhältnis zu allen Patentanmeldungen des Unternehmens ableiten, dargestellt anhand der Größe der Technologiefelder in Abbildung 10.

Patentportfolios ermöglichen es Unternehmen, überlegenes technologisches Wissen zu identifizieren, indem sie ihre Positionen in verschiedenen Technologiefeldern vergleichen. Je hochwertiger das Patentportfolio, desto höher die technologische Kompetenz.²⁹¹ Um eine Korrelation zwischen dem Erfolg eines Unternehmens und dessen Patentportfolio erreichen zu können, sollten Unternehmen ihren Fokus auf

²⁸⁶ vgl. Walsh und Linton 2001, S. 169.

²⁸⁷ vgl. Walsh und Linton 2001, S. 169.

²⁸⁸ vgl. Griliches 1990, S. 1666.

²⁸⁹ vgl. Ernst 1996, S. 271.

²⁹⁰ vgl. Brockhoff 1992, S. 41.

²⁹¹ vgl. Gemünden und Birke 2007, S. 119.

qualitativ hochwertige Patente legen und nicht das Ziel möglichst vieler Patentanmeldungen verfolgen, wie mehrere empirische Studien zeigen.²⁹²

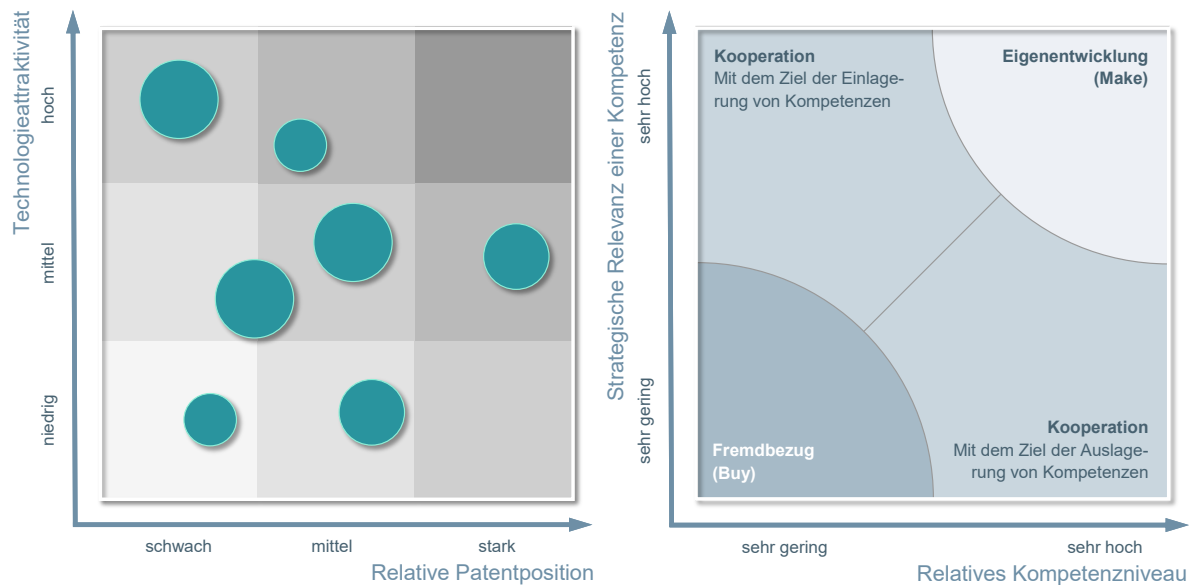


Abbildung 10: Patentportfolio²⁹³ (links) und Kompetenzportfolio²⁹⁴ (rechts)

In gleicher Art und Weise ist zur Aggregation und Darstellung von Technologiekompetenzen einer Überführung in die Portfoliodarstellung möglich.²⁹⁵ In Abbildung 10 ist neben dem diskutierten Patentportfolio eine Darstellung im Kontext des technologiebezogenen Kompetenzaufbaus nach Picot (1991) abgebildet.²⁹⁶ Das Portfolio, in welchem identifizierte Kompetenzen nach den beiden Achsen in Bezug auf die strategische Relevanz sowie dem relativen Kompetenzniveau bewertet werden, kann als Entscheidungsunterstützung für den Kompetenzaufbau herangezogen werden. Je nach Position kann die Entscheidung zum Kompetenzaufbau beispielsweise auf die drei Optionen 1) Eigenentwicklung (*make*), 2) Fremdbezug (*buy*) und 3) Kooperation (*cooperate*) fallen.²⁹⁷ Die relative Stärke beziehungsweise das relative Kompetenzniveau gegenüber dem Wettbewerb lässt sich dabei beispielsweise mit Hilfe von SWOT-Analysen, Wertketten- und Prozessanalysen oder durch Konkurrenzanalysen qualitativ aufarbeiten.²⁹⁸

2.3.3 Implikationen für das Vorgehensmodell in dieser Arbeit

Erst die intensive Auseinandersetzung und letztlich das Wissen um die eigenen Fähigkeiten versetzt Unternehmen in die Lage, flexibel auf Umwelteinflüsse zu

²⁹² vgl. Ernst 1996; Lerner 1994; Shane 2001.

²⁹³ vgl. Ernst 1996.

²⁹⁴ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 43; Picot 1991, S. 352.

²⁹⁵ vgl. Wildemann 2010, S. 136.

²⁹⁶ vgl. Picot 1991, S. 352.

²⁹⁷ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 43f.

²⁹⁸ vgl. Krüger und Bach 2014, S. 65–66.

reagieren und neue Strategien zu entwickeln. Gleiches gilt für die Gestaltung von Transformationsprozessen in der produzierenden Industrie. Die Analyse der technologischen Kompetenzbasis ist notwendig, um erfolgversprechende Transformationspfade abzuleiten, mit denen nachhaltige Wettbewerbsvorteile aufgebaut werden.

Im Gegensatz zu den genannten unternehmensbezogenen Methoden der Kompetenz-erfassung ist die geografische Komponente im Vorgehensmodell nicht zu vernachlässigen. Die räumliche Nähe zu Spezialisten trägt wesentlich zur Wertschöpfungskompetenz von Unternehmen bei. Diese Spezialisten können andere Unternehmen, aber auch Forschungseinrichtungen oder Universitäten und Hochschulen sein. Diese sogenannte regionale Wertschöpfungskompetenz ist dann hoch ausgeprägt, wenn die Interaktionen mit den Spezialisten zu einer effektiveren Generierung von Innovationen führen.²⁹⁹ Neben den eigenen Kompetenzen ist damit ein funktionierendes Netzwerk von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik essenziell, um im globalen Wettbewerb bestehen zu können.³⁰⁰

In weiterer Folge ist der Fokus von der technologischen Basis einzelner Unternehmen auf regionale Kompetenzfelder zu erweitern. Aus volkswirtschaftlicher Sicht bieten regionale Kompetenzfelder ein wirtschaftliches Erfolgspotenzial, da gezielt auf Wettbewerbsvorteile fokussiert werden kann und somit auch Fördermittel strategisch gebündelt und Synergien genutzt werden können. Die Herausforderung liegt auch hier einerseits in der genauen Identifikation der Kompetenzfelder und andererseits in der Bereitschaft der regionalen Unternehmen zur Interaktion.³⁰¹

²⁹⁹ vgl. Chung 2002, S. 485; vgl. Porter 1998, S. 77f.

³⁰⁰ vgl. Altenmüller 1998, S. 512.

³⁰¹ vgl. Goebel et al. 2008, S. 325.

3 Bewertung bestehender Lösungsansätze

In diesem Kapitel werden auf Basis einer systematischen Literaturrecherche bestehende Lösungsansätze für die zugrundeliegende Aufgabenstellung dargestellt und kritisch reflektiert.

Ziel der systematischen Literaturanalyse ist es, eine transparente und reproduzierbare Methode zur Identifikation und Bewertung des Standes der Technik zur Verfügung zu stellen. Sie steht damit im Gegensatz zur traditionellen, narrativen Literaturrecherche, bei der die Gefahr besteht, dass sie durch den Bias der Forschenden beeinflusst wird. Um dem vorzubeugen, folgt die systematische Literaturanalyse einer weithin akzeptierten Methodik. Dabei werden zunächst auf der Basis einer Vorrecherche Schlüsselwörter und Suchbegriffe definiert. Darauf aufbauend wird die Suchstrategie festgelegt und so detailliert festgehalten, dass sie nachvollzogen werden kann. Diese liefert dann die potenziell relevante Literatur, aus der nach weiterer Bewertung die Publikationen für die Literaturanalyse ausgewählt werden.³⁰²

3.1 Überblick und Praxiseinfluss

Nach der Vorstellung und Analyse der theoretischen Basis in Kapitel 2 wird der Stand der Technik nach Abbildung 11 basierend auf drei Untersuchungsfeldern präsentiert:

- **Methoden des Technologiemanagements:** In Ergänzung zum Kapitel 2.2 werden zunächst etablierte Methoden der Technologiefrüherkennung, -bewertung und Technikfolgenabschätzung präsentiert. Das Forschungs- und Arbeitsfeld des Technologiemanagements verfügt über ein breites Repertoire an quantitativen und qualitativen Methoden, mit denen beispielsweise im Rahmen der Zukunftsforschung die Auswirkungen disruptiver Technologien erfasst und beschrieben werden können.
- **Forschungsfeld Diversifikation:** Das Forschungsfeld der Diversifikation bietet gemäß Kapitel 2.3 vielversprechende Ansätze zur Anpassung von Unternehmensstrategien im technologieinduzierten transformativen Wandel. Eine Übertragung dieser meist betriebswirtschaftlich orientierten Ansätze auf die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung bietet Potenzial für ein innovatives Lösungskonzept. Für die Analyse des Standes der Technik wurden daher zunächst Modelle zur Identifikation und Bewertung von Diversifikationspotenzialen in der wissenschaftlichen Literatur recherchiert. Anschließend wurde geprüft, inwieweit diese Modelle in der Lage sind, Aussagen über Transformationspfade für einen ganzen Industriezweig zu generieren.

³⁰² vgl. Tranfield et al. 2003, S. 207ff.

- **Wertschöpfungsstudien und Methoden der Regionalanalyse:** Schließlich werden im dritten Untersuchungsfeld aktuelle (Transformations-)Studien und Wertschöpfungsanalysen vorgestellt und verglichen. Ziel ist es, einen Eindruck zu vermitteln, welche Methoden und Vorgehensweisen in der Praxis als Grundlage für Branchenanalysen u.a. zur Gestaltung wirtschafts- und industriepolitischer Instrumente herangezogen werden. Dabei wird die Notwendigkeit einer ganzheitlichen Systembetrachtung deutlich.

Stand der Technik Literaturrecherche		
<p>Untersuchungsfeld 1</p> <p>Methoden des Technologiemanagements (Früherkennung, -bewertung und Technikfolgenabschätzung)</p> <p>Ziel: Aufarbeitung des Methodenpools für das Lösungskonzept dieser Arbeit</p>	<p>Untersuchungsfeld 2</p> <p>Forschungsfeld Diversifikation (Identifikation und Bewertung von Diversifikationspotenzialen)</p> <p>Ziel: Identifikation kompetenzbasierter Ansätze für die Forschungsfrage</p>	<p>Untersuchungsfeld 3</p> <p>Wertschöpfungsstudien und Methoden der Regionalanalyse</p> <p>Ziel: Vergleich gängiger Vorgehensweisen und Praktiken in aktuellen Studien</p>

Abbildung 11: Untersuchungsfelder für den Stand der Technik

3.2 Stand der Technik

3.2.1 Methoden des Technologiemanagements

Die dem Technologiemanagement zugrundeliegende Methodenbasis lässt sich unterschiedlich klassifizieren. Eine in der Literatur gängige Zuordnung erfolgt im Rahmen des Technologie- und Innovationsmanagements nach den Phasen des Innovationsprozesses wie nach Thom (1992) beispielsweise in die Kategorien der Ideengenerierung, der Ideenbewertung, der Ideenrealisierung, sowie übergreifender Methoden.³⁰³ Nach Kapitel 2.2 ist eine Klassifizierung nach den Aufgabenbereichen des Technologiemanagements für diese Arbeit von großer Relevanz, insbesondere bezogen auf die Methoden der Früherkennung, Technologiebewertung und Technikfolgenabschätzung. Im Kontext der Zukunftsforschung befassen sich solche Methoden mit Prozessen des gesellschaftlichen Wandels, welche die üblichen inkrementalen Veränderungen im Sinne von Trends übersteigen.³⁰⁴ Der Mehrwert besteht vor allem in der hinreichenden Komplexitätsreduktion im Angesicht vielfältiger Einflussfaktoren und Störgrößen, bei gleichzeitiger Wahrung des wissenschaftlichen Charakters. Dazu gehören beispielsweise methodische Transparenz, Nachvollziehbarkeit, logische Konsistenz ebenso wie praktische Relevanz.³⁰⁵ Abbildung 12 zeigt eine Übersicht der recherchierten und nach Relevanz gefilterten Methodenbasis.

³⁰³ vgl. Thom 1992, S. 8.

³⁰⁴ vgl. Steinmüller 2008, S. 87.

³⁰⁵ vgl. Neuhaus et al. 2015, S. 17ff; Möhrle und Isenmann 2017b, S. 32.

Untersuchungsfeld 1: Methoden des Technologiemanagements (Früherkennung, -bewertung und Technikfolgenabschätzung)	Art der Methode				Aufgabe im Tech.- Management			Relevanz
	Qualitativ	Quantitativ	Normativ	Explorativ	Definition, Strukturierung, Früherkennung	Folgenabschätzung - Potenzialabschätzung	Bewertung	Relevanz für das Vorgehensmodell der Arbeit
Methode								
Brainstorming	●	○	●	●	●	●	○	●
Delphi-Befragung	●	●	●	●	●	●	●	●
Experten-Vorhersage	●	○	●	●	●	●	○	●
Mindmapping	●	○	●	●	●	●	○	○
Modellsimulation	○	●	●	●	●	●	●	●
Morphologische Klassifikation	●	○	●	○	●	●	○	●
Ökonometrie	○	●	●	●	○	●	○	○
Partizipatorische Methoden	●	○	●	○	●	○	●	●
Portfoliotechnik	●	●	○	○	○	○	●	●
Relevanzbaum-Analyse	●	○	●	○	●	●	●	●
Strukturanalyse	●	○	○	●	○	●	○	●
Szenariotechnik	●	○	●	●	●	●	●	●
Trend Impact Analysis	●	●	○	●	○	○	●	●
Trendexploration	●	●	○	●	○	●	○	○
Umfeld-Analyse	●	●	●	●	●	●	○	○
Wechselwirkungsanalyse	○	●	●	●	●	●	○	○

Abbildung 12: Untersuchungsfeld 1 - Methoden des Technologiemanagements

Neben dem spezifischen Zweck lassen sich die abgebildeten Methoden nach dem Charakter und dem Verfahren unterscheiden. Nach dem Zweck differenzieren Möhrle und Isenmann (2017b) etwa zwischen normativen Methoden, anhand welcher wünschenswerte Zukunftsbilder entworfen werden, sowie den explorativen Methoden, mit denen sich potenziell mögliche Zukunftsentwicklungen erkunden lassen.³⁰⁶

Ferner kann zwischen quantitativen und qualitativen Methoden unterschieden werden, je nachdem in welcher Form Informationen vorhanden sind und erhoben werden.³⁰⁷ Ebenso existieren Mischformen, semiquantitative Methoden, welche sich dadurch auszeichnen, dass der Zielerreichungsgrad durch Zahlen ausgedrückt wird, aber keine monetären Größen direkt widerspiegelt werden.³⁰⁸

Nach diesen Unterscheidungen im Charakter und dem Zweck können die Methoden auch diversen Aufgabenbereichen zugeordnet werden. Im Technologiemanagement

³⁰⁶ vgl. Möhrle und Isenmann 2017b, S. 34.

³⁰⁷ vgl. Kosow und Gaßner 2008, S. 25.

³⁰⁸ vgl. Gerpott 1999, S. 171.

kann ein Einsatz beispielsweise im Rahmen vielschichtiger Entscheidungssituationen erfolgen, etwa zur qualitativen Einschätzung identifizierter Technologien bis hin zur quantitativen oder monetären Bewertung von Technologieentwicklungsprojekten.³⁰⁹ Datenbasierte Methoden setzen voraus, dass die Informationen in hinreichender Qualität und Belastbarkeit aus einem bestimmten historischen Zeitraum vorliegen.³¹⁰ Speziell in frühen Phasen der Bewertung sind belastbare Datengrundlagen nicht immer gegeben und aufwändige Bewertungen zu diesem Zeitpunkt ohnehin ungerechtfertigt. Daher kann allgemein festgehalten werden, dass qualitative Verfahren eher in frühen Phasen, beispielsweise der Technologiefrüherkennung Anwendung finden, während quantitative Ansätze eher an späterer Stelle in spezifischen Entscheidungssituationen zum Einsatz kommen.³¹¹ Bei unvollständigen Informationsbasen ist im Zweifel dem qualitativen Diskurs mit Expertinnen und Experten Vorrang gegenüber quantitativen und reduktionistischen Bewertungskennzahlen zu geben.³¹²

Aufgrund der besonderen Relevanz im Rahmen dieser Arbeit sowie dem umfassenden Charakter einiger in Abbildung 12 dargestellter Methoden, erfolgt im weiteren Verlauf eine kurze Beschreibung ausgewählter Methoden:

- **Delphi-Befragung:** Die Delphi-Befragung ist ein mehrstufiges Befragungsverfahren, welches auf die Expertise von beteiligten Fachleuten aufbaut, um eine Einschätzung der zukünftigen Entwicklung eines Sachverhaltes zu generieren.³¹³ Die Methode arbeitet mit Feedback-Schleifen und kommt mit dem qualitativen Charakter speziell dann zur Anwendung, wenn es an Datenmaterial fehlt oder eine relative Breite der Forschungsfragen gegeben ist. Sie ermöglicht eine explorative Denkweise zur Entwicklung unterschiedlicher Zukunftsbilder durch Berücksichtigung aller Aussagen der Befragten.³¹⁴
- **Portfoliotechnik:** Diese nimmt eine besondere Stellung im Rahmen qualitativer Methoden ein, indem sie eine einfache graphische Darstellung zur Bewertung von Technologiealternativen anhand aggregierter Kennzahlen oder der Überprüfung des strategischen „Fits“ einer Technologie liefert.³¹⁵ Zu den bekanntesten Portfolioansätzen zählt beispielsweise das Technologieportfolio nach Pfeiffer, nach welchem eine Bewertung nach den Dimensionen „unternehmensspezifische Relevanz“ oder „relative Technologiestärke /Technologieattraktivität“ erfolgt.³¹⁶ Aufgrund der transparenten Darstellungs-

³⁰⁹ vgl. Haag et al. 2011, S. 363.

³¹⁰ vgl. Möhrle und Isenmann 2017b, S. 34.

³¹¹ vgl. Haag et al. 2011, S. 309.

³¹² vgl. Haag et al. 2011, S. 311.

³¹³ vgl. Vorgrimler und Wübben 2003, S. 764.

³¹⁴ vgl. Steinmüller 1997, S. 66ff.

³¹⁵ vgl. Haag et al. 2011, S. 319.

³¹⁶ vgl. Pfeiffer und Dögl 1990, S. 407ff.

form finden Portfoliotechniken auch im Technologie- und Innovationsmanagement im Prozess der Ideenbewertung eine große Anwendergruppe.³¹⁷

- **Modellsimulation:** Als Modellsimulationen werden in der Regel Rechenexperimente bezeichnet, bei denen mögliche Entwicklungen der Realität durch mathematische Modelle abgebildet werden, um Aussagen über verschiedene Bedingungskonstellationen und Stellschrauben abzuleiten. Dabei können komplexe Systeme mit zahlreichen interdependenten Faktoren untersucht werden, die intuitiv nicht mehr abzuschätzen sind.³¹⁸
- **Szenariotechnik:** Die Szenariotechnik gilt zwischen den Methoden als verbindendes Instrument der Zukunftsforschung und bietet einen Rahmen, um explorative als auch normative, quantitative und qualitative Methoden in einem Vorgehen zu integrieren.³¹⁹ Unter einem Szenario wird die Beschreibung zukünftiger Entwicklungen eines betrachteten Prognosegegenstands im Rahmen alternativer Umfeldbedingungen betrachtet.³²⁰ In einem ergebnisoffenen Erarbeitungsprozess können sowohl multiple dynamische Zukunftsentwicklungen ebenso wie komplexe Zukunftsbilder kreiert werden.³²¹ Damit kommt die Szenariotechnik vielfach auch in Wertschöpfungsstudien zum Einsatz, um beispielsweise die Folgen technologischer Änderungen im Sinne von „Was-wäre-wenn“-Analysen auf Wirtschaft und Beschäftigung qualitativ abzuschätzen.³²²
- **Strukturanalyse:** Die Strukturanalyse wird häufig im Rahmen der Szenariotechnik angewandt und dient der Entwicklung von Schlüsselfaktoren.³²³ Darunter sind jene Faktoren zu verstehen, welche den größten Einfluss auf das betrachtete Szenariofeld nehmen und damit gestalterisch wirken. Schlüsselfaktoren können beispielsweise über Expertinnen- und Experteninterviews ermittelt und anschließend anhand von paarweisen Vergleichen in Einflussmatrizen ausgewertet werden.³²⁴

Bewertung der Methodenbasis

Die endgültige Auswahl geeigneter Methoden der Zukunftsforschung ist vom betrachteten Fall abhängig. Dabei sollte in erster Linie die spezifische Problemlösungskapazität der Methode als Entscheidungsgrundlage herangezogen werden und nicht die reine Verfügbarkeit oder der mit der Anwendung verbundene Aufwand.³²⁵

³¹⁷ vgl. Ahrens et al. 2021, S. 29.

³¹⁸ Kröll 2007, S. 40ff.

³¹⁹ vgl. Möhrle und Isenmann 2017b, S. 42.

³²⁰ vgl. Wallentowitz et al. 2009, S. 103.

³²¹ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 120ff.

³²² vgl. Mönnig et al. 2018, S. 15.

³²³ vgl. Hochmayr 2021, S. 64.

³²⁴ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 126.

³²⁵ vgl. Möhrle und Isenmann 2008, S. 100.

Bezogen auf die Aufgabenstellung dieser Arbeit ist aufgrund der Vielzahl der zu berücksichtigenden technologischen, umweltbezogenen und wettbewerbsrelevanten Faktoren der Transformation eine Kombination der genannten Methodengrundlagen unabdingbar. Während z. B. Expertinnen- und Expertenvorhersagen und -umfragen geeignet sind, um die Anforderungen von Industrieunternehmen zu erfassen, sind diese Methoden weniger geeignet, um verschiedene Zukunftsbilder zu entwickeln.³²⁶ Modellsimulationen bieten sich an, um die Auswirkungen technologischer Transitionen auf Wertschöpfungspotenziale quantitativ mit mathematischen Modellen zu erheben. Die Szenariotechnik bietet sich wiederum als verbindendes Element an, um die Teilanalysen zusammenzuführen und in mögliche Zukunftsentwicklungen zu übersetzen.

3.2.2 Forschungsfeld Diversifikation

Das Forschungsfeld „Diversifikation“ im strategischen Management erfreut sich in der wissenschaftlichen Literatur großer Beliebtheit, was sich an der hohen Anzahl an Publikationen ablesen lässt. Die vorhandenen Arbeiten im Forschungsfeld Diversifikation lassen sich nach der bibliometrischen Analyse wie folgt kategorisieren:

- **Potenzialidentifikation:** In diese Kategorie fallen alle Publikationen, die eine Methodik zur Identifikation von Diversifikationspotenzialen anbieten.
- **Potenzialbewertung:** Diese Kategorie gibt an, ob eine Publikation eine Methodik zur Bewertung der identifizierten Potenziale bietet.
- **Darstellung des Diversifikationsgrades:** Diese Arbeiten beschäftigen sich vor allem mit Kennzahlen zur Beschreibung des Diversifikationsgrades eines Unternehmens sowie mit der Analyse des Zusammenhangs zwischen dem Diversifikationsgrad und dem Unternehmenserfolg.

Ein Überblick der identifizierten, im Folgenden beschriebenen Ansätze wird in Abbildung 13 dargestellt. Für die bibliometrische Analyse werden Kategorien und Bewertungsmaßstäbe herangezogen, welche für die Beantwortung der Forschungsfrage die größte Relevanz aufweisen. Dazu gehören beispielsweise der wertschöpfungskettenübergreifende Betrachtungsfokus, die Berücksichtigung der Kompetenzbasis der betrachteten Unternehmen und Branchen sowie die zugrunde liegende Bewertungsmethodik. Darüber hinaus unterscheiden sich die genannten Publikationen in zahlreichen weiteren Aspekten, wie z. B. der Berücksichtigung von Unternehmenskultur und -organisation oder dem Prozessfokus. Da das Ziel der Arbeit die Ableitung von Gestaltungsmaßnahmen auf der Ebene öffentlicher Entscheidungsträgerinnen und -träger ist, werden schwer beeinflussbare unternehmensinterne Faktoren wie z. B. das Thema Unternehmenskultur im Folgenden nicht berücksichtigt.

³²⁶ vgl. Hochmayr 2021, S. 65.

Untersuchungsfeld 2: Forschungsfeld Diversifikation (Identifikation und Bewertung von Diversifikationspotenzialen)			Ordnungsrahmen Technologiemanagement				Fokusgruppen			Betrachtete Bereiche im Wertschöpfungs-system						Methoden und Instrumente			Ergebnis- qualität und Nutzen		Relevanz
Autor	Titel	Jahr	Potenzialidentifikation	Potenzialbewertung	Technologiebewertung	Maß für Diversifikation	Einzelunternehmen - strategisch	Einzelunternehmen - operativ	Wertschöpfungsketten, Industrien, Wirtschaftszweige	(Technologie-) Kompetenzen	Wertschöpfungsketten	Finanzielle Bewertung	Geschäftsmodelle	Kunde & Markt	gesellschaftliche / volkswirtschaftliche Betrachtung	quantitative Bewertungsinstrumente (Basis öffentlich)	quantitative Bewertungsinstrumente (nicht-öffentlich)	qualitative Bewertungsinstrumente	Handlungsempfehlungen für Unternehmen	Handlungsempfehlungen auf standortpolitischer Ebene	Relevanz für das Vorgehensmodell der Arbeit
Kim et al.	Technological diversification, core-technology competence, and firm growth	2016	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Lee et al.	A sequential pattern mining approach to identifying potential areas for business diversification	2020	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Li et al.	Business groups and market failures: A focus on vertical and horizontal strategies	2006	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lichtenhafer	Corporate diversification: identifying new businesses systematically in the diversified firm	2005	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Longo et al.	A system for supply chains diversification and (re)design: supporting managers' perspective in the face of uncertainty	2019	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lütjge et al.	Approximating relatedness from a business model perspective: towards a taxonomic approach	2020	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Miller, Douglas J.	Technological diversity, related diversification, and firm performance	2006	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mun et al.	Discovering business diversification opportunities using patent information and open innovation cases	2019	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sakharov, Folia	Getting beyond relatedness as a driver of corporate value	2015	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schuh et al.	Competence-based diversification: A conceptual approach for evaluating the attractiveness of new market opportunities	2013	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schuh et al.	Systematische Diversifikation - Erfolgreiche Erschließung neuer Geschäftsfelder	2015	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siedlerstricker	Methodik zur Entwicklung von Geschäftsmodellideen für die Diversifikation technologieorientierter, produzierender Unternehmen	2013	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Torkell & Tuominen	The contribution of technology selection to core competences	2002	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yang, Huang	Constructing a Dynamic Evaluation Model for Corporate Diversification - The Thin-film Solar Cell	2011	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zloczynski et al.	Diversifikationsmaße im Praxistest	2007	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abbildung 13: Untersuchungsfeld 2 - Forschungsfeld Diversifikation

Potenzialidentifikation

Methodiken zur Identifikation von Diversifikationspotenzialen fanden sich in folgenden Publikationen: Lee et al. (2020) nutzen dazu datenbasierte Methoden, um beispielsweise Geschäftsfelder mit Hilfe sequenzieller Mustererkennung aus historischen Daten zu identifizieren. Diese Daten geben an, in welchen Geschäftsfeldern die Unternehmen zu welchem Zeitpunkt aktiv waren. Durch die sequenzielle Mustererkennung werden besonders häufige und statistisch signifikante Abfolgen von Geschäftsfeldern identifiziert. Die Geschäftsfelddaten werden darüber hinaus mit finanziellen Kennzahlen wie der Vermögensrentabilität oder der F&E-Intensität verknüpft, um die Attraktivität eines Geschäftsfelds zu bewerten.³²⁷

Mun et al. (2019) stellen eine Methodik basierend auf Patentdaten, ebenso wie Daten zu Fusionen und Übernahmen (M&A) von Unternehmen vor, um Diversifikationspotenziale zu identifizieren. Dazu werden aus den Patentdaten Technologieprofile der Unternehmen erstellt. Anhand der Zuordnung zu Industriezweigen und historischen Aufzeichnungen zu M&A-Fällen können Unternehmen auf Basis ähnlicher Technologieprofile Erkenntnisse zu Diversifikationsmöglichkeiten gewinnen.³²⁸ Einschränkend ist zu erwähnen, dass nur Diversifikationen in andere Industriezweige betrachtet und so Diversifikationen innerhalb von Industriezweigen außen vor gelassen wurden. Besonders interessant für diese Arbeit ist die systematische patentbasierte Generierung von Technologieportfolios für einen Industriezweig, deren Ähnlichkeiten bei Mun et al. (2019) mit Hilfe des Jaccard-Koeffizienten der 50 häufigsten IPC-Klassifizierungen bestimmt wird.³²⁹

Potenzialbewertung

Longo et al. (2019) präsentieren in Ihrer Ausarbeitung eine software-gestützte Methode, um auf Basis der aktuellen Wertströme in der Supply Chain eines Unternehmens Diversifikationsmöglichkeiten in der Supply Chain zu simulieren und so zu bewerten.³³⁰

Schuh et al. (2015) beschreiben ein umfassenderes Vorgehensmodell, dass sowohl markt- als auch ressourcenspezifische Merkmale in der Identifikation von Geschäftspotenzialen vereint. Dazu wird anfangs ein bestimmtes Marktsegment definiert, aufbauend darauf die Anforderungen an die Technologien und Ressourcen im vorher definierten Marktsegment analysiert und abschließend der Fit vom Marktsegment zu bestehenden Technologiekompetenzen bestimmt, um die Attraktivität der potenziellen Marktsegmente festzustellen. Die technologische Basis wird aus allen Technologien, Ressourcen und Fähigkeiten eines Unternehmens zusammengetragen. Das Modell stellt eine praktikable Vorgehensweise vor, um neue Märkte mit neuen Produkten zu

³²⁷ vgl. Lee et al. 2020, S. 21ff.

³²⁸ vgl. Mun et al. 2019, S. 146ff.

³²⁹ vgl. Mun et al. 2019, S. 150.

³³⁰ vgl. Longo et al. 2019, S. 8ff.

erschließen.³³¹ Torkkeli und Tuominen (2002) stellen ein Vorgehensmodell vor, um den strategischen Technologieerwerb in Unternehmen durch Verknüpfung zur Kompetenzbasis zu priorisieren. Dadurch soll die Technologieauswahl einen Beitrag zur Erweiterung und Festigung der Kernkompetenzen liefern und das Management von Kompetenzen verbessern.³³²

Für die Bewertung von Geschäftspotenzialen schlagen Lüthge et al. (2020) ferner einen Ansatz mit dem Ziel vor, die Ähnlichkeit von Geschäftsfeldern neu zu definieren. Dazu wird auf Basis der Geschäftsmodelle ein taxonomisches Modell der Ähnlichkeit aus den drei Dimensionen *value creation* (z. B. bezogen auf Differenzierungsstrategien), *value delivery* (z. B. bezogen auf die Positionierung in der Wertschöpfungskette) und *value capture* (z. B. bezogen auf Preisgestaltung und Wettbewerb) aufgestellt, dass die Diversifikationslogik eines Unternehmens besser abbilden soll.³³³ Sakhartov und Folte (2015) modellieren und simulieren einen mathematischen Zusammenhang zwischen Attraktivität, Ähnlichkeit und Firmenwert³³⁴, während Lichtenthaler (2005) Diversifikationspotenziale auf qualitativer Ebene auf Basis von kompetenz- und marktgetriebenen Suchstrategien vorstellt. Dieser Prozess beginnt mit der Auswahl von Suchfeldern für neue Geschäftsmöglichkeiten basierend auf der Vision, den Kompetenzen oder den aktuellen Geschäftsfeldern des Unternehmens. Im zweiten Schritt werden die definierten Suchfelder weiter auf Geschäftsbereiche und schließlich auf konkrete Geschäftsideen eingeschränkt. Als nächstes müssen die Geschäftsideen als konkretes Geschäftsmodell ausformuliert und validiert werden. Daraufhin können im vierten Schritt die Attraktivität des Marktes und die erreichbare Marktposition sowie mögliche Synergien abgeschätzt werden. Im letzten Schritt werden die Ideen detailliert analysiert, zum Beispiel mit dem Five-Forces-Ansatz von Porter.³³⁵

Yang und Huang (2011) schlagen eine Auswahl an KPI vor, um Unternehmen bei der Diversifikation in neu entstehenden Industrien zu unterstützen, Unsicherheiten zu nehmen und die Koordination des Ressourceneinsatzes zu erleichtern.³³⁶

Darstellung des Diversifikationsgrades

Abschließend lassen sich zahlreiche Publikationen der Bewertung des Diversifikationsgrades von Unternehmen anhand verschiedener Ansätze zuordnen. Die Autorinnen und Autoren bedienen sich dazu neben strategischen Herangehensweisen vor allem mathematischer Modelle und kennzahlenbasierter Verfahren. Im Beitrag von Zloczysti und Faber (2007) werden statische Kennzahlen vorgestellt, beginnend mit

³³¹ vgl. Schuh et al. 2015b, S. 532ff.

³³² vgl. Torkkeli und Tuominen 2002, S. 281.

³³³ vgl. Lüthge et al. 2020, S. 822ff.

³³⁴ vgl. Sakhartov und Folte 2015, S. 1945ff.

³³⁵ vgl. Lichtenthaler 2005, S. 702ff.

³³⁶ vgl. Yang und Huang 2011, S. 649ff.

einfachen Diversifikationsmaßen wie die Anzahl an Produkten, bis hin zu Weiterentwicklungen wie beispielsweise dem *Berry-Herfidahl-Index* oder die *Cumulative Diversification Curve*.³³⁷ In der Untersuchung von Kim (1989) wird ein mathematisches und komplexes Diversifikationsmaß entwickelt, wobei produktspezifische sowie markt-spezifische Faktoren in die Berechnung miteinbezogen werden.³³⁸ Untersuchungen zur Korrelation zwischen Diversifikation und unternehmerischer Performance lassen sich des Weiteren in den Beiträgen von Miller (2006) und Kim et al. (2016) verorten.³³⁹

Bewertung der identifizierten Ansätze

Die Synthese der wissenschaftlichen Literatur im Forschungsfeld Diversifikation zeigt interessante Ansätze zur Kombination von Instrumenten zur Kompetenzerfassung mit Verfahren zur Potenzialabschätzung von Marktchancen. Es zeigt sich aber auch, dass die angeführten Ansätze nicht ohne Weiteres auf die Fragestellungen dieser Arbeit übertragbar sind:

- Der größte Teil vorhandener Publikationen befasst sich mit der empirischen Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Diversifikationsentscheidungen und diversen Erfolgsmaßen. So werden auf Basis historischer Daten besonders häufig die Effekte von Diversifikationsentscheidungen auf den Geschäftserfolg hin geprüft.
- Die wenigen präsentierten Vorgehensmodelle zur Identifikation oder Bewertung von Diversifikationspotenzialen sind nicht auf die Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit zu überführen: So basiert ein großer Teil der Modelle auf sensiblen Daten wie Finanz- oder Prozesskennzahlen, die in dieser Fülle für einen ganzen Industriezweig nur mit sehr hohem Aufwand zu erheben sind. Zum anderen werden unternehmensexterne Faktoren wie regionale Standortfaktoren, Netzwerke oder regulatorische Rahmenbedingungen nur unzureichend in den Bewertungsprozess einbezogen. Die Ansätze eignen sich damit nur für den betriebswirtschaftlichen Anwendungsbereich.
- Arbeiten zur Erfassung des Diversifikationsgrades berücksichtigen generell den aktuellen Diversifikationsgrad eines Unternehmens, ohne jedoch zukünftige Potenziale einzubeziehen. Mathematische Kennzahlen zur Analyse des Diversifikationsgrades ermöglichen zwar eine objektive Vergleichbarkeit verschiedener Unternehmen, die Anwendung dieser Ansätze ist jedoch als eher wissenschaftlich und komplex einzustufen. Die Verwendung ist nicht zur Identifikation weiterer Diversifikationspotenziale geeignet. Damit sind diese Arbeiten wenig relevant.

³³⁷ vgl. Zloczynski und Faber 2007, S. 30ff; Kim et al. 2016, S. 115ff.

³³⁸ vgl. Kim 1989, S. 376ff.

³³⁹ vgl. Miller 2006, S. 609ff; Kim et al. 2016, S. 113ff.

3.2.3 Wertschöpfungsstudien und Methoden der Regionalanalyse

Nachdem bestehende Ansätze im betriebswirtschaftlichen Kontext identifiziert werden konnten, erfolgt in diesem Unterkapitel eine Analyse gängiger Praktiken und Methoden der Branchen- und Industrieanalyse auf volkswirtschaftlicher Ebene.

In der Praxis können zwei wesentliche Quellen unterschieden werden, auf deren Grundlage wirtschaftliche Zusammenhänge untersucht und strategische Standortentscheidungen getroffen werden.

Kennzahlen und Indikatorensysteme

Auf der einen Seite gibt es eine Vielzahl von nationalen und transnationalen Indikatoren und Kennzahlen, die sowohl wirtschaftliche als auch soziale Zusammenhänge analysieren. Ziel dieser Indikatoren ist es, die relativen Stärken und Schwächen der nationalen Wirtschaftssysteme aufzuzeigen, um daraus gezielte Maßnahmen z. B. für die EU-Länder ableiten zu können.³⁴⁰ Solche Indikatoren stützen sich insbesondere auf statistische Daten zur Wirtschaftsleistung, zum Bildungs- und Humankapital oder zu öffentlichen und privaten Investitionen. Gängige Indikatoren sind z. B. der lokale Beschäftigungsanteil, die Beschäftigungsentwicklung, die Wertschöpfung pro Beschäftigten, die F&E-Ausgaben, das Gründungspotenzial, das Synergiepotenzial und die Exportfähigkeit einer Volkswirtschaft.³⁴¹

Auch bei der Messung des Innovationsfortschritts wird versucht, innovative Aktivitäten anhand von Kriterien und Indikatoren zu definieren. Der in der empirischen Innovationsforschung am häufigsten verwendete Messansatz ist die Gleichsetzung von F&E und Innovation. Hier kann auf eine in der Regel qualitativ hochwertige Datenbasis zurückgegriffen werden, da häufig Statistiken oder sogar Vollerhebungen vorliegen.

Erhebungen zum Innovationsverhalten stützen sich häufig auf die Daten der CIS (*Community Innovation Survey*), die auf den Leitlinien des Oslo-Manuals beruhen. Gängige Indikatoren im *Frascati-Handbuch* sind z. B. finanzielle Aufwendungen für F&E, öffentliche Mittel für F&E, F&E-Personal, Lohnkosten für internes und externes Personal. Zur gezielten Erfassung des wissenschaftlich-technischen Wissens werden insbesondere Patentedokumente und wissenschaftliche Publikationen herangezogen.³⁴² Zur Erhebung und dem Vergleich der Leistungsfähigkeit von Innovationssystemen wurden in Europa durch die europäische Kommission des Weiteren eigene Messsysteme ins Leben gerufen. Zu diesen zählen beispielsweise der „European Innovation Scoreboard“ (EIS)³⁴³ oder der „Digital Economy & Society Index“ (DESI)³⁴⁴. Während der EIS eine vergleichende Analyse der Innovationsleistung bereitstellt, fasst

³⁴⁰ vgl. Peneder et al. 2021, S. 871ff.

³⁴¹ Goebel, Christiane u.a. (2008).

³⁴² vgl. Som 2019, S. 3ff.

³⁴³ vgl. Europäische Kommission 2022a.

³⁴⁴ vgl. Europäische Kommission 2022b.

letzterer mehrere Indikatoren zur Fortschrittsmessung der digitalen Leistung der EU-Länder zusammen.

Gesamtwirtschaftliche Zusammenhänge lassen sich über solche Indikatoren einfacher erkennen, um detaillierte Aussagen und Entwicklungsperspektiven zu spezifischen Industrien oder Sektoren zu treffen, greifen diese aber nicht tief genug. Zudem zeigen Untersuchungen, dass über die angeführten Indikatoren zwar die Effizienz von F&E-Prozessen über finanzielle oder personelle Aufwendungen gemessen werden kann, die Effektivität im Sinne erzielter Ergebnisse aber nicht beurteilt werden kann.³⁴⁵ Quantitative Indikatoren müssen daher um qualitative Methoden erweitert werden, um gezielte Aussagen für einen Industriebereich in Branchen- und Industrieanalysen, Studien und Strategiepapieren ableiten zu können.

Methoden der empirischen Analyse

Abbildung 14 zeigt einen Bewertungsauszug aktueller (Transformations-)Studien und Publikationen im Themenfeld der Wertschöpfungsanalysen. Die vollständige Darstellung mit sämtlichen bewerteten Kriterien ist im Anhang der Arbeit abgebildet.

Die Gegenüberstellung zeigt, dass in den vorliegenden Studien bevorzugt qualitative Instrumente der empirischen Sozialforschung, wie z. B. leitfadengestützte Expertinnen- und Experteninterviews oder Befragungen, eingesetzt werden.³⁴⁶ Als Fokusgruppen der Befragungen werden vor allem Führungskräfte aus der Industrie sowie Stakeholder aus der Politik adressiert. Auf diese Weise werden Wirkungszusammenhänge und Umfeldfaktoren, z. B. in Bezug auf Regulierung, Wettbewerb oder Megatrends, durch direkten Expertinnen- und Experteninput umfassend erhoben.

Vereinzelt werden auch methodisch fundierte Delphi-Studien oder Szenarioanalysen angewendet.³⁴⁷ Die Ergebnisse werden in der Regel durch Sekundärforschung im Sinne der Aufbereitung und Interpretation bereits vorhandenen Datenmaterials ergänzt. Dies geschieht z. B. durch Desk Research, Meta-Analysen vorhandenen Studienmaterials oder die Auswertung öffentlich verfügbarer statistischer Datensätze.

³⁴⁵ vgl. Som 2019, S. 6.

³⁴⁶ siehe zum Beispiel Frieske et al. 2022; Strina et al. 2019; Fasold und Engelke-Denker 2020; Dispan 2021; Schwarz-Kocher et al. 2019.

³⁴⁷ siehe zum Beispiel Kempermann et al. 2021.

Untersuchungsfeld 3: (Transformations-) Studien und Wertschöpfungsuntersuchungen			Untersuchungsgegenstand				Zusammenfassende Bewertung der Modelle					Relevanz		
Autor	Titel	Jahr	Wertschöpfungseffekte	Beschäftigungseffekte	Qualifizierungsbedarfe & Kompetenzanforderungen	Trends (Technologie, Markt, etc.)	Weitbewerbskraft des Standorts	Wertschöpfungsstrategien der Unternehmen	Bottom-Up: Die bestehende Kompetenzbasis werden ermittelt	Top-Down: Technologische Trends und deren Impacts werden analysiert	Gestaltungsfaktoren für Zukunft werden ermittelt (z.B. Szenarioanalyse)	Transformationspläne beschrieben und bewertet	Handlungsempfehlungen für die Gestaltung des Strukturwandels ableitbar (politische Ebene)	Relevanz für das Vorgehensmodell der Arbeit
Dispan	Branchenanalyse Kraftfahrzeuggewerbe	2021	●	●	●	●	●	○	○	●	○	○	○	●
Högelsberger, Maneka	Konversion der österreichischen Automobilindustrie	2020	●	●	○	●	●	●	○	●	○	○	○	○
Adam et al.	Industriebuch 2021 des Industriewissenschaftlichen Institutes	2019	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Brown et al.	The Future of the EU Automotive Sector	2021	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Schwarz-Kocher et al.	Transformation durch Elektromobilität und Perspektiven der Digitalisierung	2019	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Coffman et al.	The road ahead: Auto suppliers navigate new terrain	2021	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Falck et al.	Auswirkungen der vermehrten Produktion elektrisch betriebener Pkw auf die Beschäftigung in Deutschland	2021	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Deloitte (HG)	Datenland Deutschland - Urbane Mobilität und autonomes Fahren im Jahr 2035	2019	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Transferzentrum Elbe-Weser (HG)	Technikfolgenabschätzung zu den Auswirkungen der Elektromobilität	2020	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Frieske et al.	Studie: Zukunftsfähige Lieferketten und neue Wertschöpfungsstrukturen in der Automobilindustrie	2022	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Hagedorn et al.	Automobile Wertschöpfung 2030/2050	2019	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Industriellenvereinigung (HG)	Die österreichische Fahrzeugindustrie	2021	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Kempermann et al.	Wirtschaftliche Bedeutung regionaler Automobilnetzwerke in Deutschland	2021	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Kleebinder et al.	Auf der Siegerstraße bleiben - Automotive Cluster der Zukunft bauen	2019	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
KPMG (HG)	22nd Annual Global Automotive Executive Survey 2021: A European Perspective	2021	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Kügler et al.	Herausforderungen und Bestimmungsfaktoren der Wettbewerbsfähigkeit österreichischer	2020	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Mayerhofer	Oberösterreichs Wirtschaft im europäischen Konkurrenzumfeld	2017	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
McKinsey&Company (HG)	Why the automotive future is electric	2021	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Mönning et al.	Elektromobilität 2035 - Effekte auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs von	2018	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
OECD (HG)	Economic Surveys: Austria	2021	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Puls, Fritsch	Eine Branche unter Druck - Die Bedeutung der Autoindustrie für Deutschland	2020	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Roland Berger (HG)	Vollbremsung oder Spurwechsel bei voller Fahrt?	2021	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Schneider et al.	Internationalisierung der automotiven Zulieferindustrie Österreichs	2021	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Schneider et al.	Die Automotive Zulieferindustrie Österreichs im internationalen Wettstreit	2018	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Blöcker et al.	Auto- und Zulieferindustrie in der Transformation – Beschäftigtenperspektiven aus fünf	2020	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Stricker et al.	Endspiel in der Automobilindustrie: Entscheidend ist der Tipping Point	2020	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Strina et al.	Auswirkung der Elektromobilität auf mittelständischer Automobilzulieferer in Südwestfalen	2019	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Viñallonga et al.	Branchenausblick 2030+ - Automotive mit Schwerpunkt Ostdeutschland	2022	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Günther	Branchenbericht Fahrzeugherstellung	2021	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Abbildung 14: Untersuchungsfeld 3 - Wertschöpfungsstudien und Methoden der Regionalanalyse, Auszug

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Dissertation ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this doctoral thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Kombinierte qualitative und quantitative Ansätze finden sich bei deutlich weniger Studien. Mönnig et al. (2018) oder auch Falck et al. (2021) setzen teilweise komplexere ökonomische Modelle für die Abschätzung von Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten basierend auf statistischen Datensätzen und Kostendaten ein.³⁴⁸ Zum Teil werden Input-Output-Analysen angewendet, um neben regionalen Wertschöpfungsanteilen³⁴⁹ auch Netzwerkeffekte in der automotiven Zulieferindustrie aufzudecken indem direkte und indirekte Vorleistungen über die Glieder der Wertschöpfungsketten analysiert werden.³⁵⁰ Die Methode der Input-Output-Analyse kommt speziell in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung zur Anwendung mit dem Ziel, Lieferverflechtungen zwischen den Wirtschaftszweigen aufzuzeigen. Diese werden in Form einer Verflechtungsmatrix dargestellt.³⁵¹

Überleitend von der Input-Output-Analyse und in Ergänzung zu den bereits vorgestellten Methoden sind im Sinne der Vollständigkeit noch vorhandene Methoden der Regionalanalyse anzuführen. Diese befassen sich primär mit der Untersuchung räumlicher Wirkungszusammenhänge, interregionaler Verflechtungen oder der Analyse regionaler Strukturunterschiede.³⁵² Dabei kommen nach Kosfeld (2019) verschiedene Methoden der empirischen Regionalforschung zum Einsatz, darunter beispielsweise Lokalisationsquotienten und gravitationstheoretische Ansätze zur Analyse von Austauschbeziehungen sowie räumlich-ökonomische Modelle zur Abbildung von *Spillover*-Effekten.³⁵³

Bewertung der Modelle

Da es sich bei Ansätzen der Regionalanalyse primär um grundlegende wirtschaftsstrukturelle Fragestellungen handelt und weniger um die Analyse der technologiegetriebenen dynamischen Entwicklung von Industriezweigen, werden diese Methoden im Folgenden vernachlässigt.

Die Relevanz der in Abbildung 14 identifizierten Publikationen wurde anhand des kombinierten Methodeneinsatzes dieser Publikationen und ihrer Relevanz für die Beantwortung der Fragestellung dieser Arbeit bewertet. Aus der Bewertung konnten folgende Lücken bestehender Wertschöpfungsstudien identifiziert werden:

- **Kompetenzfokus:** Die Analyse bestätigt, dass kompetenzbasierte Ansätze in Transformationsstudien nicht zur Anwendung kommen. Einige Autorinnen und Autoren ergänzen ihre Untersuchungen zwar durch Patentanalysen.³⁵⁴ Die Auswertungen dienen jedoch eher dem internationalen Vergleich und der

³⁴⁸ vgl. Mönnig et al. 2018; Falck et al. 2021.

³⁴⁹ vgl. Schwarz-Kocher et al. 2019.

³⁵⁰ vgl. Schneider et al. 2018.

³⁵¹ vgl. Kosfeld 2019, S. 1480.

³⁵² vgl. Gittenberger et al. 2021, S. 86.

³⁵³ vgl. Kosfeld 2019, S. 1476.

³⁵⁴ siehe etwa Kempermann et al. 2021; Hagedorn et al. 2019.

Bewertung der Leistungsfähigkeit von Innovationssystemen anhand von Patentstatistiken als der systematischen Clusterbildung von Kompetenzfeldern. Branchenanalysen, -studien und Standortbewertungsmethoden stützen sich dadurch nur unzureichend auf technologische Ressourcen und Wettbewerbsvorteile des Standortes.

- **Szenariomodellierung:** Zur Modellierung alternativer Zukunftsszenarien setzen einige Forscher in ihren Untersuchungen auf die Methode der Szenariotechnik.³⁵⁵ Im Vordergrund steht die Abschätzung der Auswirkungen unterschiedlicher Elektrifizierungsszenarien hinsichtlich einer langsamen oder beschleunigten Marktdurchdringung von elektrifizierten Fahrzeugen auf die regionale Produktion und Beschäftigung. Eine Analyse nach Einflussbereichen und Einflussfaktoren, d. h. über welche Stellhebel die alternativen Zukunftsszenarien erreicht werden können,³⁵⁶ findet in den untersuchten Analysen nicht statt. Gerade dieser Analyseschritt ist notwendig, um Transformationspfade sowohl für die Industrie als auch für die Politik zur Gestaltung des Strukturwandels abzuleiten. Bei einer rein indikatorengestützten Bewertung besteht generell das Problem, dass Indikatoren als sogenannte Proxy-Variablen die Realität komplexer Innovationszusammenhänge nur näherungsweise und verallgemeinernd beschreiben können.³⁵⁷

³⁵⁵ siehe etwa McKinsey Center for Future Mobility 2021; Fasold und Engelke-Denker 2020; Kempermann et al. 2021.

³⁵⁶ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 120ff.

³⁵⁷ vgl. Schnabl 2000, S. 11.

3.3 Zusammenfassung und Ableitung des Handlungsbedarfs

Auf Basis einer systematischen Literaturanalyse wurden relevante Methoden der Technologiefrüherkennung und -bewertung sowie wissenschaftliche Ansätze im Forschungsfeld der Diversifikation im Hinblick auf die Forschungsfragen dieser Arbeit untersucht. Darüber hinaus wurden aktuelle Wertschöpfungsstudien mit Fokus auf Elektromobilität gegenübergestellt, um gängige Ansätze und Praktiken bei der Analyse von Transformationsprozessen zu vergleichen.

Nach dem aktuellen Stand der Technik ist festzustellen, dass es derzeit an systematischen und praktikablen Ansätzen zur kompetenzbasierten Erarbeitung von Gestaltungsmaßnahmen auf politischer Ebene für Industriezweige im technologieinduzierten transformativen Wandel fehlt.

Kompetenzorientierte Ansätze, wie sie beispielsweise im Forschungsfeld der Diversifikation für einzelne Unternehmen erarbeitet worden sind, sind auf volkswirtschaftlicher Ebene für die Analyse von Clustern und Industriezweigen bislang nicht umgesetzt und systematisiert. Die Methoden der Zukunftsforschung und der empirischen Analyse bringen aufgrund der Vielzahl der verfügbaren Methoden gewisse Unsicherheiten in der Anwendung mit sich. Daher ist auf ein sinnvolles Zusammenspiel zu achten, anstatt undifferenziert einen Methodenmix ohne Bezug zum Forschungsziel anzuwenden.³⁵⁸ Auch themenverwandte Untersuchungen zeigen, dass auf volkswirtschaftlicher Ebene bisher keine Kennzahlen beispielsweise zur Messung der Resilienz existieren. Die Herausforderung besteht vor allem darin, dass ein solcher Index neben den strukturellen Voraussetzungen und Gegebenheiten, die die Ausgangslage, das Entwicklungspotenzial und die Verwundbarkeit einer (regionalen) Wirtschaft widerspiegeln, auch die politischen Rahmenbedingungen sowie die Möglichkeiten bzw. die Bereitschaft zur Anpassung abbilden muss.³⁵⁹ Somit bekräftigt auch die Literatur den Bedarf eines umfassenden Rahmenkonzepts, in welchem die Problemfelder und Lösungsansätze des Wandels strukturiert und abgestimmt zueinander in Beziehung gesetzt werden.³⁶⁰

³⁵⁸ vgl. Möhrle und Isenmann 2008, S. 98–99.

³⁵⁹ vgl. Gittenberger et al. 2021, S. 69.

³⁶⁰ vgl. Krüger und Bach 2014, S. 1.

4 Abgrenzung und Forschungsfragen

Die vorliegende Arbeit ordnet sich in das Themenfeld der Transformationsforschung ein, um im Rahmen eines systematischen Vorgehensmodells Handlungsstrategien und Maßnahmen für die Gestaltung technologieinduzierter Transformationen erarbeiten zu können. Das Vorgehensmodell wird am Fallbeispiel der Transformation der österreichischen Automobilindustrie angewendet und validiert.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer weiteren Abgrenzung, insbesondere im Hinblick auf den Forschungsgegenstand, dem zugrunde liegenden Transformationsprozess sowie die Ergebnisse dieser Arbeit:

- **Eingrenzung des Forschungsobjekts:** Aufgrund der weitläufigen Verwendung des Begriffes „Transformation“ zur Beschreibung von Vorgängen in Staaten, Ökosystemen, Organisationen, Kulturen und Lebensstilen bis hin zu gesamtgesellschaftlichen Systemen,³⁶¹ wird auf Basis der Zielsetzungen folgende Eingrenzung vorgenommen: Transformations- und Untersuchungsobjekt der Arbeit ist das Wertschöpfungssystem der an der Herstellung von Automobilen beteiligten produzierenden Unternehmen in Österreich. Auf Basis der Klassifikation der Wirtschaftszweige ÖNACE erfolgt im Kapitel 7.2 bei der Darstellung des Fallbeispiels eine präzise Abgrenzung der involvierten Unternehmen.
- **Eingrenzung nach den Transformationsauslösern:** Ein Transformationsbedarf kann sich für Unternehmen aus vielfältigen internen und externen Treibern ergeben. Geänderte gesetzliche Anforderungen können dabei ebenso ausschlaggebend sein wie ein kritischer Fachkräftemangel aufgrund der fortschreitenden Alterung der Gesellschaft. Im Rahmen dieser Arbeit beschränkt sich die Analyse auf technologisch getriebene Veränderungsprozesse mit Auswirkungen auf bestehende Produkt- und Produktionstechnologien. Damit werden Transformationsprozesse beleuchtet, die durch technologische Systeminnovationen hervorgerufen werden.
- **Eingrenzung der Forschungsergebnisse:** Zur Identifikation geeigneter Handlungsstrategien ist die Beleuchtung politischer Einflussmöglichkeiten ebenso notwendig wie die Kenntnis betriebswirtschaftlicher Reaktionsstrategien im technologieinduzierten Wandel. Mit dem eingegrenzten Untersuchungsgegenstand „Wertschöpfungssystem Automobilindustrie“ werden nicht die Konversionsstrategien einzelner Unternehmen der Branche betrachtet. Ziel der Arbeit ist es vielmehr, den Fokus auf die gesamtwirtschaftlichen Effekte zu lenken, um daraus geeignete Transformationspfade

³⁶¹ vgl. Jacob et al. 2015, S. 12f.

und Handlungsstrategien für eine zukunftsorientierte Ausrichtung des Wertschöpfungssystems als Ganzes zu generieren.

Abgeleitet aus der eingangs formulierten Problemstellung, den damit verbundenen Zielsetzungen sowie den in Kapitel 3 dargestellten Forschungslücken zum aktuellen Stand der Technik werden zur Strukturierung dieser Arbeit die folgenden Forschungsfragen (FF) definiert:

- **FF1:** *Welche Elemente muss das Vorgehensmodell auf der Basis aktueller Defizite im Stand der Technik enthalten, um Transformationsanforderungen, Handlungsbedarfe sowie attraktive Transformationspfade ganzheitlich zu erfassen?*
- **FF2:** *Welche Teilanalysen sind notwendig, um sowohl die technologische als auch die wettbewerbliche Perspektive im Vorgehensmodell zu vereinen und eine umfassende Bewertungsgrundlage zu gewährleisten?*
- **FF3:** *Mit welchen Messgrößen, Metriken und Methoden ist das Vorgehensmodell auszugestalten, dass qualitative und quantitative Datengrundlagen gleichermaßen genutzt werden können, um Handlungsfelder rational und systematisch zu identifizieren und zu bewerten?*

Die Reflexion der formulierten Forschungsfragen erfolgt im abschließenden Kapitel 8 nach der Vorstellung der Fallstudie.

5 Anforderungen an das Vorgehensmodell

Auf den theoretischen Grundlagen aufbauend wird im Folgenden ein Vorgehensmodell vorgestellt, welches eine systematische Erarbeitung von Handlungsmaßnahmen für Industrien in strukturellen Transformationsprozessen ermöglicht. Das Vorgehensmodell soll damit als Zielgruppe insbesondere öffentliche Entscheidungsträgerinnen und -träger in die Lage versetzen, mit wirtschafts- und industriepolitischen Instrumenten gestaltend in den Transformationsprozess einzugreifen, um diesen aus Sicht des Wirtschaftsstandortes in eine positive Richtung zu lenken. Das Modell soll in seiner Ausgestaltung generisch anwendbar sein, um technologieinduzierte Transformationsprozesse branchenunabhängig analysieren zu können.

Dass strukturelle Transformationen aufgrund gegebener Risiken zu gestrandeten Investments führen, ist nicht auszuschließen.³⁶² Damit Risiken eingegrenzt und Investitionen auf die erfolversprechendsten Zukunfts- und Technologiefelder gelenkt werden, erfolgt in diesem Kapitel eine Zusammenfassung der Anforderungen an das Vorgehensmodell:

A1. Untersuchung der Auswirkungen des transformativen Wandels

Zu Beginn der Untersuchung müssen die Auswirkungen und Folgen des transformativen Wandels auf die produzierenden Unternehmen umfassend beleuchtet und beschrieben werden. Erst wenn die Ist-Situation hinreichend bekannt ist, können zielgerichtete Handlungsstrategien abgeleitet werden, mit denen die Unternehmen bei der Bewältigung dieser Herausforderungen extern unterstützt werden können. Aus den gegebenen Branchenkräften, makroökonomischen Effekten, politischen Einflüssen oder rechtlichen Vorgaben lassen sich wesentliche Veränderungstendenzen ableiten.³⁶³ Für das Vorgehensmodell dieser Arbeit sind daher vor allem die Auswirkungen zu untersuchen, die sich aus dem technologieinduzierten Wandel auf die technologische Basis der Produkt- und Produktionstechnologien ergeben.

A2. Innensicht einnehmen – Fokus auf Wertschöpfungskompetenzen

Ohne Zweifel ist auch bei sektoral begrenzten Zukunftsstudien eine ganzheitliche Herangehensweise notwendig, da auch im eingegrenzten Betrachtungsraum die Schlüsselfaktoren selten konstant bleiben, sondern erheblichen Veränderungen unterworfen sind.³⁶⁴ Während die meisten Autorinnen und Autoren in Wertschöpfungsstudien damit den Hauptfokus auf das äußere Umfeld der Unternehmen legen, bestätigt die wissenschaftliche Literatur auch die Innensicht als hochrelevante Perspektive für den Wandel.³⁶⁵ Das strikte Befassen mit den Kernkompetenzen dient

³⁶² vgl. Meyer et al. 2021, S. 830.

³⁶³ vgl. Kohne 2016, S. 78.

³⁶⁴ vgl. Möhrle und Isenmann 2017b, S. 31–32.

³⁶⁵ vgl. Lüthge et al. 2020, S. 836; Miller 2006, S. 616.

dazu, Synergien zu realisieren,³⁶⁶ gegebenenfalls neue Geschäftsfelder zu entdecken, Flexibilitäten in der Fertigung zu erkennen und im Wandel das Potenzial neuer Technologien ausschöpfen zu können.³⁶⁷ Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist unter dem Begriff Wertschöpfungskompetenz jenes Set an Ressourcen und Fähigkeiten relevant, das von Unternehmen benötigt wird, um durch kombinierten Einsatz langfristig in der Lage zu sein, relative Wettbewerbsvorteile zu generieren.³⁶⁸ Da das Vorgehensmodell auf Industriezweige und nicht auf einzelne Unternehmen ausgerichtet ist, beziehen sich die Synergiepotenziale nicht nur auf die produktionstechnischen Ressourcen, sondern vielmehr auf die Organisation und Zusammenarbeit im Produktionsnetzwerk oder auf die Einbindung von Lieferanten und Kunden entlang der Wertschöpfungskette. So gehören intakte Wertschöpfungsketten, Business-Ökosysteme und Innovationscluster zu den größten Wettbewerbsvorteilen im internationalen Konkurrenzvergleich. Diese Ökosysteme im Gesamtverbund auf neue Entwicklungsperspektiven auszurichten, verspricht größere Chancen für den Erhalt von Wertschöpfungsketten und Arbeitsplätzen als Transformationen allein auf Unternehmensebene anzugehen.

Für das Vorgehensmodell dieser Arbeit ergibt sich damit die Herausforderung, Methoden zu integrieren anhand welcher die Kompetenzbasis für einen Industriezweig in einem angemessenen Aufwand-Nutzen-Verhältnis erhoben werden kann. Nach den in Kapitel 2.3.2 vorgestellten Ansätzen bieten vor allem öffentlich zugängliche Patentauswertungen unter diesen Prämissen interessante Ansatzpunkte.

A3. Außensicht einnehmen – Erfassung der Umfeldentwicklungen

Dem transformativen Wandel im Rahmen dieser Arbeit liegen externe (exogene) Wandlungstreiber zugrunde.³⁶⁹ Aus technologischer Perspektive sind Trendbrüche, strukturelle Veränderungen und Disruptionen im Umfeld der produzierenden Unternehmen zu erwarten. Die Exploration des künftigen Umfeldes einschließlich der möglichen regulatorischen Veränderungen und der damit einhergehenden wirtschaftlichen Chancen und Risiken ist damit basale Voraussetzung für ein aussagekräftiges Ergebnis.³⁷⁰ So tragen zur Wertschöpfungskompetenz eines Unternehmens neben den eigenen Fähigkeiten und Ressourcen ebenso geographische Faktoren, wie beispielsweise die Nähe zu Spezialisten bei. Diese Spezialisten können sowohl andere Unternehmen sein, aber auch Forschungseinrichtungen oder Universitäten und Hochschulen. Wenn die Interaktionen mit den Spezialisten eine effektivere Entstehung von Innovationen zur Folge haben, dann ist auch die sogenannte regionale Wert-

³⁶⁶ vgl. Wallentowitz et al. 2009, S. 56; Schuh et al. 2013, S. 2344.

³⁶⁷ vgl. Hofer et al. 2019, S. 1402; Schuh et al. 2015a, S. 2068.

³⁶⁸ vgl. Pechlaner und Doepfer 2014b, S. 5.

³⁶⁹ vgl. Beck et al. 2008, S. 414ff; Wildemann 2010, S. 27; Westkämper und Löffler 2016, S. 54; Krüger und Bach 2014, S. 15ff.

³⁷⁰ vgl. Möhrle und Isenmann 2008, S. 104.

schöpfungskompetenz hoch ausgeprägt.³⁷¹ Auch im Bezugsrahmen Resilienz gilt: „So wenig ein Individuum unabhängig von den Rahmenbedingungen agiert und reagiert, kann ein Unternehmen unabhängig von Umwelt und Netzwerken resilient sein.“³⁷² Eine ganzheitliche Betrachtungsebene ist auch aus Sicht der Wirtschaftspolitik wichtig, um durch makroökonomische Stabilisierung, Markteröffnung und Effizienzvorteile auch inter-national wettbewerbsfähig zu bleiben.³⁷³

Neben der Fokusindustrie sind im Betrachtungsrahmen dieser Arbeit somit alle weiteren Akteure und Gegebenheiten zu identifizieren, die als Gegenstand des transformativen Wandels den Status quo reproduzieren, dominante Systemelemente darstellen und durch Pfadabhängigkeiten geprägt sind.³⁷⁴ Diese können neben Technologien, Marktstrukturen, der Industriestruktur, der Politik und der regulativen Basis auch Leitprinzipien im Sinne von Paradigmen darstellen.³⁷⁵ Welche Faktoren und Elemente spezifisch eingebunden sind, hängt vom Systemfokus und dem Erklärungsmodell ab.³⁷⁶ Als weitere Anforderung für diese Arbeit ist damit die Fähigkeit des vernetzten Denkens zu adressieren, um Unternehmen als Teil eines Gesamtsystems in einem komplexen Netz von Einflussfaktoren zu analysieren.³⁷⁷

A4. Methodenkombination unter Einhaltung wissenschaftlicher Gütekriterien

Mit der großen Fülle an quantitativen und qualitativen, explorativen und normativen Methoden, werden diese in der Praxis häufig ohne ein abgestimmtes Zusammenwirken der einzelnen Methoden und ohne genaue Ausrichtung auf das Forschungsziel kombiniert.³⁷⁸ Mit dem umfassenden Bezugsrahmen, der Kombination interner sowie externer Betrachtungsebenen ist eine Verknüpfung diverser Methoden im Rahmen dieser Arbeit nicht zu vermeiden. So ist beispielsweise bezogen auf die interne Sichtweise der Wert strategischer Ressourcen sowie möglicher Synergiepotenziale durch quantitative Methoden allein nicht zu beschreiben.³⁷⁹ Eine Aufgabe von Zukunftsstudien liegt außerdem in der hinreichenden Komplexitätsreduktion, um Wirkzusammenhänge offenzulegen ohne mögliche Zukunftsausprägungen damit auszuschließen.³⁸⁰ Für die Herangehensweise sind dessen ungeachtet wissenschaftliche Gütekriterien zu befolgen, unter diesen beispielsweise Nachvollziehbarkeit, logische Konsistenz, methodische Transparenz und terminologische Klarheit.³⁸¹ Die Berücksichtigung dieser Kriterien ist gleichermaßen notwendig, um

³⁷¹ vgl. Chung 2002, S. 485; Porter 1998, S. 77f; Lemb 2021, S. 169.

³⁷² Luks 2020, S. 9.

³⁷³ vgl. Goebel et al. 2008, S. 322ff.

³⁷⁴ vgl. Wittmayer und Hölscher 2017, S. 54.

³⁷⁵ vgl. Geels 2002, S. 1257.

³⁷⁶ vgl. Wittmayer und Hölscher 2017, S. 57.

³⁷⁷ vgl. Gausemeier et al. 2016, S. 3.

³⁷⁸ vgl. Möhrle und Isenmann 2017b, S. 40.

³⁷⁹ vgl. Fichtner 2008, S. 289.

³⁸⁰ vgl. Möhrle und Isenmann 2017b, S. 31–32.

³⁸¹ vgl. Gerhold 2015, S. 9ff.

einen Transfer des Vorgehensmodells auf weitere Fallbeispiele technologieinduzierter Transformationen zu ermöglichen.

A5. Berücksichtigung unterschiedlicher zukünftiger Entwicklungen

Im Vergleich bestehender Wertschöpfungsstudien in Kapitel 3.2.3 ist auffallend, dass Möglichkeiten zur Einflussnahme künftiger Entwicklungen weniger im Fokus stehen als die reine Beschreibung oftmals drastisch dargestellter Zukunftsbilder. Gerade hier liegt aber die eigentliche Herausforderung von Zukunftsstudien, für naturwissenschaftlich-technische Zukunftsmöglichkeiten förderliche als auch hinderliche Kontexte zu identifizieren.³⁸² Die Komplikationen bestehen vor allem in der Existenz unterschiedlichster Zukunftspfade. So werden durch Auswahl und Durchsetzung eines Zukunftspfades Alternativen ausgeschlossen, aber gleichzeitig mehrere neue Pfade eröffnet.³⁸³ Als Voraussetzung für die Beschreibung des Wandels über Transformationspfade ist damit grundsätzlich von alternativen Entwicklungsmöglichkeiten, und damit von der „multiplen Zukunft“ auszugehen.³⁸⁴ Je nach Betrachtungsstandpunkt und in Folge unterschiedlicher Bewertungen können diese Zukünfte sogar ambivalent sein.³⁸⁵

Die Reflexion der formulierten Anforderungen an das Vorgehensmodell erfolgt zusammen mit der Reflexion der Forschungsfragen im abschließenden Kapitel 8 nach der Vorstellung der Fallstudie.

³⁸² vgl. Möhrle und Isenmann 2017b, S. 44.

³⁸³ vgl. Kosow und Gaßner 2008, S. 6.

³⁸⁴ vgl. Gausemeier et al. 2016, S. 3.

³⁸⁵ vgl. Kosow und Gaßner 2008, S. 6.

6 Vorstellung des Vorgehensmodells

Aufbauend auf den theoretischen Grundlagen und Erkenntnissen wird im Folgenden die Struktur des Vorgehensmodells dargestellt. Der Schwerpunkt dieses Kapitels liegt in der Darstellung der Grundstruktur des Vorgehensmodells, des notwendigen Informationsbedarfs sowie des Zusammenspiels der einzelnen Modellphasen. In Kapitel 7 erfolgt die Anwendung des Vorgehensmodells auf das Fallbeispiel „Transformation der österreichischen Automobilindustrie“.

Dieses Kapitel ist in zwei Unterkapitel gegliedert: Im folgenden Kapitel 6.1 wird die Grundstruktur des Vorgehensmodells vorgestellt, wobei der Schwerpunkt auf der Erläuterung der Zusammenhänge zwischen den Arbeitsinhalten und den Zwischenergebnissen des Modells liegt. In Kapitel 6.2 wird anschließend der Fokus auf das „Wie“ gelegt, um die methodische Herangehensweise in den einzelnen Modellschritten im Detail vorstellen.

6.1 Struktur des Vorgehensmodells

Der strukturelle Aufbau leitet sich aus den im Kapitel 5 zusammengefassten Anforderungen ab:

- A1.** Untersuchung der Auswirkungen des transformativen Wandels
- A2.** Innensicht einnehmen – Fokus auf Wertschöpfungskompetenzen
- A3.** Außensicht einnehmen – Erfassung der Umfeldentwicklungen
- A4.** Methodenkombination unter Einhaltung wissenschaftlicher Gütekriterien
- A5.** Berücksichtigung unterschiedlicher zukünftiger Entwicklungen

Aus den Anforderungen A1 bis A3 folgt zunächst, dass ein sinnvolles Ableiten von Handlungsstrategien für öffentliche Entscheidungsträgerinnen und -träger ohne ausreichende Kenntnis der Ausgangssituation nicht möglich ist. Für die Beschreibung der Ausgangssituation im Rahmen des Vorgehensmodells sind drei Elemente wesentlich:

- **Systemstrukturierung und -eingrenzung:** Eine Analyse und Beschreibung der Struktur der Fokusindustrie ist zunächst unerlässlich, um den Untersuchungsraum abzugrenzen, Wirkzusammenhänge innerhalb der Fokusindustrie zu identifizieren und die relevanten Schnittstellen externer Einflüsse auf den Untersuchungsraum festzustellen.
- **Technologische Analyse:** Gemäß der Abgrenzung dieser Arbeit in Kapitel 4 liegen dem Vorgehensmodell technologieinduzierte Veränderungs- und Transformationsprozesse zugrunde. Zur Beschreibung der Ausgangssituation ist es notwendig, die Auswirkungen dieser Veränderungsprozesse auf das betrachtete technische System (z. B. Automobil), den zugehörigen Komponenten und Technologiefeldern (z. B. Getriebe, Antriebskomponenten etc.) und

in der Folge auf den abgegrenzten Untersuchungsraum (Fokusindustrie) umfassend zu beleuchten.

- **Kompetenz-Mapping der Fokusindustrie:** Ausgehend von den theoretischen Grundlagen sollten sich Handlungsstrategien im transformativen Wandel an den vorhandenen Kompetenzen und Alleinstellungsmerkmalen orientieren, um die Erfolgsaussichten der Transformation zu verbessern. Dies erfordert eine strukturierte Erfassung und Kenntnis dieser Kompetenzbasis. Die Aufarbeitung erfolgt dabei am besten anhand der zuvor strukturierten Komponenten des betrachteten technischen Systems.

Die Aufarbeitung der drei aufgezählten Elemente wird im Folgenden als „Schritte“ des Vorgehensmodells bezeichnet. Nachdem die technologische Ausgangssituation mit den oben beschriebenen Inhalten hinreichend beschrieben werden kann, werden diese Schritte einer ersten Phase des Vorgehensmodells „Analyse der Ausgangssituation und Transformationsbasis“ zugeordnet. Die Phasen sind zusammen mit den Schritten und Ergebnissen in Abbildung 15 zusammengefasst.

Für die Ableitung von Handlungsmaßnahmen für die Transformation reichen diese Analysen noch nicht aus. Es fehlt vor allem eine Beschreibung der Stellhebel, an denen politische Akteurinnen und Akteure ansetzen können, um wirksame Instrumente für die Transformation zu platzieren. Diese Stellhebel müssen auf ein gemeinsames Ziel, z. B. dem „Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der Fokusindustrie“, ausgerichtet sein und entsprechend den Anforderungen A1 und A5 unterschiedliche Zukunftsentwicklungen berücksichtigen. Gemäß Kapitel 3.2.1 bietet insbesondere die Methode der Szenariotechnik eine bewährte Systematik, mit der sowohl Einflussfaktoren und Stellhebel identifiziert als auch unterschiedliche Zukunftsausprägungen und Transformationspfade bewertet werden können. In der zweiten Phase des Vorgehensmodells „Schlüsselfaktoren der Transformation und Szenarioanalyse“ werden daher die Aktivitäten einer Szenarioanalyse durchgeführt. Ziel ist es, aus einer wettbewerbsorientierten Perspektive die Stellhebel zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Fokusindustrie zu identifizieren, aus denen in Kombination mit der technologischen Perspektive aus Phase 1 geeignete Handlungsmaßnahmen abgeleitet werden können. In Anlehnung an Gausemeier et al. (2019b) sind im Rahmen einer Szenarioanalyse folgende aufeinander aufbauende Schritte durchzuführen:³⁸⁶

- **Szenario-Vorbereitung:** Als Vorbereitung der Analyse erfolgt eine Abgrenzung und klare Festlegung der Ziele der Szenarioanalyse. Die Beschreibung des Untersuchungsraums, in welchem die Szenarien modelliert werden, baut direkt auf der Abgrenzung in Phase 1 auf.

³⁸⁶ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 120ff.

- **Szenariofeld-Analyse:** Um Szenarien entwickeln zu können, müssen zunächst die wichtigsten Einflussfaktoren und Schlüsselfaktoren, die den Untersuchungsraum beeinflussen, identifiziert werden. Diese werden im Rahmen der Szenariofeld-Analyse systematisch erarbeitet, bewertet und ausgewählt.
- **Szenario-Prognostik:** Basierend auf den ausgewählten Schlüsselfaktoren werden im Anschluss mögliche Zukunftsprojektionen dieser Schlüsselfaktoren erarbeitet, die den „Trichter“ vielfältiger Entwicklungsmöglichkeiten aufspannen.
- **Szenario-Bildung:** Durch Kombination der Zukunftsprojektionen der einzelnen Schlüsselfaktoren werden schließlich konsistente Szenarien entwickelt. Die Szenarien bilden die Grundlage für die Beschreibung der gewünschten Transformationspfade und damit für die Ableitung von Maßnahmen, die diese Szenarien unterstützen.

Mit den Aktivitäten der ersten beiden Phasen ist ein Großteil der Analysen abgeschlossen. Für die Ableitung von Handlungsmaßnahmen ist noch eine abschließende Phase erforderlich, in der die bisherigen Analysen und Teilergebnisse zu einer umfassenden Bewertungsgrundlage zusammengeführt werden.

Die Maßnahmenentwicklung erfolgt in mehreren Teilschritten: Zunächst werden die Ergebnisse der technologischen Analyse und Kompetenzbewertung aus Phase 1 zusammengeführt, um Grundsatzstrategien auf Ebene einzelner Technologiefelder zu erarbeiten. Anschließend werden die Schlüsselfaktoren aus Phase 2 dem aktuellen Status quo gegenübergestellt, um Handlungsbedarfe zu identifizieren und allgemeine Maßnahmen in der Folge abzuleiten. Durch Kombination dieser technologischen und wettbewerbsorientierten Teilanalysen wird eine breite Bewertungsbasis geschaffen, mit deren Hilfe anschließend fundierte Maßnahmen zur Gestaltung der Transformation auf Ebene einzelner Technologiefelder erarbeitet werden. Im Vorgehensmodell wird daher die Phase 3 „Bewertung und Ableitung von Handlungsempfehlungen“ eingeführt:

- **Bewertung der Technologiefelder:** Die Teilergebnisse der Technologieanalyse werden zunächst zusammengeführt, um daraus grundsätzliche Strategien für einzelne Komponenten beziehungsweise Technologiefelder abzuleiten. Dies ermöglicht eine Priorisierung der Handlungsmaßnahmen auf spezifische Technologien.
- **Gap-Analyse der Schlüsselfaktoren:** Ausgehend von den identifizierten Schlüsselfaktoren wird parallel ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt. Dabei wird die Differenz zwischen den Zukunftsprojektionen der Schlüsselfaktoren aus den aufgestellten Szenarien (Soll-Ausprägung) und der Ist-Situation bewertet. Auf diese Weise wird der akute Handlungsbedarf für die Gestaltung der Transformation aufgezeigt.

- **Erarbeitung allgemeiner Handlungsoptionen:** Aufbauend auf dem Soll-Ist-Vergleich können zunächst technologieneutral allgemeine Handlungsoptionen zur Bewältigung des identifizierten Handlungsbedarfs erarbeitet werden. Damit entsteht eine breite *Longlist* zur Verfügung stehender Handlungsoptionen.
- **Ableitung von Handlungsmaßnahmen auf Technologieebene:** Die Kernergebnisse werden durch die Zusammenführung der analysierten Technologiefelder mit der *Longlist* der verfügbaren Handlungsoptionen erzielt. Auf diese Weise werden die allgemeinen Handlungsoptionen detailliert und thematisch ausgerichtet.
- **Bewertung und Kommunikation der Maßnahmen:** Zur Priorisierung der erarbeiteten Handlungsmaßnahmen und der Kommunikation der Projektergebnisse erfolgt abschließend eine finale Bewertung und Darstellung in Form eines Maßnahmenportfolios.

Mit den drei beschriebenen Phasen und den zugehörigen Schritten ist das Vorgehensmodell abgeschlossen. Als Ergebnis liegt ein Katalog von bewerteten und priorisierten Handlungsmaßnahmen vor, der sowohl technologische Analysen als auch wettbewerbsbezogene Überlegungen berücksichtigt. Auf Basis dieser Maßnahmen können entsprechende Instrumente ausgestaltet und initiiert werden, um die Transformation aktiv zu gestalten.

Das Vorgehensmodell ist mitsamt den drei definierten Phasen und der zugehörigen Schritte und Teilergebnisse in seiner Grundstruktur in Abbildung 15 dargestellt. Der Zusammenhang der Phasen und Schritte ist ebenfalls aus Abbildung 15 aus der Verknüpfung der Zwischenergebnisse (gestrichelte Pfeile) ersichtlich. Wie die Teilergebnisse im Modell zwischen den einzelnen Schritten verknüpft sind und weiter verwendet werden, wird zum besseren Verständnis im Folgenden zusammengefasst:

- **E1.1:** Die Eingrenzung der Fokusindustrie dient in weiterer Folge dazu, den Untersuchungsrahmen der technologischen Analyse in Phase 1 (Schritt 1.2) als auch der Szenarioanalyse in Phase 2 (Schritt 2.1) abzustecken.
- **E1.2:** Die technologische Analyse liefert die Struktur (z. B. Automobilkomponenten), nach der in Schritt 1.3 die Kompetenzen der Fokusindustrie erhoben werden. Die Ergebnisse aus E1.2 werden zudem in Schritt 3.1 zu einem Technologieportfolio zusammengeführt, um grundlegende Strategien für diese Technologiefelder zu entwickeln.
- **E1.3:** Gleichermäßen dienen die Ergebnisse der Kompetenzerhebung auf Ebene der Technologiefelder in Schritt 3.1 als Grundlage für das Technologieportfolio.
- **E2.1:** Die Projektspezifikation der Szenarioanalyse und Eingrenzung des Untersuchungsraums im Ergebnis E2.1 liefert den Rahmen für die Recherche von Einfluss- und Schlüsselfaktoren im folgenden Schritt 2.2.

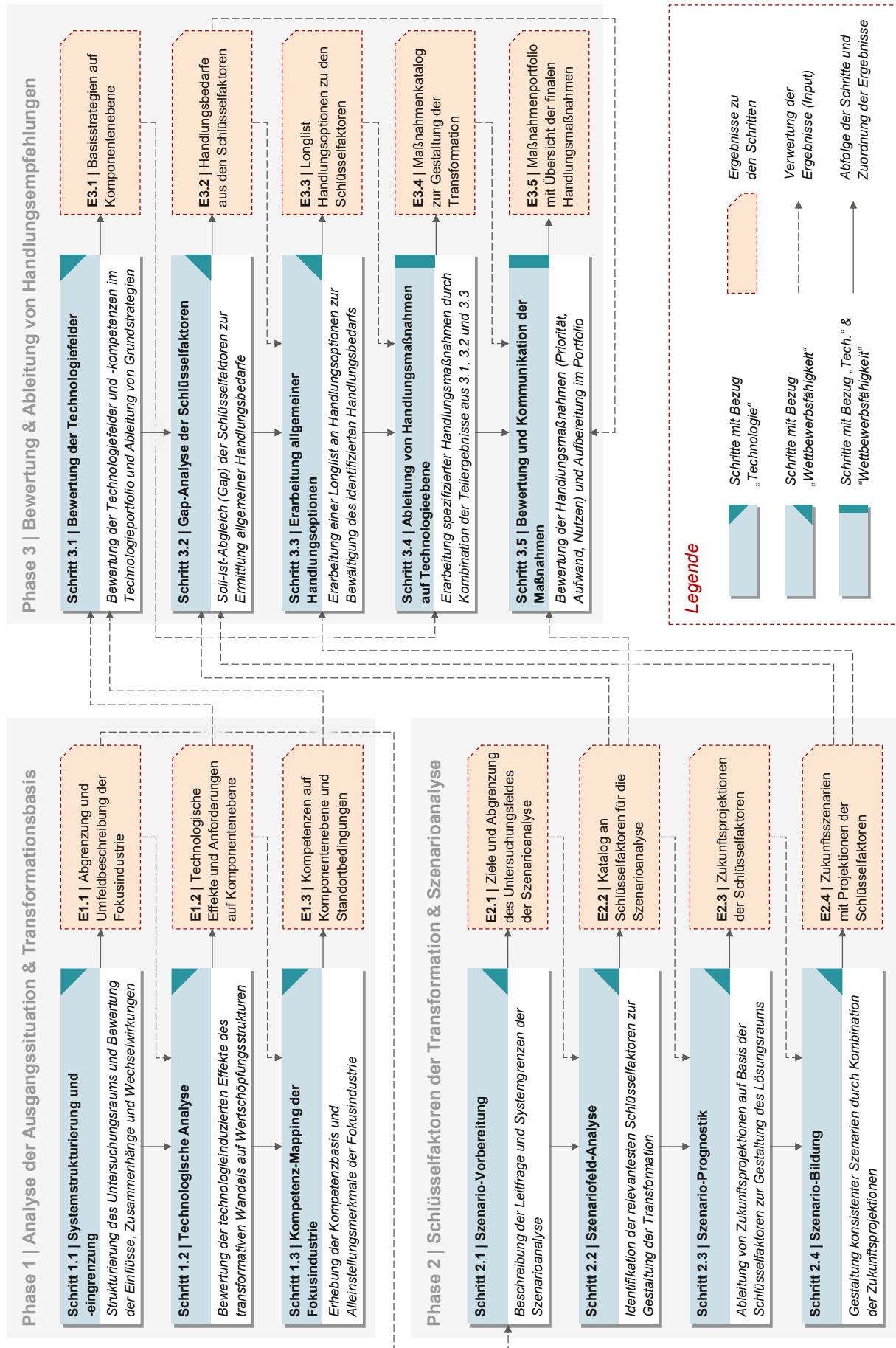


Abbildung 15: Übersicht über die Grundstruktur des Vorgehensmodells mit Schritten und Inhalten

- **E2.2:** Für die in E2.2 ausgewählten Schlüsselfaktoren werden im folgenden Schritt 2.3 mögliche Zukunftsprojektionen erarbeitet. Außerdem werden die Schlüsselfaktoren in Phase 3 (Schritt 3.2) einer Soll-Ist-Analyse unterzogen und in Schritt 3.5 zur Priorisierung von Handlungsmaßnahmen verwendet.
- **E2.3:** Die in E2.3 dargestellten Zukunftsprojektionen bilden die Grundlage für die Entwicklung konsistenter Szenarien im folgenden Schritt 2.4.
- **E2.4:** Die aufgestellten Szenarien erfüllen einen doppelten Zweck: Mit Hilfe der zugrunde liegenden Zukunftsprojektionen für die Schlüsselfaktoren wird einerseits der Benchmark für den Soll-Ist-Abgleich in Schritt 3.2 geschaffen. Ebenso dienen die Szenarien als Input für Schritt 3.3, um Handlungsoptionen zu erarbeiten, welche die gewünschten Zukunftsszenarien begünstigen.
- **E3.1:** Mit dem Technologieportfolio im Ergebnis E3.1 liegen die technologiebezogenen Auswertungen strukturiert aufbereitet vor, sodass diese als Input für die Erarbeitung von Maßnahmen in Schritt 3.4 verwendet werden können.
- **E3.2:** Die Ergebnisse des Soll-Ist-Vergleichs dienen einerseits zur Erarbeitung von Handlungsoptionen für die identifizierten Lücken im folgenden Schritt 3.3. und andererseits zur Identifizierung von Schwerpunktthemen für die Priorisierung der Handlungsmaßnahmen in Schritt 3.5.
- **E3.3:** Unabhängig von einer technologischen und thematischen Ausrichtung liegt mit E3.3 eine *Longlist* von Handlungsoptionen vor, mit denen die Lücken aus dem Soll-Ist-Vergleich adressiert werden können. Diese werden im folgenden Schritt 3.4 auf konkrete Technologiefelder heruntergebrochen.
- **E3.4:** Die Kernergebnisse des Vorgehensmodells, Maßnahmen zur Gestaltung der Transformation, liegen im Ergebnis E3.4 vor. Die Ergebnisse werden im finalen Schritt 3.5 bewertet und priorisiert.
- **E3.5:** Als Endergebnis des Vorgehensmodells liegt eine auf Basis der vorangehenden Analysen (E2.2, E3.2) bewertete und priorisierte Übersicht der Handlungsmaßnahmen aus E3.4 vor.

Nachdem der grundsätzliche Aufbau und die Zusammenhänge im Vorgehensmodell erläutert wurden, ist zu klären, wie und mit welcher methodischen Basis die Ergebnisse in den Schritten erzielt werden. Sowohl aus der Modellanforderung A4 als auch aus der Forschungsfrage FF3 ergibt sich, dass bei der Konzeption des Vorgehensmodells besonderes Augenmerk auf eine sinnvolle Kombination der einzusetzenden Methoden zu legen ist. Insbesondere ist zu klären, wie die Teilergebnisse angesichts der sehr heterogenen quantitativen und qualitativen Datengrundlagen im Rahmen einer einheitlichen Bewertungssystematik zusammengeführt werden können. Die Darstellung des genauen methodischen Vorgehens erfolgt im anschließenden Unterkapitel 6.2.

6.2 Methodische Vorgehensweise im Vorgehensmodell

6.2.1 Phase 1 | Analyse der Ausgangssituation & Transformationsbasis

Entsprechend der in Kapitel 6.1 beschriebenen heterogenen Schritte des Vorgehensmodells, von der Beschreibung der Akteursstruktur über die Erfassung der technologischen Auswirkungen der Transformation bis hin zur Erfassung der Kompetenzen der Fokusindustrie, kommen zweckmäßig diverse Methoden zum Einsatz. Zudem lassen sich die Schritte des Vorgehensmodells in detaillierte Aufgabenstellungen untergliedern. Die zugrundeliegende methodische Basis wird im Folgenden den Aufgabenstellungen entsprechend beschrieben. Am Ende jedes Unterkapitels wird das Ergebnis zu jedem Schritt im Vorgehensmodell zusammengefasst.

6.2.1.1 Schritt 1.1 | Systemstrukturierung und -eingrenzung

Die Abgrenzung des Untersuchungsraums ist notwendig, um eine Fokussierung auf tatsächlich relevante Informationen zu ermöglichen und Überlastung der Analyse zu verhindern. Die Abgrenzung trägt gleichzeitig zur Klarheit bei, indem sie ein grundlegendes Verständnis des zu analysierenden Bereichs beziehungsweise des Wertschöpfungssystems schafft. Dazu ist es notwendig, neben der Struktur des Wertschöpfungssystems inklusive der relevanten Akteure und Wechselwirkungen auch die Schnittstellen nach außen zu kennen, um Trends und Einflüsse auf den Untersuchungsraum erfassen zu können. Im Rahmen von Schritt 1.1 sind die in Abbildung 16 dargestellten Teilaufgaben durchzuführen.

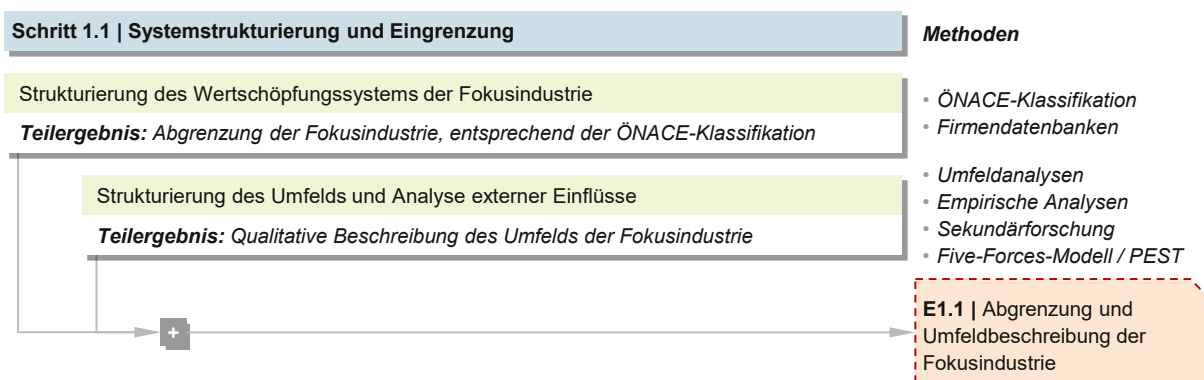


Abbildung 16: Schritt 1.1 | Teilaufgaben und Methodenbasis

Die dargestellten Aufgaben unterscheiden sich sowohl in ihren Inhalten als auch in der zu Grunde liegenden methodischen Basis. Während zu Beginn die Fokusindustrie abgegrenzt wird, widmet sich die Analyse in der folgenden Aufgabe den Umfeldfaktoren und externen Einflüssen auf den Untersuchungsraum. Die in Abbildung 16 dargestellten Teilergebnisse ergänzen sich und bilden zusammen das Ergebnis E1.1 des Schrittes 1.1.

Aufgabe: Strukturierung des Wertschöpfungssystems der Fokusindustrie

Die Strukturierung und Abgrenzung des Wertschöpfungssystems der Fokusindustrie liefert ein Verständnis der Akteursstruktur, der betrachteten Unternehmen sowie deren Produkte und Zielmärkte.

Mit der bestehenden Eingrenzung auf das produzierende Gewerbe bietet z. B. die Systematik der Wirtschaftszweige NACE (ÖNACE spez. für Österreich) innerhalb der Europäischen Union als Rahmenwerk eine standardisierte Möglichkeit, Zielbranchen hinsichtlich ihres Wertschöpfungsumfanges von anderen Branchen abzugrenzen. Die Systematik dient der Klassifizierung von Informationen im Rahmen einer gemeinsamen Statistik auf europäischer Ebene (Eurostat) sowie auf nationaler, amtlicher Ebene.³⁸⁷ Die Wirtschaftszweige sind in 21 Hauptgruppen („*sections*“) unterteilt, die in 99 verschiedene Bereiche („*divisions*“) und eine Vielzahl von Gruppen und Klassen weiter untergliedert sind. Auf diese Weise können Produkte entsprechend ihrer Produktstruktur verschiedenen Wirtschaftszweigen zugeordnet werden. Tabelle 2 zeigt beispielhaft die Gliederung eines für die Produktion von Verbrennungsmotoren und zugehörigen Komponenten relevanten Wirtschaftsbereichs nach ÖNACE.

Hauptgruppe	Bereich	Gruppe	Klasse	Bezeichnung
C				Herstellung von (H.v.) Waren
	C28			Maschinenbau
		C281		H.v. nicht spezifischen Maschinen
			C2811	H.v. Verbrennungsmotoren und Turbinen
			C2812	H.v. hydraulischen Komponenten
			C2813	H.v. Pumpen und Kompressoren anderweitig nicht genannt (a.n.g.)
			C2814	H.v. Armaturen a.n.g.
			C2815	H.v. Lagern, Getrieben und Zahnrädern
		C282		H.v. sonstigen nicht spezifischen Maschinen
			C2821	H.v. Öfen und Brennern
			C2822	H.v. Hebezeugen und Fördermitteln
			C2823	H.v. Büromaschinen
			C2824	H.v. Handwerkzeugen mit Motorantrieb
			C2825	H.v. kälte-/lufttechnische Erzeugnissen
			C2829	H.v. sonstigen Maschinen a.n.g

Tabelle 2: ÖNACE - exemplarische Darstellung des Klassifikationsschemas³⁸⁸

Für statistische Einheiten, sowohl einzelne Unternehmen als auch Wirtschaftszweige, können mit Hilfe der Klassifikation regelmäßig aktualisierte statistische Datensätze für die Analysen gewonnen werden. Diese umfassen beispielsweise Informationen über Beschäftigung, Produktionswert und Wertschöpfung innerhalb jeder ÖNACE-Klasse.

³⁸⁷ Eurostat 2023.

³⁸⁸ vgl. Statistik Austria 2020, S. 19.

Ein weiteres Potenzial zur Identifikation von Unternehmen der Fokusindustrie bieten Datenbanken, Firmenverzeichnisse oder Mitgliederstatistiken von Interessensvertretungen,³⁸⁹ Clustern, Netzwerken oder Standortagenturen.

Im Rahmen des Schrittes 1.1 wird damit zunächst eine Abgrenzung der Fokusindustrie vorgenommen.

Das Ergebnis dieser Aufgabe ist eine Abgrenzung des Wertschöpfungssystems der Fokusindustrie, entsprechend der ÖNACE-Klassifikation (siehe Tabelle 2).

Ausgehend von dieser Abgrenzung werden im Folgenden Schnittstellen und externe Einflüsse betrachtet.

Aufgabe: Strukturierung des Umfelds und Analyse externer Einflüsse

Ein Wertschöpfungs- oder Innovationssystem kann als hochvernetztes System diverser Akteure mit einer Vielzahl an Wechselwirkungen angesehen werden.³⁹⁰ Um ein Verständnis über gegebene Wechselwirkungen in solch einem System zu generieren, ist neben der unmittelbaren Zuordnung von Organisationseinheiten zur ÖNACE-Klassifizierung eine umfassendere Umfeldanalyse zu ergänzen. So ist das sozio-technische Regime als Gegenstand des transformativen Wandels auch nach Wittmayer und Hölscher (2017) in seiner Gänze zu erfassen.³⁹¹ Dieses beschreibt die dominante Systemkonfiguration, bestehend aus den Akteuren (Unternehmen, Netzwerken, Institutionen, Politik, etc.), Strukturen (wie etwa bestehender Infrastruktur, Industrie- und Marktstruktur, etc.) Regulierungen sowie Praktiken, welche den Status quo beschreiben und von Pfadabhängigkeiten geprägt sind.³⁹²

Aus dem Unternehmensumfeld resultiert eine große Anzahl an externen Einflüssen auf das Innovationssystem eines Unternehmens, die vorderhand als gegeben zu behandeln sind. Abbildung 17 verdeutlicht die Komplexität zu berücksichtigender externer Faktoren.

³⁸⁹ siehe z. B. WKO Firmenverzeichnis unter <https://firmen.wko.at/SearchSimple.aspx>

³⁹⁰ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 46.

³⁹¹ vgl. Wittmayer und Hölscher 2017, S. 54.

³⁹² vgl. Grin et al. 2010, S. 19f; Geels 2002, S. 1258ff.

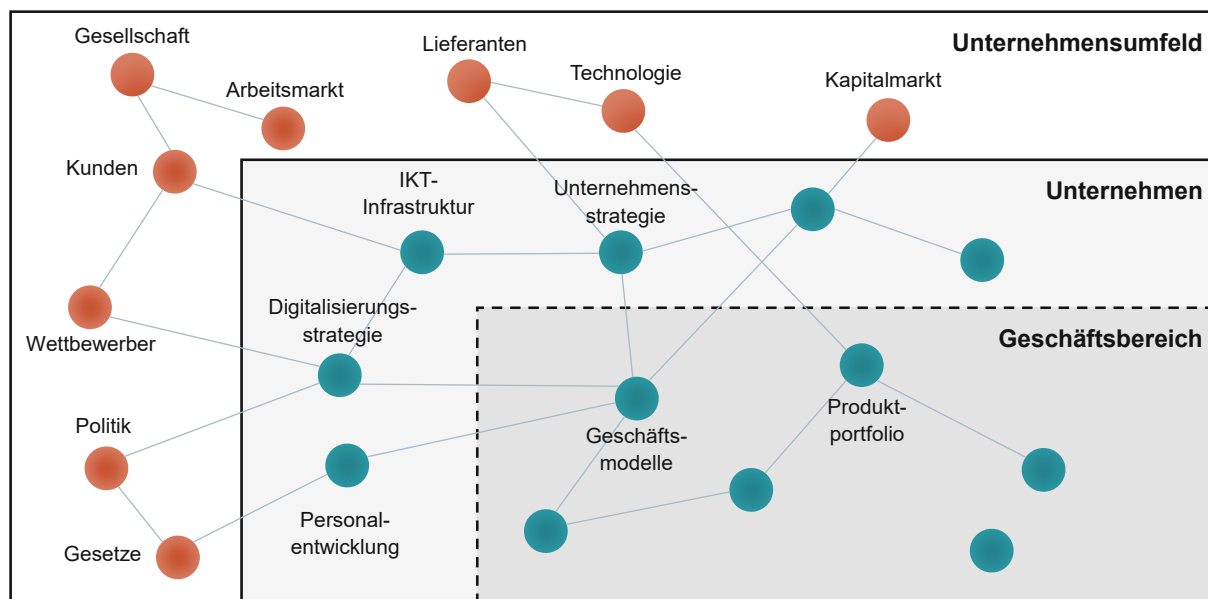


Abbildung 17: Innovationssystem und Unternehmensumfeld³⁹³

Nach Gausemeier et al. (2019b) können zu den besonders relevanten Einflussfaktoren beispielsweise die Wettbewerber, Kunden, die staatlichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung, der Arbeitsmarkt, externe Technologien oder der Zugang zu Wagniskapital gezählt werden.³⁹⁴ Von großer Relevanz für die Automobilindustrie sind ferner regulatorische Vorgaben, wie die europäische und nationale Industriepolitik oder die regionale Strukturpolitik.³⁹⁵ Bei der Analyse ist die Einbettung der Wertschöpfungskette in regionale Cluster zu beurteilen, welche die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten der Unternehmen erhöhen.³⁹⁶

Der Umfang externer Einflussfaktoren bedingt einen entsprechenden Methodeneinsatz, um eine ganzheitliche Erfassung und Bewertung der relevanten Umfeldfaktoren für den jeweiligen Industriebereich zu gewährleisten.

Eine Möglichkeit, Aktivitäten im Umfeld von Unternehmen und Wertschöpfungsketten zu messen und das Mikroumfeld zu beschreiben, bietet etwa das Five-Forces-Modell von Michael E. Porter.³⁹⁷ Das Modell dient der qualitativen Analyse der Wettbewerbsstruktur einer Branche und kommt vor allem zum Einsatz, um die Attraktivität einer Branche zu bewerten beziehungsweise die Wettbewerbsposition der Unternehmen zu verbessern. Die Methode berücksichtigt Faktoren wie etwa die Bedrohung durch neue Wettbewerber, die Verhandlungsmacht der Kunden und Lieferanten sowie die Intensität des Wettbewerbs. Mit dieser Methode kann die Branchenstruktur beziehungsweise das nahe Unternehmensumfeld beschrieben werden. Das weitere Unternehmensumfeld lässt sich anschließend beispielsweise durch STEEP-Faktoren

³⁹³ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 46.

³⁹⁴ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 46.

³⁹⁵ vgl. Dispan und Pfäfflin 2014, S. 9.

³⁹⁶ vgl. Goebel et al. 2008, S. 322ff.

³⁹⁷ vgl. Gausemeier et al. 2019a, S. 462.

(politische, ökonomische, ökologische, soziale und technologische Umwelt) beschreiben,³⁹⁸ welche im Rahmen der PEST-Analyse aus dem Gebiet des Risikomanagements zur Anwendung kommen.³⁹⁹ Mit Hilfe solcher Methoden kann außerdem die Dynamik, Volatilität und Komplexität des Umfelds eingeschätzt werden, um so Aussagen über die Innovationsorientierung und strategische Ausrichtung der Unternehmen in Abhängigkeit von allgemeinen Merkmalen wie der Position in der Wertschöpfungskette oder der Unternehmensgröße zu erhalten.⁴⁰⁰

Um die Wechselwirkungen zwischen den Akteuren des Wertschöpfungssystems sowie mit der Umwelt zu beschreiben, bieten sich darüber hinaus noch weitere quantitative Methoden, wie beispielsweise Input-Output-Analysen oder Netzwerkanalysen an. Mit Hilfe von Input-Output-Analysen werden Warenströme zwischen Organisationen, Regionen, Netzwerken oder Wirtschaftszweigen erhoben, um Leistungsverflechtungen von Unternehmensnetzwerken zu beurteilen.⁴⁰¹ Mit Hilfe von Netzwerkanalysen kann die Dichte und Ausdehnung von Netzwerken beurteilt werden, um Aussagen über den Technologietransfer zwischen Unternehmen und Wissenschaft abzuleiten.⁴⁰²

Im Rahmen von Schritt 1.1 wird daher eine Umfeldanalyse z. B. mit Hilfe des Five-Forces-Modells, der STEEP-Faktoren oder quantitativer Methoden wie der Input-Output-Analyse durchgeführt. Damit werden die relevanten Schnittstellen zur Umwelt strukturiert identifiziert und deren Einfluss bewertet.

Das Teilergebnis der zweiten Aufgabe ist damit eine qualitative Beschreibung des Umfelds der Fokusindustrie. Die Beschreibung muss eine Aufzählung der relevanten Akteursstruktur außerhalb der Fokusindustrie und eine Beschreibung der Schnittstellen und Einflusswirkungen zur Fokusindustrie beinhalten.

Gemäß Abbildung 16 werden zur Lösung der Aufgaben in Schritt 1.1 „Systemstrukturierung und -eingrenzung“ zusammenfassend verschiedene quantitative und qualitative Methoden eingesetzt. Die Kombination von Methoden ist insbesondere in Abhängigkeit von der Datenverfügbarkeit und existierenden Voruntersuchungen zu wählen. So muss z. B. eine zeitaufwendige Input-Output-Analyse nicht durchgeführt werden, wenn sich bereits frühere Studien im gleichen Untersuchungsfeld dieser Aufgabe gewidmet haben und durch Sekundärforschung identifiziert werden können. Als traditionelle Forschungsmethoden der Transformationsforschung haben sich vor

³⁹⁸ vgl. Gausemeier et al. 2019a, S. 267.

³⁹⁹ vgl. Kohne 2016, S. 81ff.

⁴⁰⁰ vgl. Gausemeier et al. 2019a, S. 267.

⁴⁰¹ vgl. Schnabl 2000, S. 15ff.

⁴⁰² vgl. Kempermann et al. 2021, S. 111.

allem Expertinnen- und Experteninterviews und Literaturanalysen bewährt, um einen grundlegenden und fundierten Überblick zu schaffen.⁴⁰³

E1.1 | Als Gesamtergebnis des Schrittes 1.1 „Systemstrukturierung und -abgrenzung“ liegt aus der Kombination der Teilaufgaben eine Abgrenzung und Beschreibung des Wertschöpfungssystems der Fokusindustrie gemäß ÖNACE-Klassifikation, eine Beschreibung der Wirkzusammenhänge im Wertschöpfungssystem sowie eine Auflistung und Beschreibung der relevanten Schnittstellen zum Umfeld und deren Einflüsse auf das Wertschöpfungssystem vor.

Das Ergebnis E1.1 dient gemäß Abbildung 15 der Festlegung des Untersuchungsrahmens für die Technologieanalyse im nächsten Schritt sowie für die Szenarioanalyse in Phase 2 (Schritt 2.1).

6.2.1.2 Schritt 1.2 | Technologische Analyse

Sind die Akteure der Fokusindustrie, externe Einflussfaktoren ebenso wie die Wechselwirkungen im Wertschöpfungssystem bekannt, können die Auswirkungen des technologieinduzierten Wandels auf diese Strukturen untersucht werden. Je genauer die Auswirkungen beschrieben werden, desto genauer können Gegen- und Unterstützungsmaßnahmen abgeleitet werden.

Im Schritt 1.2 wird daher eine umfassende Technologieanalyse angehängt. Die Analyse befasst sich mit folgenden Fragestellungen:

- F1. Mit welchen (technologischen) Entwicklungen ist im Umfeld des betrachteten Systems (z. B. Fahrzeugkomponenten) zu rechnen? Wo liegen aus technologischer Sicht Potenziale und Risiken für unternehmerisches und volkswirtschaftliches Wachstum?
- F2. Welche qualitativen Auswirkungen hat die Transformation auf die Fokusindustrie (Auswirkungen auf bestehende Strategien von Herstellern und Zulieferern, Forschungsschwerpunkten, etc.)?
- F3. Welche Standortbedingungen sind für eine wettbewerbsfähige Produktion der betrachteten Komponenten (z. B. Fahrzeugkomponenten) und -systeme erfolgsrelevant?

Entsprechend des in Kapitel 3.2.1 gegenübergestellten Methodensets bietet sich ein kombinierter Einsatz qualitativer und quantitativer Methoden an, um technologische Entwicklungen und Potenziale aufzuzeigen und die Fragen F1 bis F3 umfassend zu beantworten: Im Bereich der quantitativen Ansätze bieten vor allem Modellrechnungen und Wertschöpfungsstudien geeignete Ansätze, um Potenziale technologischer Entwicklungen aufzuzeigen (Frage F1) und die Auswirkungen von Transformationsprozessen auf bestehende Wertschöpfungsstrukturen zu untersuchen (Frage F2). Für

⁴⁰³ vgl. Wittmayer und Hölscher 2017, S. 88.

die Fragen F2 und F3 bieten außerdem qualitative Methoden der Sekundärforschung einen guten Ansatzpunkt, um den aktuellen Informationsstand zu erfassen und den Bedarf für weitergehende Analysen zu ermitteln. Empirische Analysemethoden ermöglichen durch Expertinnen- und Experteninterviews mit Entwicklungsverantwortlichen die Aufnahme von Trends und Entwicklungen direkt aus den betroffenen Unternehmen.

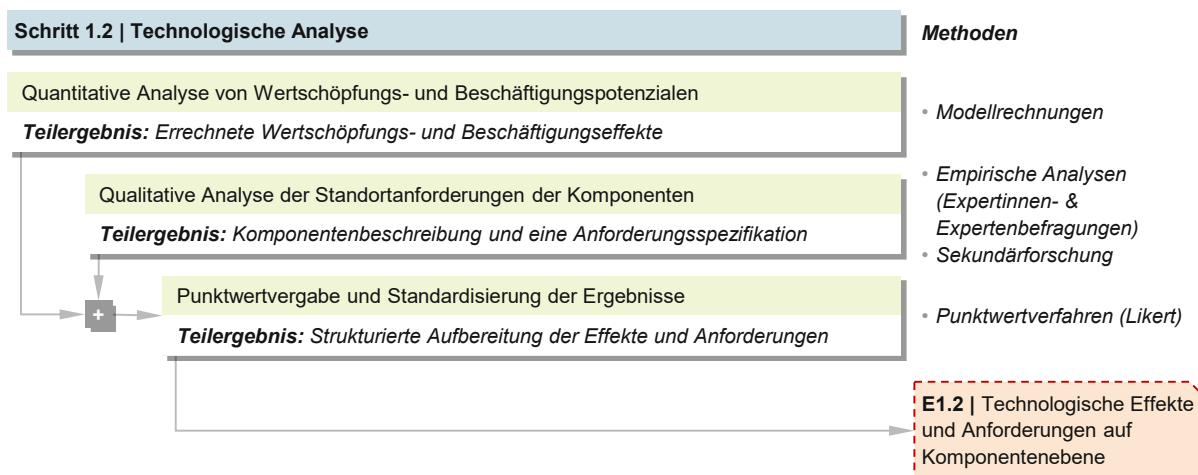


Abbildung 18: Schritt 1.2 | Teilaufgaben und Methodenbasis

Entsprechend der zur Verfügung stehenden Methoden und Fragestellungen F1 bis F3 ergibt sich eine Strukturierung der Teilaufgaben gemäß Abbildung 18. In den ersten beiden Aufgaben werden die quantitativen und qualitativen Auswirkungen getrennt aufbereitet. Um die heterogenen quantitativen und qualitativen Ergebnisse in den folgenden Phasen des Vorgehensmodells strukturiert verwerten zu können, ist anschließend eine Standardisierung und zusammenfassende Bewertung erforderlich.

Aufgabe: Quantitative Analyse von Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenzialen

Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale lassen sich am besten durch quantitative, nachvollziehbare und transparente Modellrechnungen ermitteln. Zur Detaillierung der Tätigkeiten, der erforderlichen Eingangsgrößen und der Ergebnisse einer solchen Analyse ist ein Rahmen für den Aufbau eines solchen Modells erforderlich.

Mit Bezug zur Automobilindustrie und Elektromobilität bieten z. B. Bauer et al. (2018), und Geringer et al. (2011) mögliche Vorgehensweisen, die in einem Bottom-up-Ansatz die Veränderungen der Komponenten von Elektrofahrzeugen nach kostenseitigen, technologischen und wertschöpfungsseitigen Berechnungen untersuchen.⁴⁰⁴ Defizite der Ansätze liegen darin, dass eine systematische Erfassung von Prozessinnovationen sowie die Möglichkeit einer sektorspezifischen Ermittlung der Effekte

⁴⁰⁴ vgl. Bauer et al. 2018; Geringer et al. 2012.

nicht bei allen Ansätzen gegeben ist.⁴⁰⁵ Für die Technologieanalyse dieser Arbeit wird das in Abbildung 19 dargestellte Vorgehensmodell nach Gommel (2016) verwendet, mit welchem sowohl Wertschöpfungs- als auch Beschäftigungseffekte von technologischen Innovationen ausgewiesen werden können.

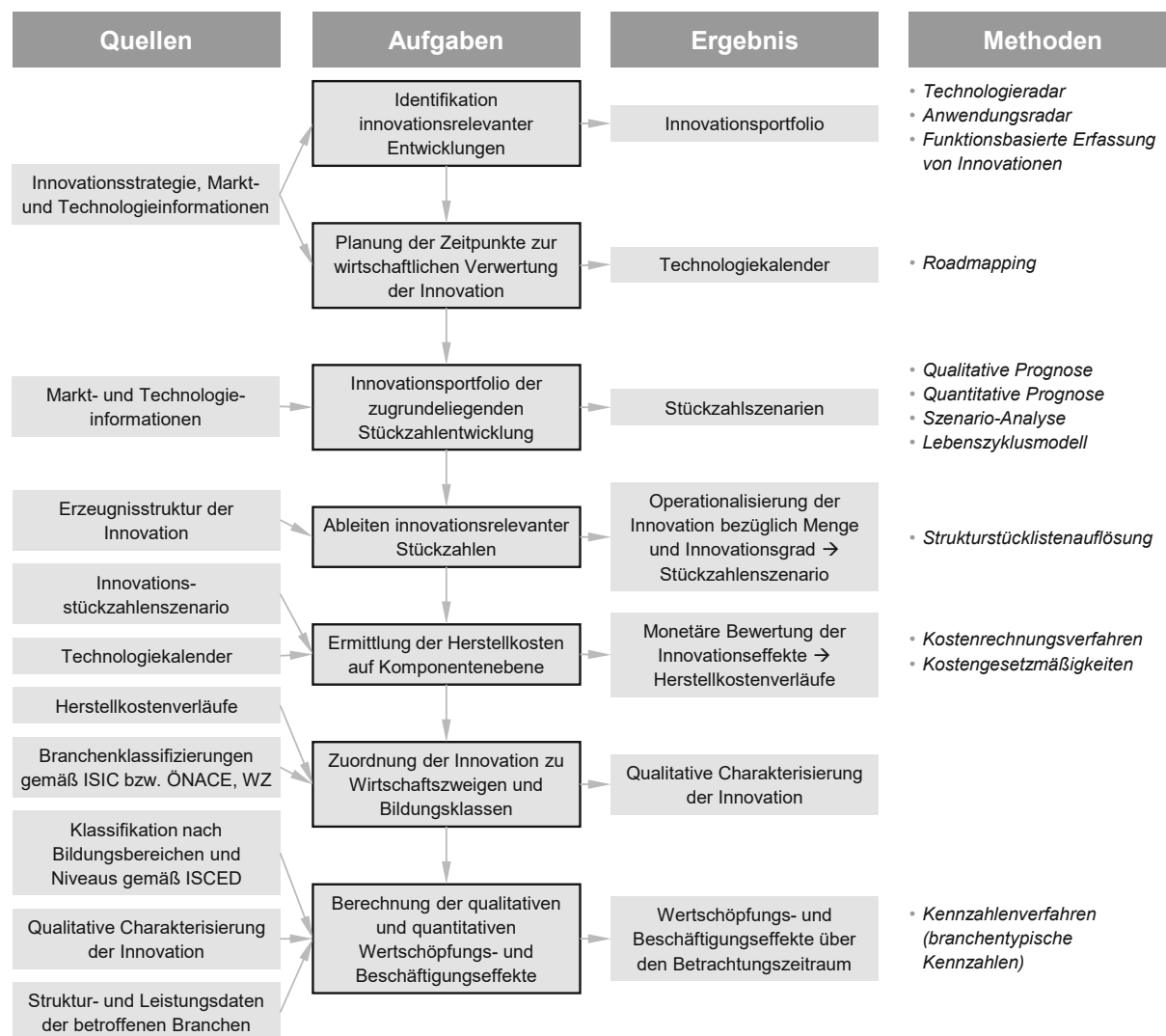


Abbildung 19: Vorgehensweise zur Ermittlung quantitativer und qualitativer Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte von Produkt- und Prozessinnovationen in produzierenden Unternehmen nach Gommel (2016)

Aufeinander aufbauend, werden folgende Tätigkeiten durchgeführt:

- Zunächst werden innovationsrelevante Entwicklungen auf Basis von Markt- und Technologieinnovationen gesammelt. Dazu wird das betrachtete technologische System, z. B. das Fahrzeug, in seine Komponenten (z. B. Verbrennungsmotor) und Teilkomponenten (z. B. Kurbelwelle, Kolben, etc.) zerlegt. Mit Hilfe von Methoden wie dem Technologieradar werden dann Entwicklungen im Umfeld dieser Teilkomponenten untersucht (z. B. Entwicklung von Antriebssystemen in Kraftfahrzeugen).

⁴⁰⁵ vgl. Gommel 2016, S. 81.

- Der Zeitbezug wird über einen Technologiekalender hergestellt. Aus dem Zeitbezug lässt sich ableiten, wann Innovationen für Hersteller relevant werden und damit Wertschöpfungspotenziale generieren.
- Mit Hilfe von globalen Stückzahlenszenarien, die auf Markt- und Technologieinformationen basieren, werden mengenbezogene Effekte in das Modell eingespeist. Dies betrifft sowohl die zugrundeliegenden Basisdaten (z. B. weltweite Verkaufszahlen von Kraftfahrzeugen) als auch mengenbezogene Aussagen zur Diffusion von Innovationen (z. B. Anteil elektrifizierter Fahrzeuge an der Grundgesamtheit).
- Zur Ermittlung der lokalen Wertschöpfungseffekte ist anschließend eine Betrachtung der Herstellkosten erforderlich. Auf Basis der erstellten Technologiekalender und Stückzahlenszenarien und mit Hilfe von Kostenrechnungsverfahren werden die Innovationseffekte monetär bewertet und Herstellkostenverläufe erstellt.
- Durch die Zuordnung der Teilkomponenten zu Wirtschaftszweigen nach der ÖNACE-Klassifikation wird der Bezug der Herstellkostenverläufe zur Fokusindustrie hergestellt.
- Mit Hilfe statistischer Datensätze wie der Leistungs- und Strukturstatistik, die auf Basis der ÖNACE-Klassifikation vorliegen, werden ausgehend von einem globalen Produktionswert schließlich die lokalen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte heruntergebrochen.

Anhand dieser Vorgehensweise können im Rahmen dieser Arbeit Verschiebungen zwischen Wirtschaftsklassen nach ÖNACE visualisiert und gleichzeitig monetär bewertete Potenziale für Unternehmen abgeleitet werden. Das Vorgehensmodell adressiert und beantwortet somit die oben formulierten Fragestellungen und Ziele der Technologieanalyse F1 und F2. Eine Darstellung von Wertschöpfungspotenzialen, aufgeschlüsselt nach einzelnen Komponenten beziehungsweise Technologiefeldern, ist in Abbildung 20 dargestellt.

Als Teilergebnis der quantitativen Analyse liegt nach dem Vorgehensmodell von Gommel (2016) eine monetäre Bewertung der Wertschöpfungseffekte (siehe z. B. Abbildung 20) sowie eine quantitative Bewertung der Beschäftigungseffekte im angesetzten Betrachtungszeitraum vor.

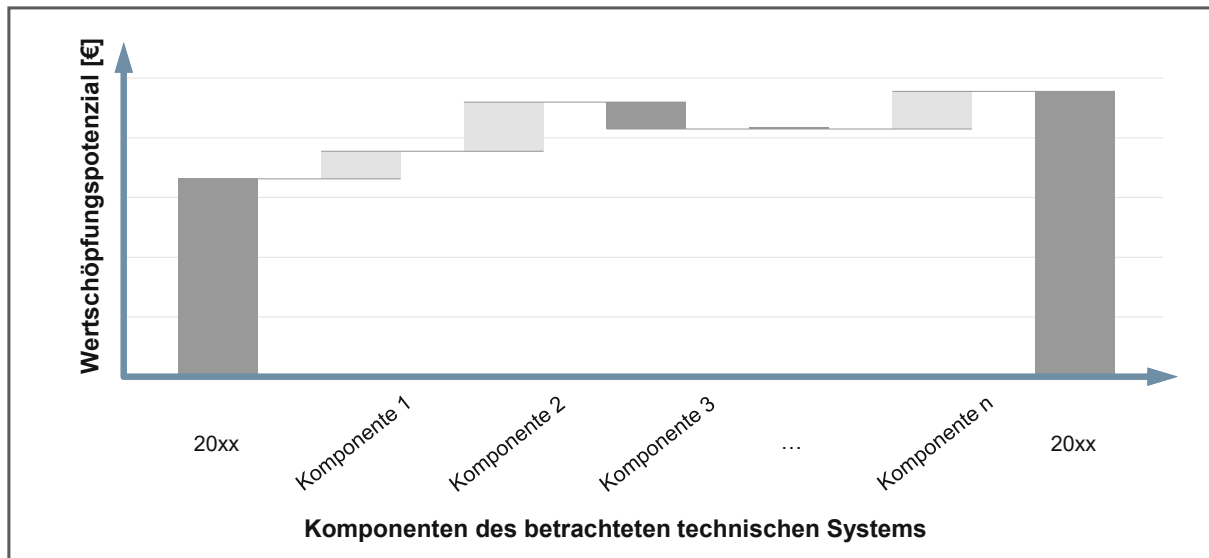


Abbildung 20: Wertschöpfungspotenziale auf Komponentenebene

Aufgabe: Qualitative Analyse der Standortanforderungen der Komponenten

Die Fragestellung, welche Technologiefelder am Standort verfolgt werden sollten, ist nicht allein von prognostizierten Marktpotenzialen abhängig. So kann eine wettbewerbsfähige Produktion für den Standort Österreich insbesondere bei innovativen, kundenspezifischen, qualitativ hochwertigen Komponenten und Systemen realisiert werden, für welche eine Nähe zur Entwicklung und Synergien zu bestehenden Produktionen wichtig sind.⁴⁰⁶ Zur Beantwortung der Frage F3 ist daher eine ergänzende qualitative Analyse durchzuführen, mit der die Anforderungen der Komponenten (z. B. Verbrennungsmotor, Brennstoffzelle, etc.) an die lokalen Standortfaktoren bewertet werden.

Im Vorfeld ist es wichtig zu definieren, welche Standortfaktoren im Rahmen der Analyse bewertet werden sollen: Neben bereits adressierten Faktoren wie der Innovationsfähigkeit oder der Verfügbarkeit qualifizierter Fachkräfte für die Entwicklung und Produktion innovativer und qualitativ hochwertiger Komponenten werden insbesondere Kostenmerkmale von den Arbeits- über die Material- bis hin zu den Kapitalkosten sowie Risikomerkmale stellvertretend für die politische, ökonomische und ökologische Stabilität des Standortes als besonders relevante Faktoren genannt.⁴⁰⁷ Gleichmaßen bedeutend sind die räumliche, als auch die organisatorische Einbindung von Kunden und Lieferanten in den Wertschöpfungsketten, durch geographisch intakte Lieferketten und Kooperationen mit anderen Industriepartnern oder Forschungseinrichtungen.⁴⁰⁸ Der Beschluss für den Aufbau einer Produktion an einem Standort setzt damit nicht eine rein monetäre, sondern vielmehr eine multikriterielle Entscheidung voraus, unter Berücksichtigung quan-

⁴⁰⁶ vgl. Dispan und Pfäfflin 2014, S. 40.

⁴⁰⁷ vgl. Koppelman 1993, S. 185ff.

⁴⁰⁸ vgl. Dispan und Pfäfflin 2014, S. 56.

titativer (z. B. Produktionskosten) und qualitativer Kriterien (z. B. Kundenähe, Schutz vor geistigem Eigentum).⁴⁰⁹

Zur Bewertung der Standortfaktoren im Rahmen des Vorgehensmodells ist eine Systematik zweckmäßig, mit welcher die Ergebnisse für eine spätere Verwertung einheitlich aufbereitet werden können. Die erste systematische Darstellung einer Industriestandorttheorie wurde bereits 1909 durch Alfred Weber entwickelt. Weber geht davon aus, dass insbesondere die Faktoren Transportkosten, Arbeitskosten und etwaige Agglomerationswirkungen die Standortwahl beeinflussen.⁴¹⁰ Nach zahlreichen Weiterentwicklungen, beispielsweise in Richtung ertragsrelevanter Standortfaktoren und qualitativer Gütekriterien,⁴¹¹ präsentieren Kinkel und Zanker (2007) in Abbildung 21 ein umfassendes Rahmenwerk, welches speziell auf die Anforderungen und Internationalisierungsstrategien der Automobilindustrie zugeschnitten ist.⁴¹²

⁴⁰⁹ vgl. Hettesheimer 2017, S. 5.

⁴¹⁰ vgl. Bathelt und Glückler 2003.

⁴¹¹ vgl. Hettesheimer 2017, S. 81f.

⁴¹² vgl. Kinkel und Zanker 2007.

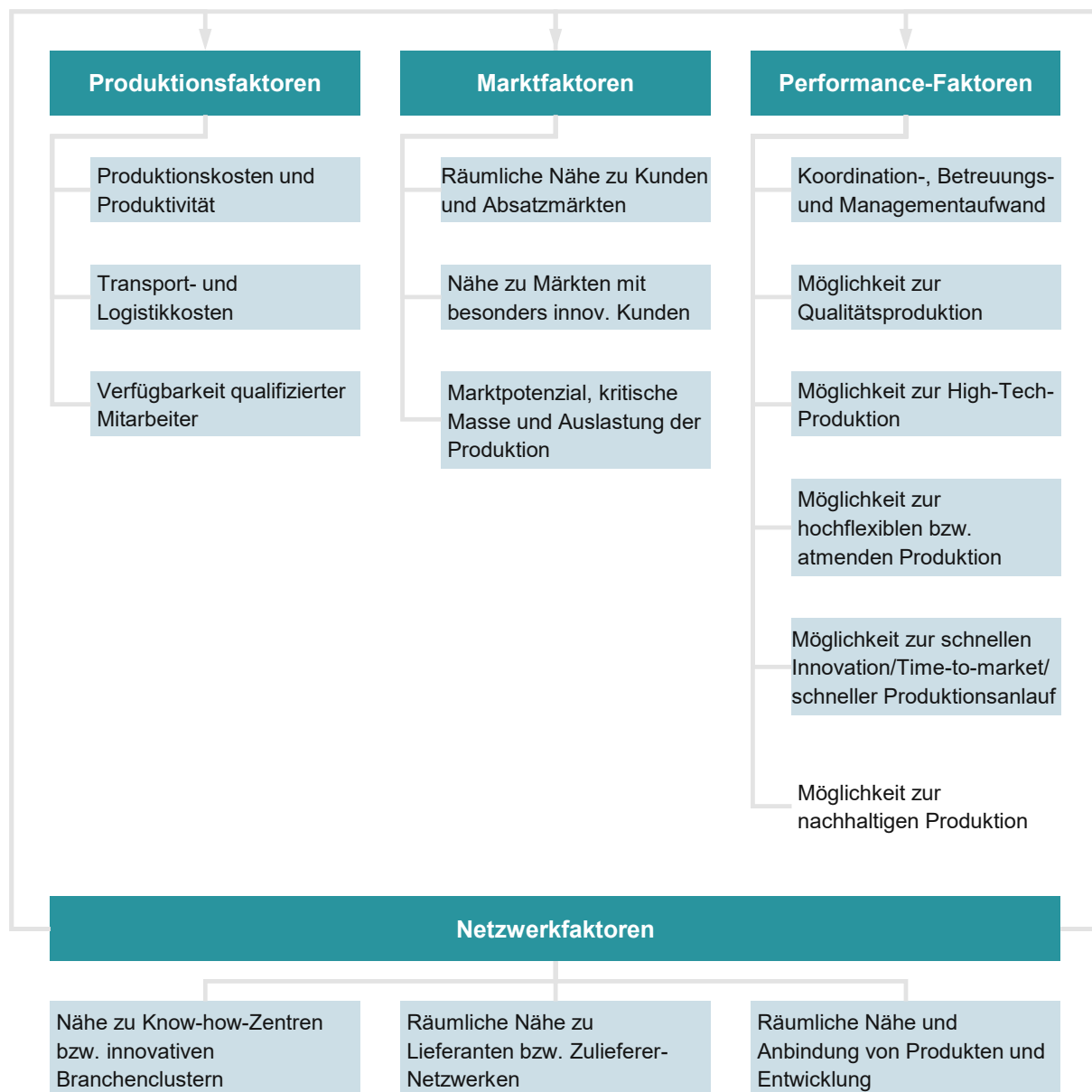


Abbildung 21: Standortfaktoren für eine wettbewerbsfähige Produktion⁴¹³

Eine wettbewerbsfähige Komponentenproduktion wird dabei von verschiedenen Standortfaktoren beeinflusst, die sich aus Produktionsfaktoren, Marktfaktoren, Leistungsfaktoren sowie Netzwerkfaktoren zusammensetzen. Zur Beurteilung der strategischen Eignung des Produktionsstandortes Österreich für zukünftige Wertschöpfungsfelder aus der quantitativen Analyse und zur Ableitung von Transformationspfaden in diese Felder bieten diese Standortfaktoren eine ausreichende Orientierung.

Für das Vorgehensmodell dieser Arbeit wird zum bestehenden Rahmenwerk nach Kinkel und Zanker (2007) eine Erweiterung vorgenommen: In Folge der aktuellen Strategien, Entwicklungen und Bestrebungen in Richtung Nachhaltigkeit, beispiels-

⁴¹³ vgl. Kinkel und Zanker 2007.

weise im Zuge des europäischen *Green Deals*,⁴¹⁴ sind die Performance-Faktoren des Standorts um die Möglichkeit einer nachhaltigen Produktion zu ergänzen. So begründen beispielsweise auch asiatische Zellhersteller ihre Ansiedlung gerade in Deutschland neben dem Bedarf an qualifiziertem Personal und der räumlichen Nähe zu den OEMs mit der Bedeutung nachhaltig produzierter Batterien.⁴¹⁵ Das Modell wird in Abbildung 21 daher um den Performance-Faktor „Möglichkeit zur nachhaltigen Produktion“ (schraffiert dargestellt) erweitert.

Im Rahmen der technologischen Analyse im Schritt 1.2 werden die bereits strukturierten Komponenten (z. B. Verbrennungsmotor, Brennstoffzelle, etc.) hinsichtlich deren Anforderungen an die Standortfaktoren aus Abbildung 21 untersucht.

Die Analyse erfolgt zunächst auf einer qualitativen Ebene. Dazu werden mit qualitativen Methoden der Sekundärforschung und der empirischen Analyse auf Komponentenebene technologische Informationen gesammelt und zusammengefasst. Ziel ist es, auf Basis der verfügbaren Technologieinformationen eine möglichst genaue Einschätzung der Komponentenanforderungen für eine wettbewerbsfähige Produktion hinsichtlich der Standortfaktoren zu generieren. Die Anforderungen lassen sich am zuverlässigsten und schnellsten durch direkte Gespräche z. B. mit den Entwicklungsverantwortlichen der produzierenden Unternehmen erheben.

Als Teilergebnis der qualitativen Analyse liegen auf Komponentenebene eine Komponentenbeschreibung und eine Anforderungsspezifikation hinsichtlich der Standortfaktoren vor.

Aus der Recherche liegen die Informationen damit zunächst als textuelle Zusammenfassung vor. Diese werden im Folgenden in eine standardisierte und verwertbare Form überführt.

Aufgabe: Punktwertvergabe und Standardisierung der Ergebnisse

Mit den vorangehenden Aufgaben werden die technologischen Effekte, Anforderungen und Potenziale für die Fokusindustrie sowohl quantitativ als auch qualitativ umfassend und ausreichend beschrieben. Damit die heterogenen Ergebnisse in den folgenden Phasen des Vorgehensmodells strukturiert verwertet werden können, wird ein Bewertungsschema zur Konsolidierung und Standardisierung der Ergebnisse benötigt.

Ein solches Bewertungsschema liefern beispielsweise Punktwertverfahren, welche sich nach Kapitel 3.2.1 als semiquantitative Methoden dadurch auszeichnen, dass der Zielerreichungsgrad durch Zahlen ausgedrückt wird, aber keine monetären Größen direkt widerspiegelt werden.⁴¹⁶ Punktwertverfahren kommen häufig in Scoring-Modellen zur Anwendung, mit denen es ermöglicht wird, komplexe Projekte aus der

⁴¹⁴ vgl. Europäische Kommission 2023.

⁴¹⁵ vgl. Thielmann et al. 2020, S. 14.

⁴¹⁶ vgl. Gerpott 1999, S. 171.

betriebswirtschaftlichen Praxis mit einer definierten Anzahl an Zielkriterien beurteilen und vergleichen zu können. Ein wesentlicher Vorteil solcher Modelle besteht in der Tatsache, dass die Zielsetzung nicht zwangsläufig quantitativ messbar sein müssen, aber auch qualitativer Natur sein können.⁴¹⁷ Auf diese Weise können oben genannte heterogene Informationen in einem Bewertungsmodell zusammengefasst werden. Die Bewertung erfolgt anhand von sogenannten Likert-Skalen, wobei definierte Antwortmöglichkeiten in variabler Anzahl vorgegeben werden. Mit einer dreistufigen Likert-Skala können Sachverhalte beispielsweise auf die vorgegebenen Ausprägungen „nicht-erfüllt“, „zum Teil erfüllt“ und „gänzlich erfüllt“ bemessen werden. Eine anschließende Normierung nach Punktwerten ist zweckmäßig, um Antworten ungewichtet addieren und den Wert der Skala ausgeben zu können.

Für die technologische Analyse wird eine fünfstufige Likert-Skala festgelegt. Die Spezifikation von fünf Antwortmöglichkeiten bietet einen guten Kompromiss zwischen Detaillierungsgrad der Beurteilung und Simplizität der Durchführung. Die Normierung erfolgt linear, wobei der minimalen Ausprägung der Wert 0 und der maximalen Ausprägung der Wert 1 zugewiesen wird. In Tabelle 3 sind die Bewertungsmöglichkeiten mitsamt dem zugehörigen normierten Wert dargestellt.

Aussage	<i>Keine Anforderungen</i>	<i>Geringe Anforderungen</i>	<i>Mittlere Anforderungen</i>	<i>Hohe Anforderungen</i>	<i>Sehr hohe Anforderungen</i>
Normierter Wert	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00

Tabelle 3: Exemplarische fünfstufige Likert-Skala mit Normierung

Mit Hilfe der dargestellten Likert-Skala werden die zuvor qualitativ beschriebenen Anforderungen der Komponenten an die Standortfaktoren bewertet und damit in ein standardisiertes, verwertbares Format gebracht. Das Ergebnis ist in Abbildung 22 dargestellt.

⁴¹⁷ vgl. Striegel und Luppold 2017, S. 15.

Welche Anforderungen stellen die Technologiefelder / Komponenten für eine wettbewerbsfähige Produktion an die strukturierten Standortfaktoren? 0,00 = keine Anforderungen 0,25 = geringe Anforderungen 0,50 = mittlere Anforderungen 0,75 = hohe Anforderungen 1,00 = sehr hohe Anforderungen		Technologiefeld 1	Technologiefeld 2	⋮	⋮	Technologiefeld n
		Produktionsfaktoren	1 Produktionskosten und Produktivität	0,25	0,75	...	...	0,75
	2 Transport- und Logistikkosten	0,25	0,50	...	...	0,50
	3 Verfügbarkeit qualifizierter Mitarbeiter	0,25	0,50	...	...	0,75
Marktfaktoren	4 Räumliche Nähe zu Kunden und Absatzmärkten	0,75	1,00	...	...	1,00
	5 Nähe zu Märkten mit besonders innovativen Kunden	0,50	0,00	...	...	0,00
	6 Marktpotenzial, kritische Masse und Auslastung der Produktion	0,75	0,25	...	...	0,00
Performancefaktoren	7 Koordination-, Betreuungs- und Managementaufwand	0,00	1,00	...	...	0,50
	8 Möglichkeit zur Qualitätsproduktion	1,00	0,75	...	...	0,25
	9 Möglichkeit zur High-Tech-Produktion	0,00	0,50	...	...	1,00
	10 Möglichkeit zur hochflexiblen bzw. atmenden Produktion	0,50	0,75	...	...	0,00
	11 Möglichkeit zur schnellen Innovation/Time-to-market	0,75	0,25	...	...	0,25
Netzwerkfaktoren	12 Möglichkeit zur nachhaltigen Produktion	0,25	0,25	...	...	0,50
	13 Nähe zu Know-how-Zentren bzw. innovativen Branchenclustern	0,25	0,75	...	...	0,00
	14 Räumliche Nähe zu Lieferanten bzw. Zulieferer-Netzwerken	0,00	0,00	...	...	1,00
	15 Räumliche Nähe und Anbindung von Produktion und Entwicklung	0,00	0,50	...	...	0,50
Quantitative Analyse	Normierte Wertschöpfungs- oder Beschäftigungsänderungen (Delta)	0,34	0,66	...	...	0,82
	Normierte absolute Wertschöpfung oder Beschäftigung	0,62	0,18	...	...	0,43

Abbildung 22: E1.2 | Bewertung und Normierung der technologischen Analyse

Gleichermaßen erfolgt eine Normierung für die errechneten Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale (Ende der Grafik in Abbildung 22). Dabei erhalten Komponenten mit dem höchsten Wertschöpfungspotenzial für den Standort den Punktwert „1“, während die Komponenten mit dem niedrigsten oder negativen Wertschöpfungspotenzial den Punktwert „0“ erhalten. Mit Hilfe einer Normierungsfunktion werden dann allen anderen Komponenten Zwischenwerte innerhalb des festgelegten Intervalls zugewiesen. In Abbildung 22 wird sowohl das in Abbildung 20 skizzierte „Delta“ auf Komponentenebene normiert als auch die absolute Wertschöpfung oder Beschäftigung. Während der erste Wert damit das erwartete Wachstum andeutet, mit welcher Technologiefelder an Relevanz gewinnen, dient letzterer zur Relativierung der Ergebnisse.

Die gesammelten Ergebnisse können schließlich mit Hilfe von Technologiesteckbriefen verdichtet und für die weitere Verwertung standardisiert aufbereitet werden.

E1.2 | Das Ergebnis des Schrittes 1.2 „Technologische Analyse“ ist somit eine strukturierte Aufbereitung der Potenziale und Anforderungen auf Komponentenebene in Form standardisierter Likert-Skalen (siehe Abbildung 22) auf Basis qualitativ und quantitativ ausgewerteter Technologieinformationen.

Dem Ergebnismodell in Abbildung 15 entsprechend, liefert das Ergebnis E1.2 die Komponentenstruktur, nach welcher im Folgenden die Kompetenzen der Fokusindustrie erhoben werden. Die aufbereiteten Likert-Bewertungen werden zudem in Phase 3 zur Ableitung von Grundstrategien für diese Technologiefelder verwendet.

6.2.1.3 Schritt 1.3 | Kompetenz-Mapping der Industrie

Handlungsempfehlungen zur Gestaltung von Transformationsprozessen sollten entsprechend der Anforderungsspezifikation in Kapitel 5 vorhandene Stärken und Kompetenzfelder der Fokusindustrie aufgreifen, um die Erfolgsaussichten der Transformation zu verbessern. Während in Schritt 1.2 die Anforderungen aus Sicht der Technologien und Komponenten aufbereitet wurden, ist im letzten Schritt eine Analyse der vorhandenen Kompetenzen, die im globalen Wettbewerb ausgespielt werden können, zu ergänzen.

Zunächst ist zu definieren, welche Faktoren in das Kompetenzprofil der Fokusindustrie fallen und somit zu erfassen sind. Den ressourcen- und kompetenzorientierten Ansätzen aus den theoretischen Grundlagen entsprechend, bietet vor allem der Transfer technologischer Kompetenzen das Potenzial, Synergien beim Eintritt in neue Märkte zu nutzen und bestehende Alleinstellungsmerkmale aufrecht zu erhalten. Nach Kapitel 2.3 liegen technologische Kompetenzen vor, wenn es Unternehmen gelingt technologische Ressourcen und Know-how geschickt einzusetzen, sodass innovative Produkte oder Prozesse entstehen, die einen Kundennutzen erfüllen.⁴¹⁸ Die Erfassung der technologischen Kompetenzen steht daher im Vordergrund der Analyse.

Im internationalen Vergleich reicht eine Betrachtung der den Unternehmen exklusiv zur Verfügung stehenden Ressourcen, wie etwa Maschinen und spezielles Fertigungs-Know-how, nicht aus, um die Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftszweigs umfassend zu beschreiben. So ergeben sich Chancen für eine wettbewerbsfähige Wertschöpfung nach Dispan und Pfäfflin (2014) beispielsweise auch infolge von Standortvorteilen wie der Innovationskraft, dem Vorhandensein qualifizierter Fachkräfte, der Mitbestimmung im politischen System oder dem Qualitätsbewusstsein von Produzenten und Anbietern.⁴¹⁹ Die Standortfaktoren bestimmen somit durch günstige institutionelle, technologische, infrastrukturelle und soziale Rahmenbedingungen, ob ein wettbewerbsfähiges Produkt in ausreichender Quantität und Qualität gefertigt werden kann.⁴²⁰ In den theoretischen Grundlagen wurde im Speziellen der Begriff der regionalen Wertschöpfungskompetenz beschrieben, die sich vor allem aus der räumlichen Nähe zu Spezialisten ergibt. Diese Spezialisten können andere Unternehmen, aber auch Forschungseinrichtungen, Universitäten ebenso wie Business-Ökosysteme und Innovationscluster sein. Diese sogenannte regionale Wertschöpf-

⁴¹⁸ vgl. Rübhelke, S. 17.

⁴¹⁹ vgl. Dispan und Pfäfflin 2014, S. 40.

⁴²⁰ vgl. Mayerhofer 2017, S. 5.

ungskompetenz ist dann hoch ausgeprägt, wenn die Interaktionen mit den Spezialisten zu einer effizienteren Generierung von Innovationen führen. Unternehmen kombinieren gezielt die spezifischen Vorteile verschiedener Standorte, um sich auf die eigenen Kernkompetenzen zu konzentrieren und gleichzeitig durch die räumliche Nähe zu Clustern starke Partnerschaften einzugehen.⁴²¹

Neben den technologischen Kompetenzen ist damit ein funktionierendes Netzwerk von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik essenziell, um den globalen Wettbewerb bestehen zu können. Als Aufgabe des Kompetenz-Mappings ist die Erhebung technologischer Kompetenzen der Fokusindustrie damit um die Erfassung solcher Leistungsmerkmale und lokalen Umfeldfaktoren zu erweitern, welche eine international kompetitive Produktion am Standort ermöglichen und zum Aufbau von Wettbewerbsvorteilen heimischer Unternehmen beitragen. Die Kombination der zwei, für diese Arbeit relevanten Kompetenzdimensionen ist in Abbildung 23 zusammenfassend dargestellt.

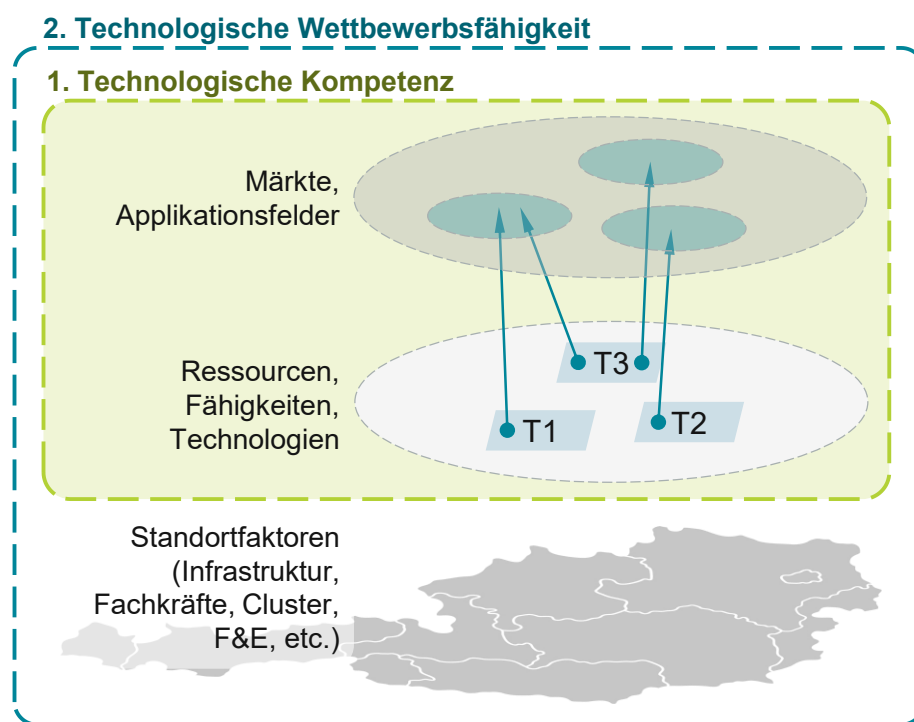


Abbildung 23: Elemente der technologischen Wettbewerbsfähigkeit

Aus dem erläuterten Analyseumfang leiten sich die in Abbildung 24 dargestellten Aufgaben ab. Separat werden zunächst die technologischen Kompetenzen der Fokusindustrie erhoben und die lokalen Standortfaktoren analysiert. Da die Erhebungen wie bei der technologischen Analyse zunächst als Rechercheergebnisse aus textuellen Zusammenfassungen bestehen, ist auch in Schritt 1.3 eine Systematik zur Standardisierung erforderlich. In der dritten Aufgabe werden die Teilergebnisse der

⁴²¹ vgl. Arndt et al. 2015, S. 110f.

Kompetenzerhebung nach dem bereits vorgestellten Punktwertverfahren mit Hilfe von Likert-Skalen konsolidiert und für die weitere Verwendung aufbereitet.



Abbildung 24: Schritt 1.3 | Teilaufgaben und Methodenbasis

Aufgabe: Qualitative Aufbereitung der technologischen Kompetenzen der Fokusindustrie

Die Sicherung einer überlegenen Marktposition erfordert differenzierende Produkteigenschaften bzw. einen überlegenen Kundennutzen und damit die Schaffung von Innovationen, die sich klassischerweise in Form von Produkt- und Prozessinnovationen manifestieren. Technologien sind die Grundlage für neue Produkt- und Prozessgestaltungen, so dass die technologische Basis zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor für Unternehmen wird.⁴²²

Als Informationsgrundlagen und Inputs der Analyse können verschiedene Medien und Kanäle genutzt werden. Dazu gehören sowohl formelle Informationsquellen wie Statistiken, Zeitschriften, Fachliteratur, Studien oder Datenbanken als auch informelle Informationsquellen wie Expertinnen- und Expertenbefragungen.

Analog zum Schritt 1.1 „Systemstrukturierung und -eingrenzung“ muss sich die Auswahl geeigneter Methoden des Kompetenz-Mappings an der verfügbaren Datenbasis orientieren, um einen effizienten Analyseprozess zu gewährleisten. Folgenden Methoden kommt im Rahmen der Kompetenzerhebung eine wichtige Bedeutung zu:

- **Methoden der Sekundärforschung:** Diese bieten sich z. B. an, um mittels Desk Research formale Informationsquellen auszuwerten und den aktuellen Wissensstand der Fokusindustrie zu erheben. Weiters können mittels Desk Research relevante österreichische sowie internationale Unternehmen des betrachteten Wertschöpfungssystems, die entsprechende Komponenten entwickeln und produzieren, aus Datenbanken ausgelesen werden. Dies ermöglicht erste Vergleiche sowie die Abschätzung von Kompetenzprofilen anhand unterschiedlicher Produktspezifikationen.

⁴²² vgl. Gausemeier et al. 2019a, S. 237.

- **Methoden der empirischen Analyse:** Informationen über die technologischen Kompetenzen der Industrie sind als „exklusive Ressourcen und Know-how der Unternehmen“ häufig nicht öffentlich zugänglich. Durch direkte Expertinnen- und Expertenbefragungen, z. B. in Form von leitfadengestützten Interviews, Umfragen oder Workshops, können relevante Informationen direkt aus der analysierten Branche gewonnen werden.
- **Statistische Verfahren & Patentanalysen:** Neben absoluten Messwerten wie der Anzahl an Unternehmen oder Beschäftigten in einem speziellen Technologiefeld spiegeln nach Kapitel 2.3.2 naturgemäß Patente den Stand der Technik wieder.⁴²³ Um nachhaltig Wettbewerbsvorteile und somit die Konkurrenzfähigkeit von Unternehmen und ganzen Staaten zu sichern, ist der sofortige Schutz von geistigem Eigentum, unmittelbar nach dessen Entstehung, in Form von Patenten in der heutigen Zeit unabdingbar. Aus diesem Grund eignen sich Patente hervorragend, um technologische Trends und Entwicklungen frühzeitig zu erkennen.⁴²⁴ Patente werden international durch ein einheitliches, durch die WIPO (*World Intellectual Property Organization*) festgelegtes, Schema, dem IPC-Schema (*International Patent Classification*) klassifiziert.⁴²⁵ Dieses Klassifikationsschema dient der einheitlichen Strukturierung von Patentdaten und ermöglicht somit eine einfache Suche von Patentdokumenten. Patentklassifikationen enthalten somit einen hohen und einfach verarbeitbaren Informationsgehalt, der sich bestens für zielgerichtete Suchen nach speziellen Technologien, Know-how sowie regionaler Wissens-träger eignet.
- **Wertschöpfungsbezogene Ansätze:** Zur Ableitung von Prozess Know-how und anwendungsbezogener Kompetenzen können die hergestellten Komponenten auf deren Herstellungsprozess analysiert werden. Dabei werden die betrachteten Komponenten hinsichtlich ihres Aufbaus beschrieben und die Wertschöpfungsketten und Herausforderungen kritischer Prozessschritte dargestellt.⁴²⁶ Als Ergebnis der komponentenbezogenen Identifikation relevanter Wertschöpfungsstufen können der Industrie anschließend bestimmte Kompetenzprofile zugeordnet werden.

Mit Hilfe der oben dargestellten Methoden werden im Vorgehensmodell die technologischen Kompetenzen und Wettbewerbsvorteile der Fokusindustrie erhoben.

Ziel ist es, die Kompetenzen auf Basis der in Schritt 1.2 strukturierten Komponenten im Wettbewerbsvergleich zu erfassen. Die Herausforderung liegt vor allem in der Zuordnung der technologischen Kompetenzen zur Komponentenstruktur. Während

⁴²³ vgl. Lichtenthaler 2005, S. 704; Mun et al. 2019, S. 144ff.

⁴²⁴ vgl. Wellensiek et al. 2011, S. 133f.

⁴²⁵ <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4490&plang=EN>

⁴²⁶ vgl. Gommel et al. 2016, S. 51.

einige Methoden, wie z. B. Patentanalysen, eine direkte Zuordnung von Patenten zu Komponenten erlauben, beziehen sich Erhebungen aus der Sekundärliteratur häufig auf Querschnittsthemen, wie z. B. spezifische Material- oder Fertigungskompetenzen. Um solche Querschnittsthemen der Komponentenstruktur zuordnen zu können, kann es z. B. erforderlich sein, den Herstellungsprozess der Komponenten näher zu betrachten, um die Anforderungen der Komponenten an diese Querschnittsthemen zu erfassen. Mit den Methoden werden verfügbare Informationen zu den Kompetenzen recherchiert, zusammengetragen und auf Ebene der Komponenten strukturiert.

Als Teilergebnis dieser Aufgabe liegt für die Komponentenstrukturierung eine textuelle Beschreibung der technologischen Kompetenzen vor, auf welche die Fokusindustrie im internationalen Vergleich aufbauen kann.

Als zunächst lose Zusammenfassung aller verfügbaren Informationen der Recherche werden die Kompetenzen in der letzten Teilaufgabe mit Hilfe des Scoring-Verfahrens semiquantitativ bewertet und standardisiert (siehe Abbildung 25).

Aufgabe: Qualitative Aufbereitung der Standortbedingungen

Zukünftige Potenziale für technologieorientierte Wertschöpfung entstehen am ehesten dort, wo sie sich auf die Stärken des (Industrie-)Standortes beziehen.⁴²⁷ Analog zur Erfassung der technologischen Kompetenzen basiert die Erfassung der Standortfaktoren auf einer Kombination formeller und informeller Informationsquellen, die nach Abbildung 15 als Input für die Recherche dienen. Verbindendes Element der Bewertung ist das in Schritt 1.2 vorgestellte und angepasste Vorgehensmodell zur Bewertung von Standortfaktoren nach Kinkel und Zanker (2007).

Im Rahmen der Kompetenzerhebung in Schritt 1.3 wird die Ist-Situation des Produktionsstandortes Österreich hinsichtlich der Standortfaktoren bestehend aus Produktionsfaktoren, Marktfaktoren, Leistungsfaktoren und Netzwerkfaktoren für die Fokusindustrie erhoben und bewertet.

Methodisch stützt sich die Bewertung analog zur Erfassung der technologischen Kompetenzen vor allem auf Methoden der Sekundärforschung und der empirischen Analyse, beispielsweise durch Expertinnen- und Expertengespräche mit Führungskräften oder Clustermanagerinnen und -managern. Die Auswertungen (z. B. zur Verfügbarkeit von Fachkräften oder zur Innovationsfähigkeit) werden durch statistische Datensätze aus der Sekundärliteratur untermauert. Diese umfassen verschiedene wirtschaftliche Indikatoren und Kennzahlen, wie z. B. Produktivitätsraten, Arbeitslosenquoten oder Patentanmeldungen nach Sitz des Anmelders.⁴²⁸ Solche Indizes liegen in großer Zahl für unterschiedliche Hierarchieebenen von politischen

⁴²⁷ vgl. Dispan und Pfäfflin 2014, S. 40.

⁴²⁸ vgl. Kempermann et al. 2021, S. 78ff.

Kreisen bis hin zu Bundesländern vor und ermöglichen damit eine effektive und effiziente Bewertung regionaler Standortfaktoren und -unterschiede.

Als Teilergebnis dieser Aufgabe liegt eine qualitative Beschreibung und Aufbereitung der Standortfaktoren nach Abbildung 21 vor, welche eine international kompetitive Produktion am österreichischen Produktionsstandort ermöglichen und zum Aufbau von Wettbewerbsvorteilen heimischer Unternehmen in der Fokusindustrie beitragen.

Die Teilergebnisse liegen somit zunächst auch als lose textliche Zusammenfassungen vor und werden im Folgenden in eine standardisierte und verwertbare Form überführt.

Aufgabe: Punktwertvergabe und Standardisierung der Ergebnisse

In Anlehnung an die technologische Analyse sind die heterogenen Ergebnisse, von quantitativen Kriterien (z. B. Anzahl der Unternehmen in einem Technologiebereich, relative Patenstärke) bis hin zu qualitativen Faktoren (z. B. hinsichtlich textueller Kompetenzbeschreibungen aus der Sekundärliteratur oder empirischen Analysen) in ein standardisiertes, verwertbares Format zu überführen.

Auf welche Standortgegebenheiten (Ist-Situation) kann die Fokusindustrie nach dem Standortfaktorenmodell zurückgreifen?		Bewertung Likert-Skala				
1 = große Nachteile am Standort 3 = neutrale Position 5 = große Vorteile am Standort 2 = eher Nachteile am Standort 4 = eher Vorteile am Standort		1	2	3	4	5
Produktionsfaktoren	1 Produktionskosten und Produktivität		x			
	2 Transport- und Logistikkosten			x		
	3 Verfügbarkeit qualifizierter Mitarbeiter				x	
Marktfaktoren	4 Räumliche Nähe zu Kunden und Absatzmärkten			x		
	5 Nähe zu Märkten mit besonders innovativen Kunden			x		
	6 Marktpotenzial, kritische Masse und Auslastung der Produktion				x	
Performancefaktoren	7 Koordination-, Betreuungs- und Managementaufwand		x			
	8 Möglichkeit zur Qualitätsproduktion	x				
	9 Möglichkeit zur High-Tech-Produktion	x				
	10 Möglichkeit zur hochflexiblen bzw. atmenden Produktion					x
	11 Möglichkeit zur schnellen Innovation/Time-to-market					x
Netzwerkfaktoren	12 Möglichkeit zur nachhaltigen Produktion				x	
	13 Nähe zu Know-how-Zentren bzw. innovativen Branchenclustern		x			
	14 Räumliche Nähe zu Lieferanten bzw. Zulieferer-Netzwerken				x	
	15 Räumliche Nähe und Anbindung von Produktion und Entwicklung			x		

Wie ist die Kompetenzposition der Fokusindustrie im internationalen Wettbewerb in den Technologiefeldern zu bewerten?		Bewertung Likert-Skala				
1 = keine Kompetenzvorteile 3 = mittlere Kompetenzposition 5 = sehr hohe Kompetenzvorteile 2 = geringe Kompetenzvorteile 4 = eher Kompetenzvorteile		1	2	3	4	5
Komponenten / Technologiefelder	1 Komponenten / Technologiefeld 1				x	
	2 Komponenten / Technologiefeld 2			x		
	3 Komponenten / Technologiefeld 3					x
		
	n Komponenten / Technologiefeld n				x	

Abbildung 25: E1.3 | Beurteilung der Kompetenzstärken und Standortfaktoren

Zwecks Durchgängigkeit wird das gleiche, in Schritt 1.2 vorgestellte Bewertungsschema herangezogen. Mit Hilfe der Likert-Skala wird in Abbildung 25 bewertet, ob die Fokusindustrie aus der aktuellen Situation eher Vor- oder Nachteile in Bezug auf die Standortfaktoren im Wettbewerb schöpfen kann. Mit dem Punktwert „5“ werden große Vorteile gekennzeichnet, während große Nachteile mit dem Wert „1“ bewertet werden.

Die gleiche Bewertung wird in Abbildung 25 für die bisher qualitativ beschriebenen technologischen Kompetenzen auf Komponentenbasis angewandt. Am Fallbeispiel Elektromobilität werden den einzelnen Komponenten wie z. B. dem Elektromotor, Getrieben oder Systemen zur Abgasnachbehandlung damit Punktwerte auf Basis der qualitativen Erhebung zugeteilt, um bestehende Kompetenzvorteile in den Technologiefeldern im internationalen Wettbewerb auszuweisen.

E1.3 | Ergebnis des Schrittes 1.3 „Kompetenz-Mapping der Industrie“ ist mit Abbildung 25 somit eine standardisierte Bewertung der Kompetenzen der Fokusindustrie, dargestellt durch eine Kombination von technologischen Kompetenzen auf Komponentenebene sowie spezifischen Standortvorteilen des Produktionsstandortes gemäß den Standortfaktoren.

Durch das Punktwertverfahren liegen die Ergebnisse in einem verwertbaren Format vor, sodass diese gemäß Abbildung 15 in der dritten Phase des Vorgehensmodells im Technologieportfolio in Kombination mit den Ergebnissen der technologischen Analyse aus Schritt 1.2 aufbereitet werden können.

In Ergänzung zu den Punktwerten der Likert-Skala erzeugt die qualitative Aufbereitung der verfügbaren Technologie- und Kompetenzinformationen aus den ersten beiden Teilaufgaben eine ausreichende inhaltliche Tiefe, auf deren Basis die Ergebnisse des Technologieportfolios interpretiert und Handlungsfelder diskutiert werden können.

6.2.2 Phase 2 | Schlüsselfaktoren der Transformation & Szenarioanalyse

Mit Abschluss der Erfassung aller zugrundeliegenden Wertschöpfungsstrukturen, Kompetenzbasen und Auswirkungen der technologischen Transformation beginnt die nächste Phase des Vorgehensmodells. Im Gegensatz zur technologie- und kompetenzfokussierten Betrachtungsebene der ersten Phase wird in Phase 2 eine wettbewerbsorientierte Analyseperspektive eingenommen. Um Handlungsbedarfe für die strategische Ausrichtung der Fokusindustrie ableiten zu können, ist die Kenntnis der Einflussfaktoren und Umfeldbedingungen des Strukturwandels erforderlich. Ziel der Phase 2 ist es daher, die zentralen Schlüsselfaktoren für eine erfolgreiche Gestaltung der Transformation zu identifizieren, um daraus Zukunftsprojektionen und in weiterer Folge Handlungsempfehlungen abzuleiten.

Aufgrund der mangelnden Prognostizierbarkeit stellt die Abschätzung zukünftiger Entwicklungen für Entscheidungsträgerinnen und -träger oft eine große Schwierigkeit dar. So neigen sie dazu, die kurzfristigen Auswirkungen einer Technologie zu überschätzen und gleichzeitig die langfristigen Auswirkungen zu unterschätzen.⁴²⁹ Als verbindendes und systematisierendes Element bietet sich daher nach Gausemeier et al. (2019b) die Methodik der Szenariotechnik an, um multiple Zukunftsperspektiven rational und kreativ zu beschreiben und die wichtigsten Einflussfaktoren auszuarbeiten.⁴³⁰ Neben der allgemeinverständlichen und nachvollziehbaren Beschreibung einer möglichen Situation in der Zukunft, die auf einem komplexen Netz von Einflussfaktoren beruht, bieten sich Szenarien an, um Entwicklungen und Transformationspfade abzuleiten, die von der Gegenwart zu dieser Situation führen könnten.⁴³¹

Dazu wird gemäß Kapitel 6.1 das betrachtete Szenariofeld zunächst in Einflussbereiche, z. B. bestehend aus Politik, Wirtschaft oder Gesellschaft, unterteilt. In diesen kann anschließend nach spezifischen Faktoren gesucht werden, die den Untersuchungsgegenstand direkt umgeben und beeinflussen. Über die Bewertung der Faktoren mittels Beziehungs- und Relevanzanalysen werden die wichtigsten Schlüsselfaktoren für das Zukunftsszenario abgeleitet. Auf Basis dieser Schlüsselfaktoren werden schließlich alternative Zukunftsbilder modelliert. Das prinzipielle Vorgehen in Phase 2 ist in der entsprechenden Reihenfolge in Anlehnung an die Methodik der Szenarioanalyse in Abbildung 15 in Kapitel 6.1 dargestellt.

Als Ergebnis der zweiten Phase liegen verschiedene Zukunftsszenarien vor, die durch relevante Schlüsselfaktoren beschrieben werden. Aus den Schlüsselfaktoren und den formulierten Szenarien werden in Phase 3 Handlungsmaßnahmen zur Förderung des favorisierten Ziel-Szenarios abgeleitet. Eine besondere Herausforderung bei der Ableitung von Zukunftsszenarien besteht daher darin, die „Flughöhe“ der Szenarien so zu wählen, dass sie konkrete Rückschlüsse auf notwendige Handlungsmaßnahmen zulassen.⁴³²

6.2.2.1 Schritt 2.1 | Szenario-Vorbereitung

Im Rahmen der Szenario-Vorbereitung wird der Rahmen für die Szenarioanalyse abgesteckt und die Ziele spezifiziert.⁴³³ Es wird vor allem definiert für welchen Gegenstand die Szenarien entwickelt werden sollen und welche Faktoren Berücksichtigung finden. Nach Abbildung 26 lassen sich demnach folgende Aufgaben festhalten.

⁴²⁹ vgl. Searls 2012, S. 17.

⁴³⁰ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 120ff.

⁴³¹ vgl. Gausemeier et al. 2019a, S. 87.

⁴³² Gausemeier et al. 2019a, S. 240.

⁴³³ vgl. Gausemeier et al. 2019a, S. 542.

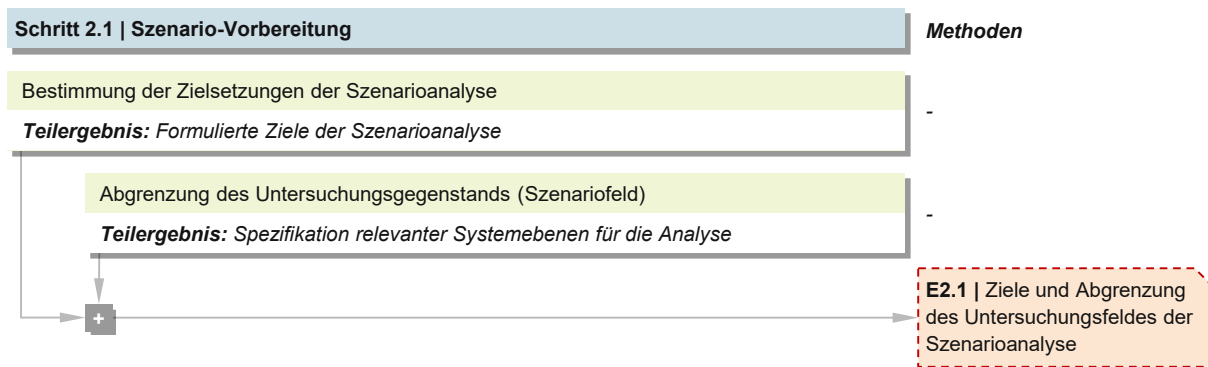


Abbildung 26: Schritt 2.1 | Teilaufgaben und Methodenbasis

Aufgabe: Bestimmung der Zielsetzungen der Szenarioanalyse

Die Zielformulierung orientiert sich an den übergeordneten Zielen des Vorgehensmodells, die systematische Erarbeitung von Handlungsmaßnahmen für Industrien in strukturellen Transformationsprozessen für öffentliche Entscheidungsträgerinnen und -träger zu ermöglichen. Im Vordergrund steht somit das Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit der Fokusindustrie trotz der strukturellen Transformationseffekte langfristig zu erhalten beziehungsweise auszubauen. Im Rahmen der Szenarioanalyse soll daher untersucht werden, welche Faktoren dieses Ziel beeinflussen und die Entwicklung der Wettbewerbsfähigkeit bestimmen.

Als Teilergebnis dieser Aufgabe liegt eine eindeutige Formulierung der Ziele der Szenarioanalyse vor.

Aufgabe: Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands (Szenariofeld)

Ergänzend zu dieser Zielformulierung sind die Grenzen des Untersuchungsraumes mit den Schnittstellen zum Umfeld festzulegen.⁴³⁴ Es ist vor allem festzulegen, in welchen Bereichen Einflussfaktoren zur Ableitung von Szenarien erhoben werden. Nach dem Ergebnismodell in Abbildung 15 baut die Eingrenzung direkt auf den Ergebnissen der Systemstrukturierung in Schritt 1.1 auf, insbesondere auf den Wertschöpfungsstrukturen der betrachteten Industrie sowie den Schnittstellen zum Industrieumfeld. Aus der Eingrenzung in Schritt 1.1 leiten sich die relevanten Systemebenen ab, in welchen nachfolgend Einflussfaktoren aufgenommen werden. Diese Systemebenen können beispielsweise die Gesellschaft, Wirtschaft, Ökologie, Politik oder technologische Ebenen umfassen.

Auch der Zeitraum für die Szenarienentwicklung muss festgelegt werden. Je nach Projekt wird in der Regel ein Zeitraum von ca. 10 Jahren für die Szenarioanalyse angesetzt.

⁴³⁴ vgl. Heubach 2009, S. 69.

E2.1 | Ergebnis des Schrittes 2.1 „Szenario-Vorbereitung“ ist somit eine Eingrenzung der durchzuführenden Szenarioanalyse mit einer Beschreibung der Ziele der Szenarioanalyse und der Abgrenzung des Untersuchungsfeldes für die anschließende Analyse.

6.2.2.2 Schritt 2.2 | Szenariofeld-Analyse

Die Entwicklung künftiger Szenarien beginnt mit der Szenariofeld-Analyse. Hier wird das Szenariofeld bzw. der Untersuchungsgegenstand durch Einflussfaktoren beschrieben, die eine besonders starke Wirkung auf das Szenariofeld ausüben.⁴³⁵ Ziel ist es herauszufinden, welche Faktoren den größten Einfluss auf die zugrundeliegende Fragestellung (Erhalt der Wettbewerbskraft) ausüben. Dazu werden zunächst die Einflussfaktoren anhand der zuvor definierten Systemebenen systematisch erhoben und festgehalten. Anschließend erfolgt eine Clusterung und Bewertung dieser Einflussfaktoren, um die relevantesten Schlüsselfaktoren zu selektieren. Die Teilaufgaben sind in Abbildung 27 dargestellt.

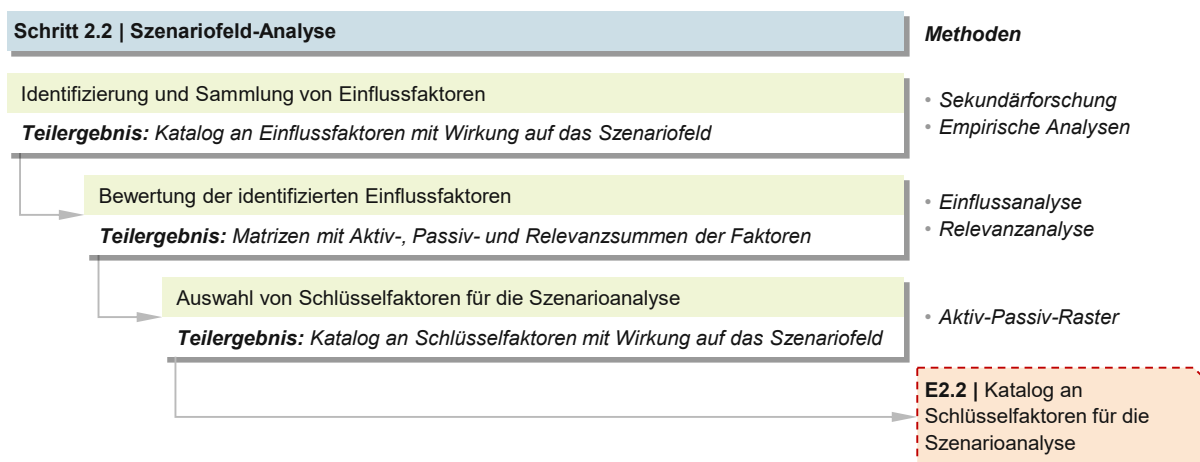


Abbildung 27: Schritt 2.2 | Teilaufgaben und Methodenbasis

Aufgabe: Identifizierung und Sammlung von Einflussfaktoren

Die Erhebung von Einflussfaktoren kann unter Anwendung diverser Methoden erfolgen, z. B. auf Basis empirischer Analysen, Auswertungen von Sekundärliteratur oder direkten Befragungen von Expertinnen und Experten in den jeweiligen Systemebenen.⁴³⁶ Dabei bietet sich der Einsatz von Checklisten an, um relevante Faktoren festzuhalten und laufend zu erweitern.⁴³⁷

Als Teilergebnis dieser Aufgabe liegt ein Katalog an Einflussfaktoren für die Szenarioanalyse vor. Je nach Projekt kann der Katalog eine hohe zweistellige Zahl an Faktoren umfassen.

⁴³⁵ vgl. Gausemeier et al. 2019a, S. 542.

⁴³⁶ vgl. Heubach 2009, S. 69.

⁴³⁷ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 126.

Aufgabe: Bewertung der identifizierten Einflussfaktoren

Um die relevantesten Schlüsselfaktoren aus der umfangreichen Liste von Einflussfaktoren zu ermitteln, sind weitere Bewertungsschritte anzuschließen: Nach Gausemeier et al. (2019a) sind zunächst die Beziehungen zwischen den Einflussfaktoren zu untersuchen, um die direkte Einflusswirkung der Faktoren aufeinander zu beurteilen. Methodisch wird die Einflusswirkung über eine Einflussmatrix erhoben, in welcher für jedes Faktoren-Paar bewertet wird, wie stark oder wie schnell sich der eine Faktor durch direkte Einwirkung des anderen verändert. Mit Hilfe einer Relevanzanalyse wird anschließend die Bedeutung der Einflussfaktoren für das Gestaltungsfeld anhand von paarweisen Vergleichen in einer Relevanzmatrix ermittelt (Abbildung 28).

Einflussmatrix						Relevanzmatrix											
Wie stark beeinflusst der Einflussfaktor der Zeile i den Einflussfaktor der Spalte j? 0 = kein Einfluss 1 = wenig Einfluss 2 = mittlerer Einfluss 3 = starker Einfluss	Einflussfaktor 1	Einflussfaktor 2	Einflussfaktor 3	...	Einflussfaktor n	Aktivsumme	Ist der Einflussfaktor der Zeile i relevanter (für die Wettbewerbsfähigkeit) als Einflussfaktor der Spalte j? 0 = nein 1 = ja	Einflussfaktor 1	Einflussfaktor 2	Einflussfaktor 3	...	Einflussfaktor n	Relevanzsumme				
	Einflussfaktor 1		3	1	...			3	28	Einflussfaktor 1		1		1	...	1	11
	Einflussfaktor 2	0		2	...			2	14	Einflussfaktor 2	0			0	...	0	6
	Einflussfaktor 3	1	2		...			3	22	Einflussfaktor 3	0	1			...	1	8

	Einflussfaktor n	2	0	3	...				17	Einflussfaktor n	0	1		0	...		13
Passivsumme	13	17	35	...	20												

Abbildung 28: Berechnung der Aktiv- und Relevanzsummen der Einflussfaktoren

Aus der Bewertung in Abbildung 28 ergeben sich die drei Kennzahlen der Aktivsumme, der Passivsumme sowie der Relevanzsumme zur Gewichtung der Einflussfaktoren:

- **Aktivsumme:** Die Aktivsumme beschreibt die Stärke, mit welcher ein Einflussfaktor auf die anderen Faktoren einwirkt. Je höher die Kennzahl, desto höher ist die Einflussnahme.
- **Passivsumme:** Die Passivsumme beschreibt, wie stark ein Einflussfaktor durch andere Einflussfaktoren bestimmt wird. Je höher die Passivsumme, desto größer ist die Beeinflussung durch andere Faktoren.
- **Relevanzsumme:** Die Relevanzsumme beschreibt die relative Relevanz eines Einflussfaktors für die Zielsetzungen der Szenarioanalyse (Erhalt der Wettbewerbskraft) anhand von paarweisen Vergleichen.

Als Teilergebnis dieser Aufgabe liegen entsprechend Abbildung 28 Bewertungsmatrizen zur Berechnung der Aktivsummen, der Passivsummen sowie der Relevanzsummen der identifizierten Einflussfaktoren vor.

Aufgabe: Auswahl von Schlüsselfaktoren für die Szenarioanalyse

Mit dem systemischen Verhalten aus der Einflussanalyse und der Rangfolge der Einflussfaktoren aus der Relevanzanalyse werden schließlich Schlüsselfaktoren ausgewählt: Diese zeichnen sich durch eine hohe Relevanz für den Untersuchungsgegenstand und eine möglichst starke Aktivitätswirkung im vernetzten System aus.⁴³⁸ Für die Auswahl der Schlüsselfaktoren eignet sich die Darstellung in einem Aktiv-Passiv-Raster, in dem die Einflussfaktoren zunächst nach ihrer Aktiv- und Passivsumme geordnet und anschließend in ein Portfolio entsprechend Abbildung 29 eingetragen werden. Die Relevanzsumme lässt sich über die Größe der Markierungen darstellen.

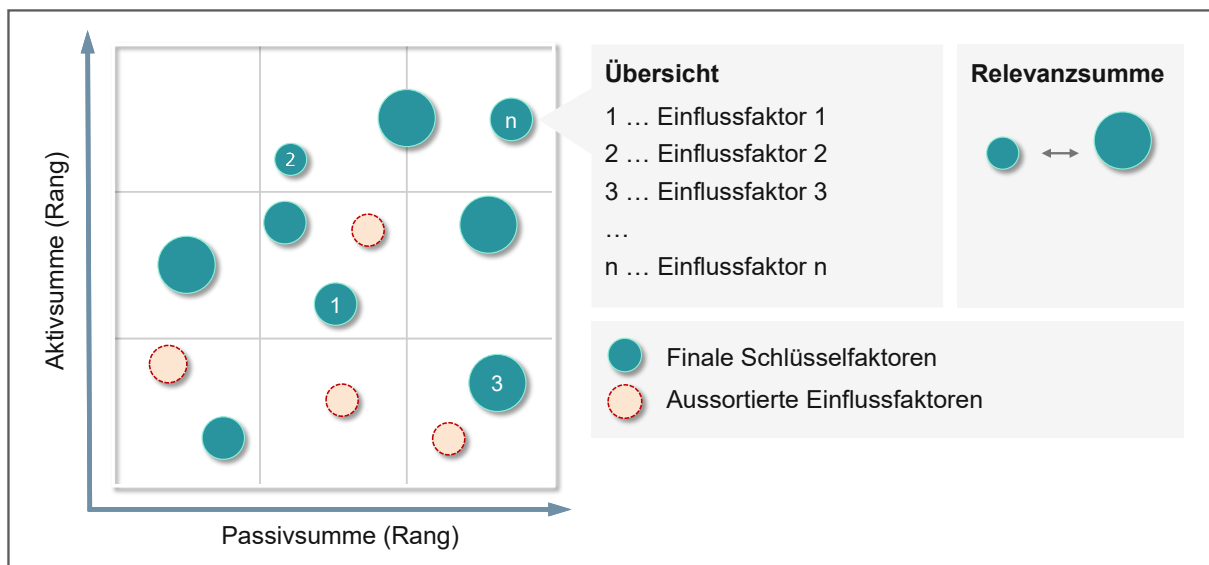


Abbildung 29: E2.2 | Aktiv-Passiv-Raster der Einflussfaktoren

Einflussfaktoren mit geringer Aktiv- und Relevanzsumme werden eliminiert, womit der Katalog der Einflussfaktoren auf die wichtigsten Schlüsselfaktoren reduziert wird.

E2.2 | Als Ergebnis des Schrittes 2.2 „Szenariofeld-Analyse“ liegt damit ein reduzierter Katalog von Schlüsselfaktoren vor, die einen großen Einfluss auf den Untersuchungsgegenstand ausüben und somit geeignete Ansatzpunkte für die Ableitung von Maßnahmen bieten.

6.2.2.3 Schritt 2.3 | Szenario-Prognostik

Die Entwicklung von Projektionen stellt den Kern der Szenarioanalyse dar. In diesem Schritt werden alternative Entwicklungsmöglichkeiten (sogenannte Zukunftsprojektionen) der zuvor definierten Schlüsselfaktoren erarbeitet und in Projektionskatalogen festgehalten (siehe Abbildung 30).⁴³⁹

⁴³⁸ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 126ff.

⁴³⁹ vgl. Gausemeier et al. 2019a, S. 542.



Abbildung 30: Schritt 2.3 | Teilaufgaben und Methodenbasis

Um den Szenario-Trichter aller möglichen Ausprägungen weit zu öffnen, ist es sinnvoll, aus heutiger Sicht plausible, aber auch extreme, jedenfalls begründbare Entwicklungen zu berücksichtigen. Analog zu den bisherigen Phasen, bietet sich zur Beschreibung von Zukunftsprojektionen eine Kombination analytischer und kreativer Techniken an. So eignen sich analytische Methoden vor allem zur Beschreibung von Projektionen mit quantitativ messbaren Eigenschaften, wie beispielsweise dem Wirtschaftswachstum oder der Bevölkerungsentwicklung. Bei der Entwicklung von Projektionen ist zudem auf eine ausreichende Trennschärfe und verständliche Beschreibung der Projektionen zu achten. Zunächst ohne Berücksichtigung der Eintrittswahrscheinlichkeiten, fördert die Szenariotechnik damit eine kreative und offene Erfassung aller denkbaren Entwicklungen.⁴⁴⁰

Für die ausgewählten Schlüsselfaktoren werden relevante Projektionen erarbeitet und in Katalogen, wie in Abbildung 31 symbolisiert, zusammengestellt.

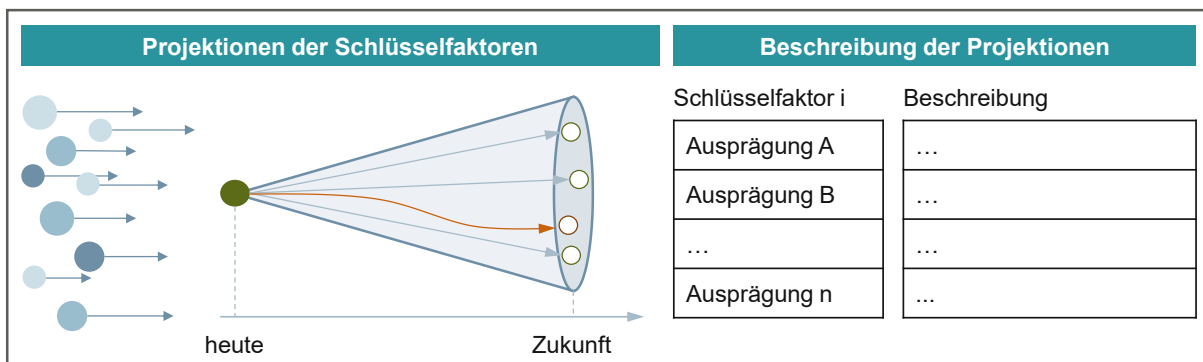


Abbildung 31: E2.3 | Ermittlung von Zukunftsprojektionen der Schlüsselfaktoren

E2.3 | Das Ergebnis des Schrittes 2.3 „Szenario-Prognostik“ ist nach Abbildung 31 eine Auflistung und Beschreibung denkbarer zukünftiger Ausprägungen (Zukunftsprojektionen) jedes identifizierten Schlüsselfaktors.

Nach dem Ergebnismodell in Abbildung 15 bilden die Projektionen die Grundlage zur Ableitung konsistenter Szenarien im folgenden Schritt.

⁴⁴⁰ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 130ff.

6.2.2.4 Schritt 2.4 | Szenario-Bildung

In der Phase „Szenario-Bildung“ werden die Ergebnisse der kreativ-intuitiv und analytisch ermittelten Zukunftsprojektionen zu logisch konsistenten und widerspruchsfreien Projektionsbündeln zusammengeführt. Als Projektionsbündel wird dabei eine Kette an Projektionen definiert, wobei genau eine Projektion je Schlüsselfaktor auftritt.⁴⁴¹ Dazu sind die in Abbildung 32 dargestellten Teilaufgaben durchzuführen.

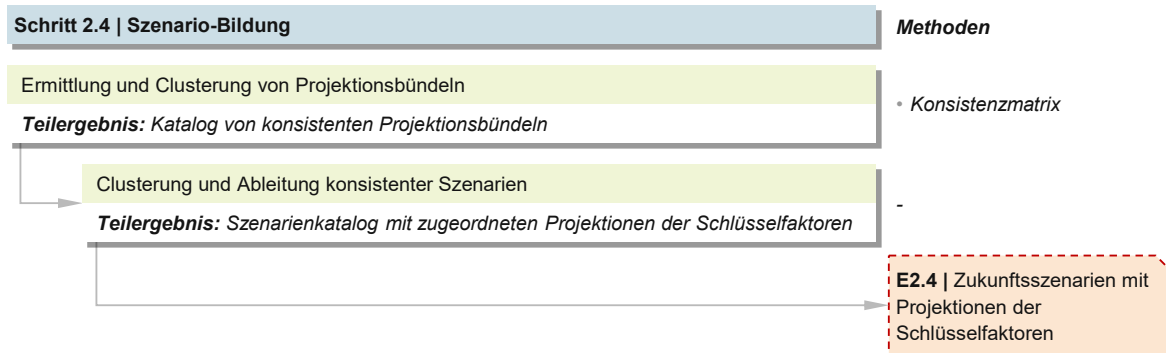


Abbildung 32: Schritt 2.4 | Teilaufgaben und Methodenbasis

Aufgabe: Projektionsbündel ermitteln

Vereinfacht ausgedrückt ist ein Szenario eine Kombination von Zukunftsprojektionen (aus Schritt 2.3), die gut zueinander passen. Dabei ist besondere Rücksicht auf die Konsistenz bzw. Widerspruchsfreiheit der einzelnen Projektionen zu legen.⁴⁴² Der Szenario-Bildung kann daher eine paarweise Konsistenzbewertung in einer Konsistenzmatrix vorgeschaltet werden, um sinnvolle Projektionsbündel abzuleiten. Eine solche Matrix ist schematisch in Abbildung 33 dargestellt.

⁴⁴¹ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 133.

⁴⁴² vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 133.

Wie verträgt sich Zukunftsprojektion i (Zeile) mit Zukunftsprojektion j (Spalte)? 1 = totale Konsistenz 2 = partielle Konsistenz 3 = neutral oder voneinander unabhängig 4 = gegenseitiges Begünstigen 5 = starke gegenseitige Unterstützung		S1			S2			...	Sn		
		Projektion 1	Projektion 2	Projektion 3	Projektion 1	Projektion 2	Projektion 3		Projektion 1	Projektion 2	Projektion 3
Schlüsselfaktor 1	Projektion 1										
	Projektion 2										
	Projektion 3										
Schlüsselfaktor 2	Projektion 1	4	4	2							
	Projektion 2	4	4	3							
	Projektion 3	1	2	3							
...	...										
Schlüsselfaktor n	Projektion 1	2	2	3	5	4	2				
	Projektion 2	1	5	4	1	1	5				
	Projektion 3	4	2	1	3	5	5				

Abbildung 33: Konsistenzmatrix der Zukunftsprojektionen der Schlüsselfaktoren

Mit der Konsistenzbewertung als Grundlage werden in Schritt 2.4 konsistente Projektionsbündel zusammengetragen.

Als Teilergebnis dieser Aufgabe liegt ein Katalog von Projektionsbündeln vor, der konsistente Zukunftsprojektionen der Schlüsselfaktoren kombiniert.

Aufgabe: Clusterung und Ableitung konsistenter Szenarien

Die im Katalog enthaltenen Projektionsbündel können bereits als denkbare Szenarien verstanden werden. Aufgrund der hohen Kombinationsmöglichkeiten der Zukunftsprojektionen der Schlüsselfaktoren ist auch eine hohe Anzahl möglicher Projektionsbündel denkbar. Aus diesem Grund ist abschließend eine Clusterung der inhaltlich ähnlichen Projektionsbündel vorzunehmen, um die relevanten Szenarien auszuwählen.⁴⁴³ Die Clusterung erfolgt wie die Konsistenzbewertung subjektiv nach der Einschätzung der an der Szenarioanalyse beteiligten Personen.

Das Ergebnis der Clusterung ist eine Zusammenfassung und Eingrenzung auf eine überschaubare Anzahl aussagekräftiger Szenarien für die Szenarioanalyse. Für die weitere Verwendung im Vorgehensmodell sind vor allem die zugehörigen Projektionen als Soll-Zustände relevant, um Maßnahmen in Richtung dieser Referenzpunkte abzuleiten. Daher empfiehlt sich eine transparente Aufbereitung und Zuordnung der Zukunftsprojektionen zu den finalen Szenarien, wie schematisch in Abbildung 34 dargestellt ist.

⁴⁴³ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 133.

Schlüsselfaktoren	Projektionen	„Szenario 1“	„Szenario 2“	„Szenario 3“
Schlüsselfaktor 1	Projektion 1	x		x
	Projektion 2		x	
	Projektion 3			
Schlüsselfaktor 2	Projektion 1			x
	Projektion 2		x	x
	Projektion 3	x		
...
Schlüsselfaktor n	Projektion 1	x	x	
	Projektion 2			
	Projektion 3			x

Abbildung 34: E2.4 | Ausprägungsliste der finalen Szenarien

E2.4 | Das Ergebnis des Schrittes 2.4 „Szenario-Bildung“ ist nach Abbildung 34 damit ein Katalog an Zukunftsszenarien mit entsprechender Zuordnung der erarbeiteten Projektionen einzelner Schlüsselfaktoren zu diesen Szenarien.

Die Phase 2 des Vorgehensmodells ist damit abgeschlossen. Nach dem Ergebnismodell in Abbildung 15 fließen die Szenarien als Input in die Phase 3 ein, um auf Basis der Zukunftsprojektionen zielgerichtete Handlungsmaßnahmen abzuleiten. Die Szenarien können sowohl „erwünschte“ Kombinationen von Projektionen, z. B. im Sinne der Realisierung weiterer Wertschöpfungspotenziale, als auch zu vermeidende Szenarien, z. B. im Sinne weiterer Verlagerungen von Wertschöpfungsstufen ins Ausland, enthalten.

Zusammenfassend entfaltet sich der Nutzen der Szenarioanalyse aus Phase 2 damit in zweifacher Art und Weise:

- **Zielausrichtung:** Mit der Kenntnis der aus heutiger Sicht „erwünschten“ Szenarien, werden in Phase 3 Handlungsmaßnahmen erarbeitet, welche eben diese Zukunftsszenarien unterstützen. Gleichzeitig können solche Maßnahmen definiert werden, welche die Eintrittswahrscheinlichkeiten der „unerwünschten“ Zukunftsszenarien minimieren. Die Szenarien bilden damit den roten Faden zur Erarbeitung konsistenter und umfassender Maßnahmenpakete.
- **Identifikation von Handlungsbedarfen:** Durch die Zuordnung von Zukunftsprojektionen der Schlüsselfaktoren zu den Szenarien wird in Phase 3 der aktuelle Handlungsbedarf auf Basis dieser Projektionen erarbeitet. Die Projektionen liefern den entsprechenden Soll-Zustand des jeweiligen Schlüsselfaktors, welcher im Rahmen eines Soll-Ist-Abgleichs in Schritt 3.2 der aktuellen Ausprägung gegenübergestellt wird, um daraus akute Handlungsbedarfe abzuleiten.

6.2.3 Phase 3 | Bewertung & Ableitung von Handlungsempfehlungen

In der abschließenden Phase 3 des Vorgehensmodells werden die Schlüsselfaktoren der Transformation aus Phase 2 mit den Ergebnissen der Technologieanalyse aus Phase 1 verknüpft, um technologiebezogene Handlungsbedarfe für den Produktionsstandort und die Fokusindustrie zu identifizieren.

Zuvor sind weitere Zwischenauswertungen erforderlich, um die heterogenen quantitativen und qualitativen Ergebnisse der Phasen 1 und 2 miteinander in Beziehung setzen zu können. Eine Übersicht über die durchzuführenden Schritte ist im Ergebnismodell in Abbildung 15 dargestellt. Darin werden die technologiebezogenen Ergebnisse und die Ergebnisse der Szenarioanalyse in den Schritten 3.1 bis 3.3 zunächst getrennt voneinander aufbereitet. Durch die Zusammenführung der Analyseperspektiven in Schritt 3.4 werden schließlich technologiefeldspezifische Handlungsmaßnahmen erarbeitet.

6.2.3.1 Schritt 3.1 | Bewertung der Technologiefelder

Schritt 3.1 baut zunächst auf den Ergebnissen der Technologie- und Kompetenzanalysen aus Phase 1 auf. Ziel dieses Schrittes ist es, die Ergebnisse aus E1.2 und E1.3, bestehend aus den Kompetenzbewertungen und den Modellrechnungen zu den realisierbaren Wertschöpfungs-/Beschäftigungspotenzialen, zusammenzuführen, um daraus grundsätzliche Strategien für die betroffenen Komponenten abzuleiten. Dabei soll die Frage geklärt werden, wie mit spezifischen Technologiefeldern weiter zu verfahren ist, z. B. im Sinne des Auf- oder Abbaus von Forschungsförderungen in öffentlich geförderten Forschungsprojekten.

Schritt 3.1 gliedert sich damit in folgende, in Abbildung 35 dargestellte Teilaufgaben.

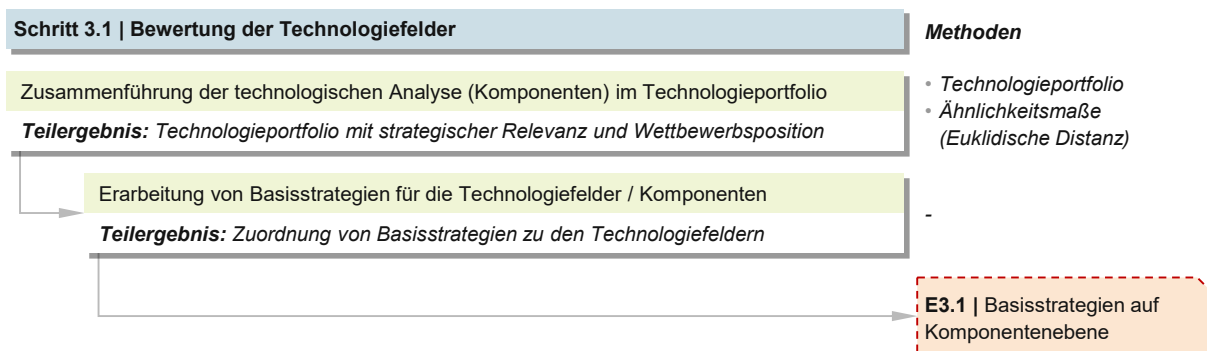


Abbildung 35: Schritt 3.1 | Teilaufgaben und Methodenbasis

Aufgabe: Zusammenführung der technologischen Analyse (Komponenten) im Technologieportfolio

Methodisch basiert die Zusammenführung auf der in Kapitel 3.2.1 vorgestellten Technologieportfolioanalyse nach Pfeiffer. Dabei werden die strukturierten Komponenten (z. B. Verbrennungsmotor, Elektromotor, etc.) entlang der Achsen „Strategische

Relevanz“ und „Wettbewerbssituation“ im Portfolio eingeordnet. Entsprechend der Kompetenzerhebung in Phase 1 wird die Achse „Wettbewerbssituation“ im Portfolio durch die Achse „Kompetenzsituation“ ersetzt. Nachfolgend wird beschrieben, wie sich die beiden Achsen im Portfolio zusammensetzen:

Die „Strategische Relevanz“ der Komponenten beziehungsweise Technologiefelder wird auf Basis der errechneten Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale aus Schritt 1.2 bestimmt. Die Relevanz, nach welcher die Komponenten im Portfolio eingetragen werden, ergibt sich dabei aus der Kombination zweier Werte:

- **Wertschöpfungs- und Beschäftigungsänderungen (Delta):** Das Hauptergebnis von Schritt 1.2 spiegelt sich in den prognostizierten Veränderungen der Wertschöpfung und Beschäftigung wider, wie sie in Abbildung 20 dargestellt sind, aufgeschlüsselt nach Komponenten. Diese Potenziale verdeutlichen, in welchen Komponenten die größten Auswirkungen auf die Beschäftigung erzielt werden können. Im Rahmen von Schritt 1.2 wurden diese Potenziale bereits auf Werte zwischen 0 und 1 normiert (Abbildung 22), um ihre Relevanz entlang einer Skala von "niedriger" bis "hoher" Bedeutung darzustellen.
- **Absolute Wertschöpfung und Beschäftigung:** Bei der Bewertung der strategischen Relevanz der Komponenten im Portfolio wird zusätzlich die absolute Wertschöpfung bzw. Beschäftigung berücksichtigt. Diese soll eine Relativierung nach den für den Standort quantitativ wichtigsten Komponenten gewährleisten. Bei einer ausschließlichen Betrachtung der oben genannten Beschäftigungsänderungen könnte Komponenten eine sehr geringe strategische Bedeutung beigemessen werden, obwohl sie auch im Zukunftsszenario noch eine hohe Anzahl an Arbeitsplätzen binden. Die absoluten Wertschöpfungs- bzw. Beschäftigungszahlen liegen ebenfalls in Abbildung 22 bereits in normierter Form zwischen 0 und 1 vor.

Die Kennzahl „Strategische Relevanz“ der Komponenten wird damit aus dem arithmetischen Mittel der oben beschriebenen Kennzahlen berechnet. Damit werden sowohl Wertschöpfungs- und Beschäftigungsänderungen als auch absolute Wertschöpfungs- und Beschäftigungszahlen gleich gewichtet. Aus dem arithmetischen Mittel wird wiederum für jede Komponente ein Wert zwischen 0 und 1 abgeleitet und entlang der Achse von "geringer" bis "hoher" Bedeutung aufgetragen.

Die „Kompetenzsituation“ der Komponenten beziehungsweise Technologiefelder als zweite Achse des Portfolios wird ebenfalls auf Basis zweier Werte berechnet. In Kapitel 6.2.1.3 wurde bereits analysiert, dass die Kompetenzen und Wettbewerbsvorteile der Industrie nicht allein aus den technologischen Fähigkeiten der einzelnen Unternehmen resultieren. Gleichmaßen wichtig sind lokale Standortbedingungen wie die Innovationsfähigkeit, das Vorhandensein funktionierender Wertschöpfungsnetzwerke und qualifizierter Fachkräfte oder die Mitbestimmung im politischen System. Die

„Kompetenzsituation“ für das Technologieportfolio ergibt sich damit aus folgenden Werten:

- **Technologische Kompetenz auf Komponentenebene:** Im Rahmen von Schritt 1.3 wurden die Kompetenzen der Industrie entsprechend der strukturierten Komponenten aufgenommen. Diese wurden ebenfalls mit Hilfe einer Likert-Skala in ein standardisiertes Format überführt, so dass die Komponenten entlang der Achsen in das Portfolio eingetragen werden können.
- **„FIT“ der Technologieanforderungen und Standortgegebenheiten:** Als zweite Dimension der Achse „Kompetenzsituation“ werden, wie oben angeführt, die Standortbedingungen berücksichtigt. Als Grundlage hierfür wurden in Schritt 1.2 die technologischen Anforderungen der Komponenten und in Schritt 1.3 die realen Standortbedingungen nach dem gleichen adaptierten Standortfaktorenmodell nach Kinkel und Zanker (2007) aufgenommen. Diese Ergebnisse werden mit Hilfe von Ähnlichkeitsmaßen zueinander in Relation gesetzt, um den „FIT“ der Komponenten zu den Standortgegebenheiten zu erheben. Dabei wird eruiert, welche Komponenten sich aus Sicht erzielbarer Wettbewerbsvorteile am besten für eine Produktion am Standort eignen.

Es bleibt zu definieren, nach welchem Ähnlichkeitsmaß die technologischen Anforderungen sowie die Standortbedingungen zueinander bewertet werden. Im Rahmen der multivariaten Statistik stehen dazu diverse Maße zur Verfügung. In Kapitel 3.2.2 wurde beispielsweise der Jaccard-Koeffizient angeführt, welcher bei Mun et al. (2019) dazu verwendet wird, um die Ähnlichkeit von Geschäftsfeldern zwischen Unternehmen zu vergleichen.⁴⁴⁴ Der Koeffizient berücksichtigt nur direkt übereinstimmende Merkmale und eignet sich daher insbesondere für binäre Maße.⁴⁴⁵ Stimmen die Merkmale aufgrund unterschiedlicher Bewertungen auf der Likert-Skala nicht überein, werden diese Merkmale vernachlässigt. Für das Vorgehensmodell ist dieser Ansatz nicht geeignet, da auch die Differenz zwischen Standortanforderung und Erfüllungsgrad berücksichtigt werden soll. Zur Bewertung der Ähnlichkeit können stattdessen Distanzmaße verwendet werden, die den Abstand im reellen Zahlenraum zwischen den „Vektoren“ messen. Das wichtigste metrische Distanzmaß ist die Euklidische Distanz, die auch auf einfachen trigonometrischen Berechnungen beruht und einen paarweisen Vergleich der Merkmale ermöglicht.⁴⁴⁶ Mit zwei Merkmalen und dem Satz von Pythagoras wird die Distanz zwischen zwei Objekten, also die Strecke $\overline{O12}$ berechnet mit:

$$(\overline{O12})^2 = (y_{A1} - y_{A2})^2 + (y_{B1} - y_{B2})^2 \quad (1)$$

⁴⁴⁴ vgl. Mun et al. 2019, S. 146ff.

⁴⁴⁵ vgl. Leyer und Wesche 2007, S. 49.

⁴⁴⁶ vgl. Leyer und Wesche 2007, S. 51.

In einem multidimensionalen Raum mit n Variablen (den Standortfaktoren nach Kinkel und Zanker (2007)) kann die Euklidische Distanz mit folgender, verallgemeinerter Formel als Summe aller quadrierten Häufigkeitsdifferenzen über alle Faktoren berechnet werden:⁴⁴⁷

$$De_{1,2} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (y_{1k} - y_{2k})^2} \quad (2)$$

Der „FIT“ von Technologieanforderungen und realen Standortbedingungen wird daher durch eine Distanzmessung erhoben, wobei mit Hilfe der Euklidischen Distanz sowohl eine Unterqualifizierung als auch eine Überqualifizierung des Standortes für die Produktion der Komponenten berücksichtigt wird. Zum besseren Verständnis ist die Berechnung der Ähnlichkeitsprofile in Abbildung 36 skizziert.

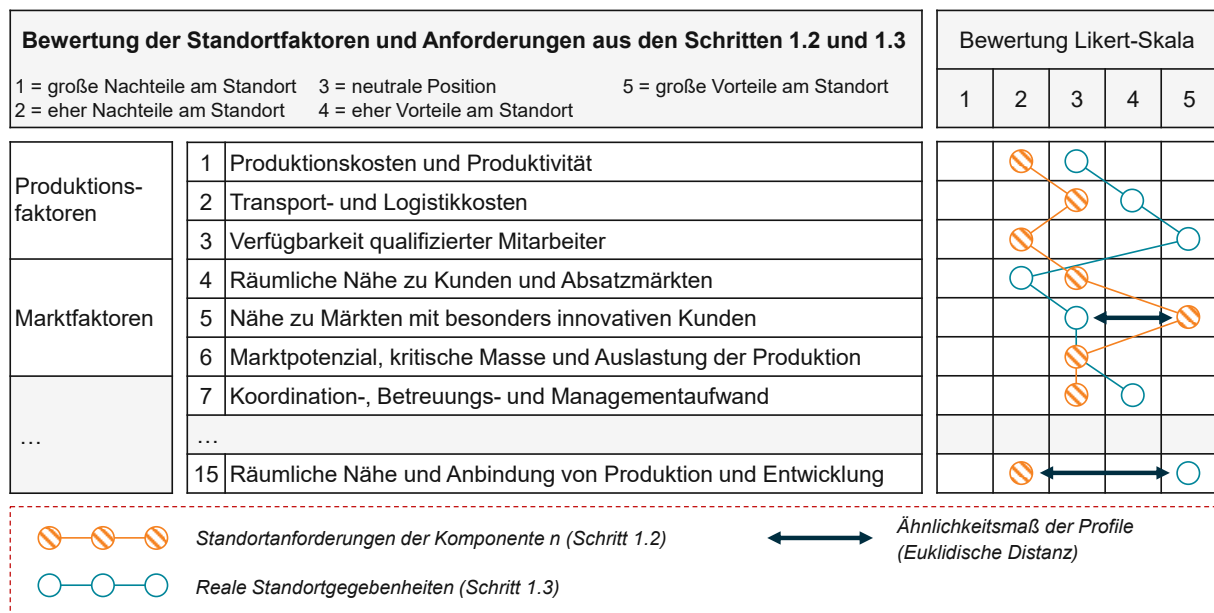


Abbildung 36: Ähnlichkeitsprofil der Standortanforderungen und -gegebenheiten

Die „Kompetenzsituation“ berechnet sich analog zur Achse „Strategische Relevanz“ aus dem arithmetischen Mittel der technologischen Kompetenz auf Komponentenebene und den oben berechneten, normierten „FIT“ der technologischen Anforderungen und realen Standortbedingungen. Somit werden beide Faktoren im Portfolio gleich gewichtet.

Entsprechend der oben beschriebenen Achsen „Strategische Relevanz“ und „Kompetenzsituation“ werden die Komponenten nach ihrer Bewertung in das Portfolio eingetragen. Das Portfolio ist in Abbildung 37 dargestellt.

⁴⁴⁷ vgl. Leyer und Wesche 2007, S. 51.

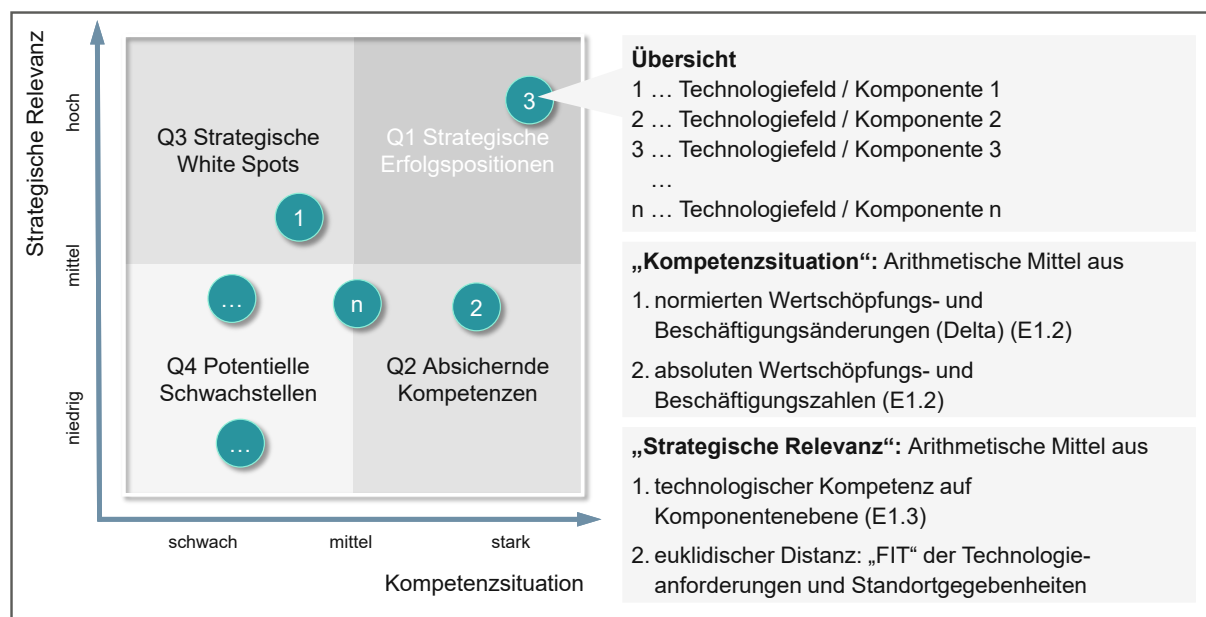


Abbildung 37: E3.1 | Technologieportfolioanalyse der betrachteten Komponenten

Als Teilergebnis dieser Aufgabe liegt entsprechend Abbildung 37 ein Technologieportfolio mit der Einordnung der Komponenten nach der strategischen Relevanz, Wettbewerbsposition und dem „FIT“ zu den Standortanforderungen vor.

Aufgabe: Erarbeitung von Basisstrategien für die Komponenten / Technologiefelder

Durch die Einordnung der Technologiefelder bzw. Komponenten in die Quadranten des Technologieportfolios lassen sich grundsätzliche Strategien für die Herangehensweise an die Komponenten ableiten. So werden in den Quadranten führende Technologiepositionen der Fokusindustrie ebenso transparent dargestellt wie potenzielle White Spots oder Innovationsnischen. Aus Abbildung 37 ergibt sich eine Einteilung in folgende Quadranten:⁴⁴⁸

- **Q1 | Strategische Erfolgspositionen:** Technologiefelder, in welchen die betrachteten Unternehmen eine führende Position einnehmen, beziehungsweise die zukünftige Relevanz als hoch einzustufen ist, werden als strategische Erfolgspositionen gekennzeichnet.
- **Q2 | Absichernde Kompetenzen:** Als solche werden Technologiefelder bezeichnet, in welchen die betrachteten Unternehmen eine führende Position einnehmen, die zukünftige Relevanz aber geringer eingeschätzt wird.
- **Q3 | Strategische White-Spots:** Technologiefelder, welchen eine hohe Relevanz beigemessen wird, die Kompetenz des Wirtschaftszweigs aber im internationalen Vergleich unterlegen ist, werden als White-Spots bezeichnet.

⁴⁴⁸ vgl. Gausemeier et al. 2019a, S. 250.

- **Q4 | Potenzielle Schwachstellen:** Im letzten Quadranten werden Technologiefelder zusammengefasst, in denen die Fokusindustrie dem Wettbewerb zwar unterlegen ist, den Feldern aber nach den errechneten Potenzialen nur eine geringe zukünftige Bedeutung attestiert wird.

Aus den Portfolioquadranten lassen sich grundsätzliche Handlungsstrategien ableiten, die als Grundlage für die Eingrenzung und Bewertung der Handlungsempfehlungen dienen. Während z. B. bei strategischen Erfolgspositionen zu prüfen ist, ob Technologiefelder ggf. einer verstärkten Weiterentwicklung bedürfen, um die Wettbewerbsposition zu halten, sollten potenzielle Schwachstellen im Zeitverlauf kritisch im Hinblick auf Veränderungen der Marktentwicklung beobachtet werden. Ein besonderes Augenmerk sollte auf identifizierte "White Spots" gelegt werden, um den Aufbau von F&E-Know-how und die Ansiedlung strategisch wichtiger Wertschöpfungsketten durch die Platzierung wirksamer Instrumente zu unterstützen.⁴⁴⁹ Die Bewertung der technologischen Basis ermöglicht im weiteren Verlauf eine Priorisierung der Handlungsempfehlungen, sodass die vorhandenen Ressourcen und Mittel bestmöglich auf die erfolgversprechendsten Zukunftsfelder konzentriert werden können.

Entsprechend ihrer Positionierung im Technologieportfolio werden den Komponenten die Attribute Q1 bis Q4 zugeordnet. Diesen liegen, wie oben beschrieben, unterschiedliche Grundstrategien zugrunde, die in Schritt 3.4 bei der Erarbeitung von Handlungsempfehlungen berücksichtigt werden.

E3.1 | Ergebnis des Schrittes 3.1 „Bewertung der Technologiefelder“ ist somit ein Technologieportfolio nach Abbildung 37 und eine Liste mit der Zuordnung der Attribute Q1 bis Q4 zu den Komponenten mit dahinterliegenden Strategien für den weiteren Umgang mit diesen Komponenten.

6.2.3.2 Schritt 3.2 | Gap-Analyse der Schlüsselfaktoren

Analog zur Bewertung der Technologiefelder erfolgt in Schritt 3.2 eine vertiefende Analyse der Schlüsselfaktoren aus Phase 2. Nachdem in Phase 2 die wichtigsten Schlüsselfaktoren für die Gestaltung der Transformation systematisch erarbeitet wurden, ist eine Bewertung im Kontext der aktuellen Situation notwendig, um Handlungsbedarfe zu identifizieren. Handlungsbedarfe ergeben sich aus dem Abgleich der Ist-Situation mit dem Anforderungsprofil auf Basis der aufgestellten Szenarien. In Abbildung 38 sind die Teilaufgaben zum Schritt 3.2 dargestellt.

⁴⁴⁹ vgl. Gausemeier et al. 2019a, S. 251f.

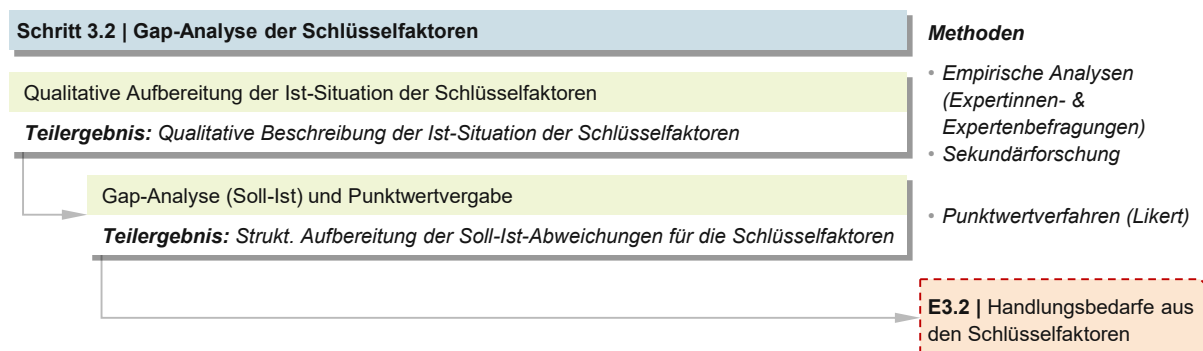


Abbildung 38: Schritt 3.2 | Teilaufgaben und Methodenbasis

Zunächst werden allgemeine Informationen über den Ist-Zustand der Schlüsselfaktoren gesammelt. Um eine Bewertung zu generieren, werden diese anschließend den gewünschten Soll-Zuständen gegenübergestellt, die sich aus den Szenarien und den zugehörigen Projektionen aus Schritt 2.4 ergeben.

Aufgabe: Qualitative Aufbereitung der Ist-Situation der Schlüsselfaktoren

Aufgrund der heterogenen Zusammensetzung der Schlüsselfaktoren, die von der Ausgestaltung der Produktionsfaktoren über nationale Regulierungen bis hin zu den Strategien der Wertschöpfungspartner reichen, ist ein idealer und individueller Methodenmix in Abhängigkeit von den definierten Schlüsselfaktoren anzuwenden. Gemäß Kapitel 3.2.3 bieten sich beispielsweise Indikatorensysteme an, um Daten zur Wirtschaftsleistung, zum Bildungs- und Humankapital oder zu öffentlichen und privaten Investitionen auszuwerten⁴⁵⁰ oder die Leistungsfähigkeit von Innovationssystemen im internationalen Vergleich zu bewerten.⁴⁵¹ Für statistisch schwer erfassbare oder messbare Sachverhalte bieten sich vertiefende Expertinnen- und Expertenbefragungen an.

Unter Verwendung der angeführten Methoden werden im Rahmen des Schrittes 3.2 Informationen zur Bewertung der Schlüsselfaktoren zusammengetragen.

Das Teilergebnis dieser Aufgabe ist somit eine qualitative Beschreibung der Ist-Situation der Schlüsselfaktoren. Die Beschreibung muss eine ausreichende Informationstiefe enthalten, um einen Vergleich mit dem Soll-Zustand zu ermöglichen.

Aufgabe: Gap-Analyse (Soll-Ist) und Punktwertvergabe

Die qualitative Beschreibung wird mit dem Soll-Zustand verglichen und bewertet. Als Soll-Zustand bzw. Benchmark gelten die Zukunftsprojektionen, die den „gewünschten“ Szenarien aus Schritt 2.4 untergeordnet sind.

Bezogen auf den potenziellen Schlüsselfaktor „Fachkräfte“ und die mögliche Projektion „Österreich kann den Bedarf an Fachkräften im Bereich neuer Antriebstechnologien bzw. zu spezifischen Themenschwerpunkten decken“ wird bewertet,

⁴⁵⁰ vgl. Goebel et al. 2008, S. 328ff.

⁴⁵¹ vgl. Europäische Kommission 2022a.

inwieweit diese Anforderung auf Basis der erhobenen qualitativen Informationen derzeit als erfüllt angesehen werden kann. Die Bewertung liefert damit Auskunft, ob dringender Handlungsbedarf zur Umsetzung der Szenarien besteht.

In Anlehnung an Schritt 1.2 wird die Bewertung mittels semiquantitativer Punktwerte in ein standardisiertes Format gebracht und mit Hilfe von Likert-Skalen bewertet. Auf diese Weise können quantitative (z. B. indikatorenbasierte) Bewertungsgrundlagen mit qualitativen (z. B. interviewbasierten) Ergebnissen kombiniert werden. Die Bewertung ist in Abbildung 39 dargestellt.

Bewertung der Soll-Ist-Abweichungen der Schlüsselfaktoren zu den Projektionen 0 = kein Handlungsbedarf 1 = mittlerer Handlungsbedarf 2 = hoher Handlungsbedarf	Bewertung Likert-Skala			Bewertung auf Basis <ul style="list-style-type: none"> ▪ empirischer Analysen (Expertinnen- & Expertenbefragungen) ▪ Sekundärforschung ▪ ökonomischer Indikatoren ▪ ...
	0	1	2	
Schlüsselfaktor 1			X	hoher Handlungsbedarf ⚡
Schlüsselfaktor 2				
Schlüsselfaktor 3			X	kein Handlungsbedarf ✓
...				
Schlüsselfaktor n	X			

Abbildung 39: E3.2 | Gap-Analyse (Soll-Ist) der Schlüsselfaktoren

E3.2 | Als Ergebnis des Schrittes 3.2 „Gap-Analyse der Schlüsselfaktoren“ liegt gemäß Abbildung 39 eine Bewertung der Soll-Ist-Abweichungen für die Schlüsselfaktoren vor, aus welcher der bestehende Handlungsbedarf abgeleitet wird.

Entsprechend dem in Abbildung 15 dargestellten Ergebnismodell dient E3.2 als Grundlage für den nachfolgenden Schritt 3.3, in dem auf Basis der identifizierten Bedarfe geeignete Handlungsoptionen erarbeitet werden.

6.2.3.3 Schritt 3.3 | Erarbeitung allgemeiner Handlungsoptionen

Frei von technologischen Restriktionen wird auf Basis der Gap-Analyse eine Erarbeitung allgemeiner Handlungsoptionen der Schlüsselfaktoren angeschlossen. Ziel dieses Ansatzes ist es, einen breiten Pool von Handlungsmaßnahmen für öffentliche Entscheidungsträgerinnen und -träger zu schaffen, aus dem in weiterer Folge relevante Instrumente zur Schließung der identifizierten Bedarfe abgeleitet werden können (Abbildung 41). Damit wird die Grundlage für eine aktive Gestaltung des transformativen Wandels geschaffen.

Schritt 3.3 besteht daher aus der folgenden, in Abbildung 40 dargestellten Aufgabe, in der eine größere Auswahlliste (*Longlist*) von Handlungsoptionen erstellt wird.

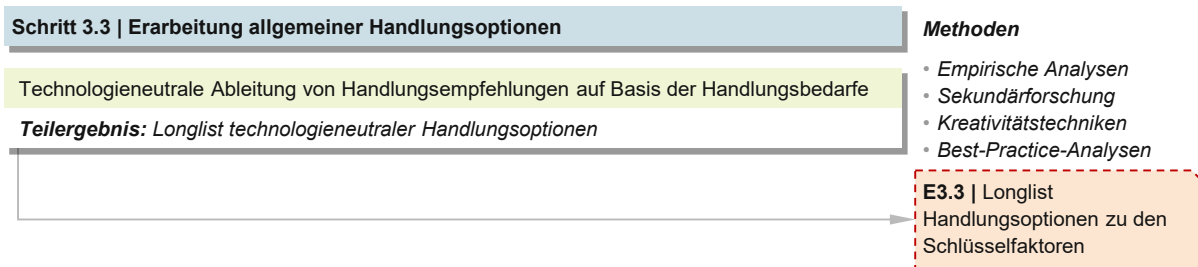


Abbildung 40: Schritt 3.3 | Teilaufgaben und Methodenbasis

Entsprechend der in Kapitel 2.1.4 spezifizierten Erfolgsfaktoren liegen die Gestaltungsmöglichkeiten des Wandels thematisch vor allem in den Bereichen der Ordnungs- und Strukturpolitik, Innovations- und Technologiepolitik oder auch der Gestaltung von Infrastrukturen und Netzwerken etc.

Zur strukturierten Maßnahmenenerhebung werden die identifizierten Handlungsbedarfe aus den Soll-Ist-Vergleichen aus Schritt 3.2 herangezogen. Für die Schlüsselfaktoren, für die ein hoher Handlungsbedarf identifiziert wurde, werden Maßnahmen abgeleitet, um dem Handlungsbedarf zu begegnen.

Die Erarbeitung erfolgt dabei teilstrukturiert in kreativen Denkprozessen, in denen versucht wird, auf Basis der vorhandenen Bewertungsgrundlagen Ideen für Handlungsmaßnahmen zu entwickeln. Methodisch unterstützen Kreativitätstechniken wie Brainstorming, Gruppendiskussionen und Workshops die Identifikation relevanter Maßnahmen. Für Expertinnen- und Expertengespräche bieten sich vor allem Gespräche mit politischen Akteuren an, da diese die rechtlichen Rahmenbedingungen, die zur Verfügung stehenden Instrumente sowie die politischen Handlungsspielräume am besten kennen.

Methodisch zu empfehlen ist außerdem die Durchführung einer Best-Practice-Analyse: Technologische Branchentrends sind in der Regel nicht auf einen einzelnen Wirtschaftsstandort beschränkt, sondern lassen sich je nach Verteilung der jeweiligen Branche global verorten. So betrifft die Transformation zu elektrifizierten Antrieben nicht nur den Produktionsstandort Österreich, sondern gleichermaßen die europäischen Nachbarländer ebenso wie amerikanische und asiatische Volkswirtschaften. Dementsprechend müssen auch wirtschafts- und industriepolitische Instrumente nicht unbedingt neu oder innovativ sein. Ein Blick in andere Volkswirtschaften bietet sich daher an, um andernorts bestehende Maßnahmen zu identifizieren und auf ihre Übertragbarkeit auf den eigenen Standort zu prüfen. Für das Fallbeispiel „Transformation der österreichischen Automobilindustrie“ in Kapitel 7 bietet sich aufgrund der ähnlichen Unternehmenslandschaft, der Struktur der Wertschöpfungskette sowie der gleichen regulatorischen Basis der EU vor allem eine Analyse der europäischen Nachbarländer an.

Im Rahmen des Schrittes 3.3 wird daher eine *Longlist* von Handlungsoptionen nach den oben beschriebenen Methoden erarbeitet und zusammengestellt. Es ist sinnvoll, jeden Schlüsselfaktor entsprechend der Bewertung in Schritt 3.2 einzeln zu untersuchen. Da es auch Handlungsoptionen gibt, die für mehrere Faktoren relevant sein können, empfiehlt es sich, die Ergebnisse in einem Katalog festzuhalten, wie er z. B. in Abbildung 41 dargestellt ist.

Longlist Handlungsoptionen

Relevanz für Schlüsselfaktoren

Innovationspolitik – Förderung von Kooperationsbeziehungen		
H1	Innovations-Enabling von Unternehmen, z.B. durch Intermediäre	SF3, SF26
H2	Aufbau und Unterstützung von regionalen Netzwerkstrukturen, zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen	SF3, SF14, SF15
H3	Aufbau interregionaler Kooperationen mit innovationsstärkeren Regionen zur Initiierung von Ausbreitungseffekten	SF5
...
Hn	Flexibilisierung und Hybridisierung von Forschungsinfrastrukturen	SF3, SF7
Arbeitsmarkt- und Bildungspolitik		
...
Forschungs- und Technologiepolitik		
...

Abbildung 41: E3.3 | Ableitung allgemeiner Handlungsfelder auf Basis des Soll-Ist-Abgleichs

E3.3 | Als Ergebnis des Schrittes 3.3 „Erarbeitung allgemeiner Handlungsoptionen“ liegt nach Abbildung 41 eine technologieneutrale *Longlist* von Handlungsoptionen vor, mit denen die in Schritt 3.2 identifizierten Bedarfe adressiert werden können.

Die zunächst allgemein definierten Handlungsoptionen werden im nächsten Schritt auf spezifische Technologiefelder heruntergebrochen.

6.2.3.4 Schritt 3.4 | Ableitung von Handlungsmaßnahmen

In Schritt 3.4 erfolgt die Verknüpfung der bisher getrennt durchgeführten Technologie- und Wettbewerbsanalysen. Ziel dieses Vorgehens ist es, die in Schritt 3.3 definierten übergeordneten Handlungsoptionen mit den technologischen Basisstrategien aus Schritt 3.2 zu verknüpfen, um daraus detaillierte, auf konkrete Technologiefelder bezogene Maßnahmen abzuleiten. Auf diese Weise können beispielsweise qualifikationsbezogene Handlungsempfehlungen thematisch ausgestaltet und anhand der Basisstrategien priorisiert werden. Für die finale Erarbeitung von Maßnahmen sind nach Abbildung 42 zwei Aufgaben durchzuführen.

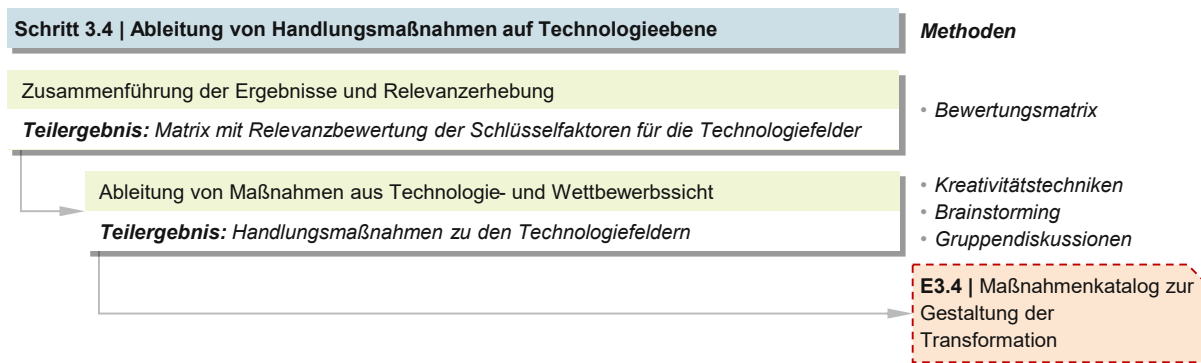


Abbildung 42: Schritt 3.4 | Teilaufgaben und Methodenbasis

Zunächst wird mit Hilfe einer Matrix die Relevanz der Schlüsselfaktoren für die einzelnen Technologiefelder überprüft. Dabei wird bewertet, ob die Handlungsoptionen im Hintergrund der Schlüsselfaktoren allgemeine Gültigkeit haben oder thematisch für einzelne Technologiefelder spezifiziert werden müssen. Anschließend erfolgt auf Basis der *Longlist* eine Überführung der Handlungsoptionen.

Aufgabe: Zusammenführung der Ergebnisse und Relevanzerhebung

Die Verknüpfung der Analyseergebnisse erfolgt in Abbildung 43 mit Hilfe einer Matrix, in der die Technologiefelder auf den Achsen den Schlüsselfaktoren gegenübergestellt werden. Für jede Kombination in der Matrix wird eine Bewertung und Einschätzung der Relevanz eines Schlüsselfaktors i in Bezug auf die spezifizierten Technologiefelder j vorgenommen. Die Bewertung erfolgt anhand einer dreistufigen Likert-Skala.

Die Bewertung der Relevanz der Schlüsselfaktoren zeigt, ob die in Schritt 3.3 identifizierten Handlungsoptionen (die auf Basis der Schlüsselfaktoren erarbeitet wurden) für bestimmte Technologiefelder von spezieller Relevanz sein können. Für Technologiefelder, die sich in einer frühen Phase des Innovationsprozesses befinden, ist die Relevanz z. B. für solche Schlüsselfaktoren als hoch einzustufen, die auf die Leistungsfähigkeit des Innovationssystems oder die Bedeutung räumlicher Netzwerke für die schnelle Entwicklung dieser Technologiefelder abzielen. Auf Basis dieser Relevanzbewertung können entsprechende Maßnahmen identifiziert und formuliert werden.

Wie groß ist die Relevanz des Schlüsselfaktors in der Zeile i für das Technologiefeld in der Spalte j? 0 = keine Relevanz 1 = mittlere Relevanz 2 = hohe Relevanz	Technologiefeld 1	Technologiefeld 2	Technologiefeld 3	...	Technologiefeld n
Schlüsselfaktor 1	0	1	2	...	1
Schlüsselfaktor 2	0	1	0	...	2
Schlüsselfaktor 3	1	2	0	...	0
...
Schlüsselfaktor n	2	2	1	...	2

Große Relevanz für einzelne Technologiefelder

Große Relevanz für alle Technologiefelder

Abbildung 43: Matrix zur Ableitung technologiespezifischer Maßnahmen

Teilergebnis dieser Aufgabe ist somit eine matrixbasierte Zusammenführung und Relevanzbewertung der Schlüsselfaktoren für die Technologie- und Komponentenfelder gemäß Abbildung 43. Diese Bewertung bildet die Grundlage für die Übertragung der Maßnahmen aus der zuvor erstellten *Longlist* auf spezifische Technologien.

Aufgabe: Ableitung von Maßnahmen aus Technologie- und Wettbewerbssicht

Die Zusammenführung der technologie- und wettbewerbsbezogenen Analysen in Abbildung 43 liefert eine breite Bewertungsgrundlage, mit welcher spezifische Handlungsmaßnahmen für einzelne Technologiefelder und Komponenten erarbeitet werden können. Dabei wird vor allem geprüft, ob sich Handlungsoptionen aus der *Longlist* aus Schritt 3.3 auf bestimmte Technologiefelder übertragen und ausdetaillieren lassen. Für einen strukturierten Ablauf wird empfohlen, mit den Kombinationen hoher Relevanz aus Abbildung 43 zu beginnen. Als Grundlage und Anregung für die Diskussionen und Erarbeitung von Maßnahmen dienen gemäß Abbildung 44 außerdem alle zuvor erzielten Teilergebnisse:

- **Technologieportfolio - Quadranten:** Nach der Einordnung in das Technologieportfolio ist beispielsweise ein besonderer Fokus auf Komponenten mit dem Attribut Q3 „White Spots“ zu legen. Hier sind z. B. Maßnahmen zu entwickeln, mit denen der Aufbau von F&E-Know-how und die Ansiedlung strategisch wichtiger Wertschöpfungsketten stimuliert werden kann. Bei strategischen Erfolgspositionen sind wiederum Maßnahmen relevant, mit welchen die Wettbewerbsposition gehalten werden können.
- **Soll-Ist-Bewertung:** Nach Schritt 3.2 ist besonderes Augenmerk auch auf Maßnahmen zu richten, die Schlüsselfaktoren mit einer großen Abweichung im Soll-Ist-Vergleich adressieren. Damit wird der Fokus auf akute Handlungsbedarfe gelegt.

Aus diesen Bewertungsgrundlagen wird ein Maßnahmenkatalog erstellt, der sowohl die Schlüsselfaktoren der Transformation als auch die spezifischen Technologiefelder berücksichtigt. Durch die Bewertung des Handlungsbedarfs im Soll-Ist-Vergleich werden auch Maßnahmen mit allgemeiner, komponentenunabhängiger Relevanz in den Maßnahmenkatalog aufgenommen.

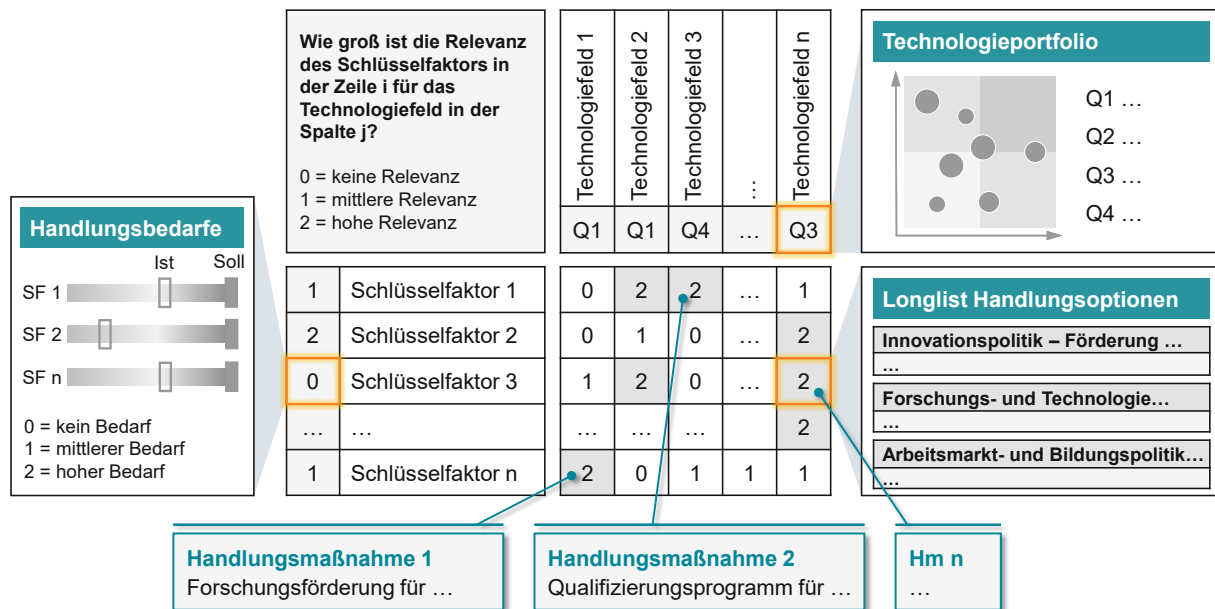


Abbildung 44: E3.4 | Ableitung von Handlungsmaßnahmen

E3.4 | Als Ergebnis des Schrittes 3.4 „Ableitung von Handlungsmaßnahmen“ liegt damit ein fertiger, auf einzelne Technologiefelder und Komponenten spezifizierter Maßnahmenkatalog zur Gestaltung der Transformation vor.

6.2.3.5 Schritt 3.5 | Bewertung und Kommunikation der Maßnahmen

Um eine zeitliche und ressourcenbezogene Priorisierung der Handlungsmaßnahmen zu ermöglichen, ist im letzten Schritt des Vorgehensmodells eine Bewertung und inhaltliche Aufbereitung der Maßnahmen vorzunehmen. Dazu werden gemäß Abbildung 45 zunächst die Bewertungsmetriken zur Darstellung der Prioritäten berechnet. Anschließend erfolgt die Aufbereitung der Maßnahmen im Maßnahmenportfolio. Optional können die Maßnahmen in Maßnahmensteckbriefen für die Kommunikation an die relevanten Stakeholder aufbereitet werden.

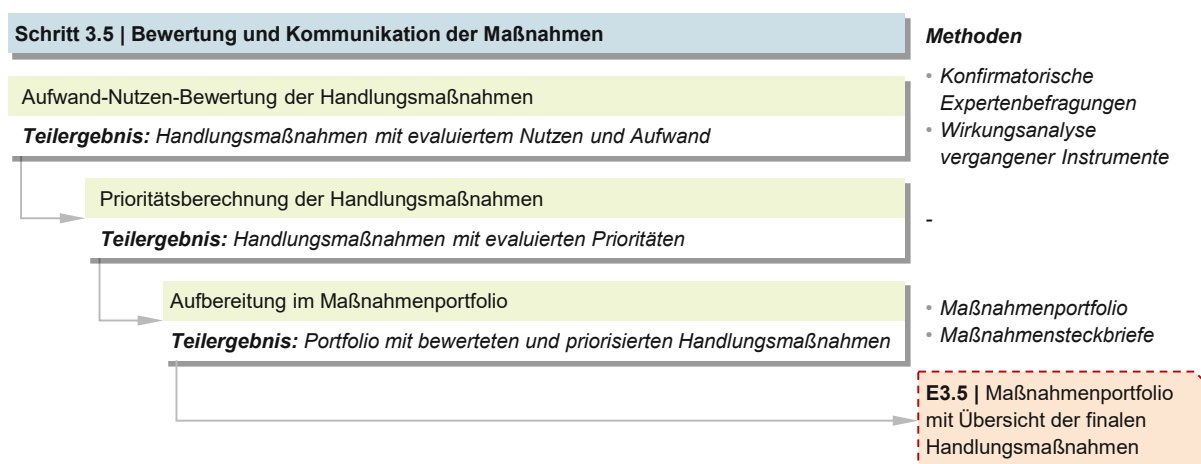


Abbildung 45: Schritt 3.5 | Teilaufgaben und Methodenbasis

Aufgabe: Aufwand-Nutzen-Bewertung der Handlungsmaßnahmen

Zu Beginn ist zu definieren, nach welchen Kriterien die Maßnahmen bewertet und aufbereitet werden sollen. Für die Bewertung stehen aus den bisherigen Teilergebnissen mehrere Berechnungsgrundlagen, wie etwa das Aktiv- und Relevanzmaß der Schlüsselfaktoren, die Gap-Analyse oder die Relevanz aus den Technologiequadranten zur Verfügung.

Eine für öffentliche Entscheidungsträgerinnen und -träger nicht zu vernachlässigende Bewertungsgröße ist der mit der Umsetzung der Maßnahmen verbundene Aufwand. Eine Aufwand-Nutzen-Analyse ermöglicht eine Differenzierung zwischen schnell umsetzbaren Quick-Wins und ressourcenintensiven, langwierigen Maßnahmen. Ressourcen können sich dabei sowohl auf den finanziellen Aufwand, z. B. für die Ausgestaltung von Förderinstrumenten mit Fördermitteln, als auch auf den Koordinationsaufwand beziehen. Im Maßnahmenportfolio soll daher mit Hilfe der beiden Achsen eine Aufwand-Nutzen-Analyse abgebildet werden.

Eine zentrale Herausforderung bei der Wirkungsanalyse von Politikmaßnahmen ist die genaue Quantifizierung der zu erwartenden wirtschaftlichen Effekte. Diese hängen von einer Vielzahl von zum Teil nicht beeinflussbaren Faktoren ab. Abhilfe bei der Wirkungsabschätzung schaffen retrospektive Analysen vergangener Instrumente auf Basis empirischer Analysen und Befragungen. In der Untersuchung nach Schneider (2021) wird beispielsweise eine Bewertung der Effekte der Covid-19-Investitionsprämie auf Basis von volkswirtschaftlichen, aber auch betrieblichen Leistungsgrößen durchgeführt.⁴⁵² Anhand solcher Analysen kann die Wirkung künftiger Investitionsanreize annähernd bemessen werden.

Den Herausforderungen entsprechend ist ein qualitativer Ansatz zur Aufwand-Nutzen-Analyse erforderlich. Neben der bereits dargestellten Orientierung an retrospektiven Bewertungen von Politikmaßnahmen bieten sich wiederum direkte Expertinnen- und

⁴⁵² vgl. Schneider et al. 2021b.

Expertenbefragungen an. Die Befragungen sollten sich nicht nur an politische Zielgruppen richten, sondern auch an Vertreterinnen und Vertreter von Industrieunternehmen, die als Begünstigte der Politikmaßnahmen den Nutzen bestimmter Instrumente aus eigener Erfahrung beurteilen können. Um ein effizientes Vorgehen zu gewährleisten, empfiehlt es sich, die Expertinnen- und Expertengespräche im Rahmen der dritten Phase des Vorgehensmodells zu bündeln. In einem Workshop mit Vertreterinnen und Vertretern der Industrie und politischen Akteuren können entsprechend der Prozessschritte 3.3 und 3.4 sowohl Handlungsfelder als auch Maßnahmen erarbeitet und hinsichtlich ihrer erwarteten Wirkung vorab bewertet werden. Die Ergebnisse können anschließend durch confirmatorische Expertinnen- und Expertenbefragungen validiert werden.

Mit Hilfe der genannten Methoden wird im Vorgehensmodell eine Aufwand-Nutzen-Analyse durchgeführt. Zur Systematisierung der Bewertung und Einordnung in das Maßnahmenportfolio bietet sich wiederum eine Aufbereitung in Form von Punktwerten und Likert-Skalen an. Diese lassen sich direkt auf den Achsen des Maßnahmenportfolios abbilden.

Als Teilergebnis dieser Aufgabe wird der in Schritt 3.4 erarbeitete Maßnahmenkatalog um eine Bewertung des damit verbundenen Aufwands und Nutzens der Maßnahmen auf Basis einer Likert-Skala ergänzt.

Aufgabe: Prioritätsberechnung der Handlungsmaßnahmen

Als dritte Dimension wird im Maßnahmenportfolio die Priorität der Maßnahmen berücksichtigt. Die Priorität kann durch die Größe der Maßnahme im Portfolio dargestellt werden. Je größer das Feld, desto höher die Priorität. Zur Berechnung der Priorität werden die bereits erzielten Ergebnisse herangezogen:

- **Relevanz der Schlüsselfaktoren (E2.2):** Zur Eingrenzung der Einflussfaktoren auf die relevantesten Schlüsselfaktoren wurden diese bereits in Prozessschritt 2.2 mit Hilfe einer Relevanzanalyse gegeneinander bewertet. Entsprechend dieser Bewertung erhalten Maßnahmen zu höher bewerteten Schlüsselfaktoren eine höhere Priorität.
- **Aktivitätsmaß der Schlüsselfaktoren (E2.2):** Mit Hilfe des Aktivitätsmaßes werden Schlüsselfaktoren und zugehörige Maßnahmen, die einen besonderen Einfluss auf andere Schlüsselfaktoren haben, priorisiert, wodurch Synergien genutzt werden können.
- **Bestehende Gaps der Schlüsselfaktoren (E3.2):** Eine höhere Gewichtung erhalten ebenso jene Maßnahmen, die Schlüsselfaktoren mit einer großen Differenz zwischen Zukunftsprojektion und heutigem Umsetzungsstand adressieren.

Zur Berechnung eines Prioritätsmaßes auf Basis dieser drei Metriken werden die quantitativen Bewertungen zunächst auf eine einheitliche Skala normiert. Die Berechnung des Prioritätsmaßes erfolgt dann durch einfache Mittelwertbildung der drei Metriken.

Als Teilergebnis dieser Aufgabe wird der in Schritt 3.4 erarbeitete Maßnahmenkatalog neben der Aufwand-Nutzen-Bewertung um eine Prioritätsbewertung ergänzt.

Aufgabe: Aufbereitung im Maßnahmenportfolio

Auf den Achsen des Portfolios werden in Anlehnung an eine Kosten-Nutzen-Analyse⁴⁵³ der bewertete Nutzen auf der x-Achse und der bewertete Aufwand auf der y-Achse eingetragen. Die Priorität der Handlungsfelder wird durch die Größe der Markierungen im Portfolio, gekennzeichnet. Das Maßnahmenportfolio ist in Abbildung 46 dargestellt.

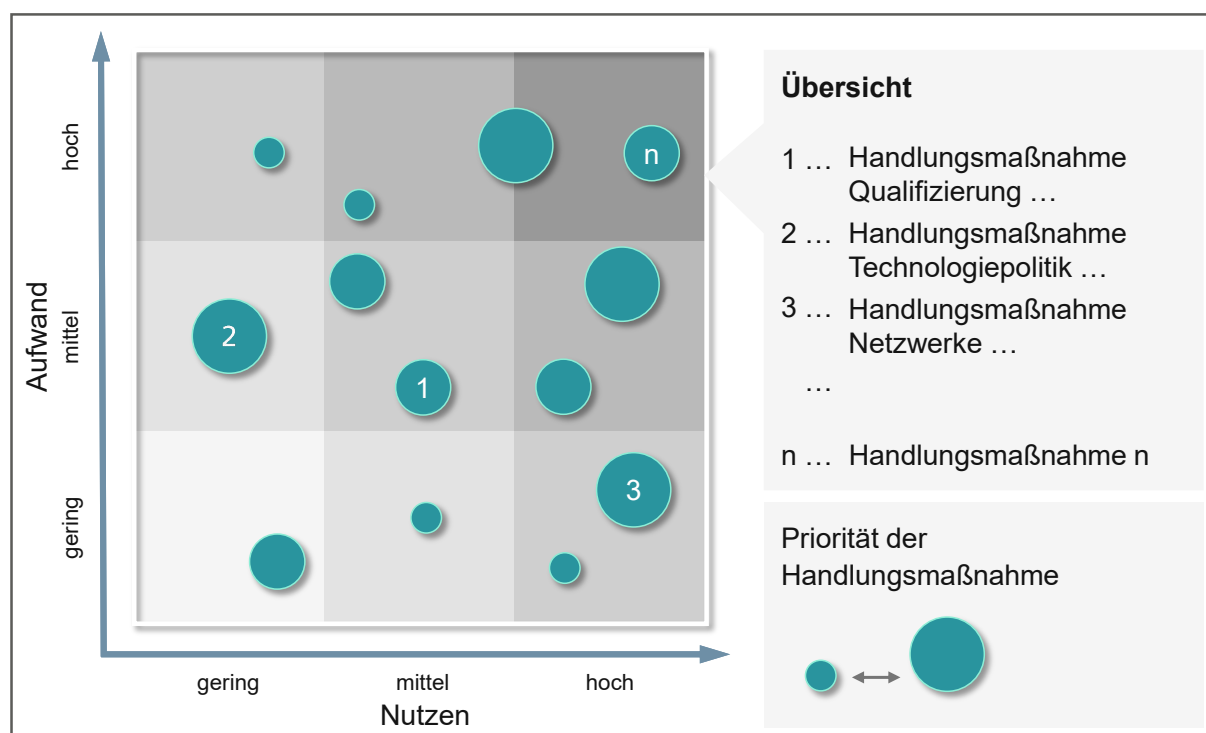


Abbildung 46: E3.5 | Portfolio der Handlungsmaßnahmen

Mit der transparenten Aufbereitung im Portfolio ist eine Priorisierung der Maßnahmen und Überführung in eine zeitliche Roadmap möglich. So sollten Maßnahmen mit hohem Nutzen und geringem Aufwand als Quick-Wins sofort angegangen werden.

Zur Darstellung und Kommunikation der Handlungsmaßnahmen können diese mit Hilfe von Steckbriefen abschließend aufbereitet und visualisiert werden.⁴⁵⁴ Die Steckbriefe sollten neben einer Zusammenfassung der Problemstellung eine genaue

⁴⁵³ vgl. Drews und Hillebrand 2010, S. 92ff.

⁴⁵⁴ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 140.

Beschreibung der Lösungsmaßnahme, der erwarteten Wirkung, der Adressaten bzw. der Ausgestaltung des Politikinstruments enthalten.

E3.5 | Das Endergebnis des Schrittes 3.5 „Bewertung und Kommunikation der Maßnahmen“ ist nach Abbildung 46 somit ein Portfolio von bewerteten und priorisierten Handlungsempfehlungen, mit dem die Maßnahmen in eine zeitliche Abfolge und Roadmap überführt werden können.

Mit dem Ergebnis E3.5 ist das Vorgehensmodell abgeschlossen. Der entscheidende Vorteil des Vorgehensmodells gegenüber den in Kapitel 2.3.3 verglichenen Arbeiten liegt in der transparenten und nachvollziehbaren Methodik der Maßnahmenableitung. Angesichts vielfältiger Einflussfaktoren wird die vorliegende Entscheidungsfrage, wie technologieinduzierte Transformationsprozesse unterstützt werden können, in viele kleine, aber beherrschbare Schritte und Teilaufgaben zerlegt und damit die Komplexität hinreichend reduziert.

Den durchführenden Personen liegt mit Abbildung 46 ein Katalog an Handlungsmaßnahmen vor, welcher auf Basis aktueller Bedarfe und unter Berücksichtigung technologischer als auch wettbewerbsbezogener Analysen erarbeitet wurde. Mit dem Ergebnis E3.5 sind das Themengebiet, die Art der Maßnahme und eine Abschätzung des verbundenen Nutzens und Aufwands aller Maßnahmen gegeben. Um diese in konkrete wirtschafts- und industriepolitische Instrumente zu überführen, ist im nächsten Schritt eine Ausgestaltung der Maßnahmen vorzunehmen. Neben der Definition der Rahmenbedingungen, beispielsweise der Festlegung von Förderberechtigten oder dem Bezugszeitraum von geplanten Förderungen, sind geeignete Kanäle (z. B. Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG) oder Institutionen festzulegen, über welche die Maßnahmen umgesetzt werden.

Dem *Design Science*-Ansatz folgend ist eine Validierung des Vorgehensmodells erforderlich, in der das entwickelte „Artefakt“ einer realen Problemstellung ausgesetzt und getestet wird. Um die Wirksamkeit aufzuzeigen, wird das Vorgehensmodell im folgenden Kapitel 7 auf das Fallbeispiel „Transformation der österreichischen Automobilindustrie“ angewendet.

7 Fallstudie der Arbeit

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die Grundstruktur des Phasenmodells einschließlich des Zusammenspiels der einzelnen Modellschritte und des Informationsbedarfs erarbeitet wurde, erfolgt nun die Anwendung des Modells auf das Fallbeispiel „Transformation der österreichischen Automobilindustrie“. Zunächst erfolgt eine Einführung in die Fallstudie mit einer vertieften Darstellung der Transformationsanforderungen der betroffenen produzierenden Unternehmen.

7.1 Einleitung in die Fallstudie

Die Automobilindustrie befindet sich inmitten eines umfassenden Veränderungsprozesses, der nach Meinung von Expertinnen und Experten als der größte Strukturwandel in der Geschichte dieser Industrie bezeichnet werden kann.⁴⁵⁵ Während Unternehmen mit den Auswirkungen der Covid-19-Pandemie, politischen Instabilitäten, Energiekrisen und stillstehenden Fabriken aufgrund mangelnder Verfügbarkeit von Chips und Komponenten zu kämpfen haben, führen insbesondere zwei Megatrends zu disruptiven Veränderungen in der gesamten Wertschöpfungskette: Digitalisierung und Dekarbonisierung.⁴⁵⁶

Die digitale Transformation wirkt sich gleichermaßen auf bestehende Vertriebskanäle, sowie dem Erscheinen neuer Mobilitätskonzepte und Geschäftsmodelle aus. So ist der Trend zum autonomen Fahren durch innovative Fahrerassistenzsysteme bereits in vollem Gange.⁴⁵⁷ Durch Anwendungen des Internets der Dinge (*Internet of Things*, IoT) entstehen Systeme, in denen Produkte und Dienstleistungen miteinander verknüpft werden, um einen möglichst hohen Mehrwert zu schaffen.⁴⁵⁸ Währenddessen beschleunigt die Dekarbonisierung des Straßenverkehrssystems die Entwicklung alternativer und elektrifizierter Antriebstechnologien. Durch Veränderung der Komponentenbasis kommt es zu einer Neudefinition strategischer Partnerschaften zwischen OEMs und Zulieferern, womit gleichzeitig die Markteintrittsbarrieren für neue Wettbewerber, insbesondere aus Asien, gesenkt werden.⁴⁵⁹ Um wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen Unternehmen ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in neuen Technologiefeldern umqualifizieren und neue Alleinstellungsmerkmale aufbauen.

Im Rahmen dieser Arbeit liegt der Fokus der Analyse auf der Elektrifizierung des Verkehrssystems und damit verbundener Transformationsanforderungen. Auswirkungen auf das Mobilitätsverhalten durch andere Makrotrends wie Carsharing und autonomes Fahren werden bewusst ausgegrenzt. Damit wird einerseits die

⁴⁵⁵ vgl. Dispan 2021, S. 10.

⁴⁵⁶ vgl. Sala et al. 2022, S. 6.

⁴⁵⁷ vgl. Gausemeier et al. 2019a, S. 14.

⁴⁵⁸ vgl. Gausemeier et al. 2019a, S. 136.

⁴⁵⁹ vgl. Sala et al. 2022, S. 6.

Komplexität so weit reduziert, dass relevante Schnittstellen und Umfeldeffekte transparent dargestellt werden können, andererseits ermöglicht die Fokussierung eine genaue Analyse der technologischen Auswirkungen auf bestehende Wertschöpfungsstrukturen.

Im Folgenden werden die Transformationsanforderungen infolge des steigenden Elektrifizierungsgrades umfassend dargestellt, um ein Grundverständnis für die Anwendung des entwickelten Vorgehensmodells und die Ergebnisvorstellung zu schaffen.

7.1.1 Transformationsanforderungen der Industrie

Der Verkehrssektor zählt in Österreich zu den größten CO₂-Emittenten. Im Jahr 2019 konnten diesem Sektor in Summe 31 Prozent des gesamten Treibhausgas-Ausstoßes (36 Prozent der gesamten CO₂-Emissionen) zugerechnet werden.⁴⁶⁰ Infolge des stetig ansteigenden Personen- und Güterverkehrs lagen die Emissionen im Jahr 2020 darüber hinaus um 76 Prozent höher als noch zum Stand 1990.⁴⁶¹

Vor diesem Hintergrund wurden in den letzten Jahren gesetzliche Rahmenbedingungen ins Leben gerufen mit dem Ziel, den CO₂-Fußabdruck des Verkehrssektors zu reduzieren. So wurde in der EU bereits im Jahr 2014 die Einigung erzielt, den Flottenverbrauch von Herstellern auf durchschnittlich 95 Gramm ausgestoßenen CO₂ pro Kilometer für 95 Prozent aller Neufahrzeuge bis 2020 zu reduzieren. Nach Verschärfungen im Jahr 2019 soll dieser Grenzwert bis zum Jahr 2030 stufenweise auf 59,4 Gramm reduziert werden. Hersteller, welche diese Flottengrenzwerte nicht erreichen, müssen mit Strafzahlungen rechnen.⁴⁶² Neben weiteren gesetzlichen Regulativen wie der Euro-7-Abgasnorm, die ab 2025 in Kraft treten soll, wurden im Rahmen des „Fit for 55“-Pakets eine Reihe an sektorübergreifenden Vorschlägen für EU-Rechtsvorschriften präsentiert, mit welchen der CO₂-Ausstoß der EU bis zum Jahr 2030 um mindestens 55 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 reduziert werden soll. Im Bereich der Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeuge ist vorgesehen, dass zur Erreichung der Ziele ab dem Jahr 2035 nur noch emissionsfreie Neuwagen in der EU zugelassen werden sollen.⁴⁶³ Nach Einigung der Mitgliedsstaaten am 28. März 2023 dürfen Neuwagen keine zusätzlichen Treibhausgase mehr ausstoßen und damit nicht mit Benzin oder Diesel betrieben werden. Eine Betankung mit synthetischen Kraftstoffen (sogenannten E-Fuels) ist möglich, für den regulären Betrieb soll eigens eine neue Fahrzeugkategorie geschaffen werden.⁴⁶⁴

⁴⁶⁰ vgl. Friesenbichler et al. 2021, S. 43.

⁴⁶¹ vgl. Anderl et al., S. 53.

⁴⁶² vgl. Friesenbichler et al. 2021, S. 43.

⁴⁶³ vgl. Rat der Europäischen Union 2023.

⁴⁶⁴ vgl. Bundeskanzleramt 2023.

Vor dem Hintergrund dieser wirtschaftspolitischen Entwicklungen wurden Investitionen in alternative und elektrifizierte Antriebstechnologien in den letzten Jahren stark verschärft.⁴⁶⁵ So sprechen auch die aktuellen Verkaufszahlen von Fahrzeugen mit elektrischen Antrieben eindeutig dafür, dass der Megatrend Elektromobilität angekommen ist.

Aufgrund unterschiedlicher Fahrzyklen, Kosten- und Effizienzfaktoren sowie der Verfügbarkeit alternativer Kraftstoffe und der Konkurrenz der Energieträger in den Wirtschaftssektoren haben sich unterschiedliche Entwicklungspfade der Antriebssysteme im Verkehrssektor herausgebildet,⁴⁶⁶ die von Hybridfahrzeugen über rein batterieelektrische Fahrzeuge bis hin zu Antrieben auf Basis von Brennstoffzellen und Wasserstoff reichen. Die Entwicklungen führen zu tiefgreifenden Veränderungen in der Branche und setzen Unternehmen unter Druck, die sich auf die Produktion von Komponenten und Fahrzeugen mit konventionellen Antrieben auf Basis fossiler Brennstoffe stützen.⁴⁶⁷

Die Veränderungsprozesse und Transformationsanforderungen sind vor allem technologisch bedingt: Batterieelektrische Fahrzeuge sind vom mechanischen Aufbau weniger komplex als konventionelle Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Während ein konventioneller Antriebsstrang aus ca. 1.500 Einzelteilen besteht, reduziert sich diese Zahl beim batterieelektrischen Antrieb auf ca. 250 Einzelteile.⁴⁶⁸ Gleichermaßen werden bei elektrischen Fahrzeugen andere Systeme und Komponenten benötigt als bei Verbrennungskraftmaschinen. Auf Systemebene sind die technologischen Veränderungen in Abbildung 47 für die wichtigsten Fahrzeugklassen (Internal Combustion Engine - ICE, Hybrid Electric Vehicle - HEV, Plug-in Hybrid Electric Vehicle - PHEV, Battery Electric Vehicle - BEV, Fuel Cell Electric Vehicle - FCEV) zusammengefasst.

⁴⁶⁵ vgl. Viñallonga et al. 2022, S. 34.

⁴⁶⁶ vgl. Viñallonga et al. 2022, S. 34.

⁴⁶⁷ vgl. Meyer et al. 2021, S. 830.

⁴⁶⁸ vgl. Roland Berger 2021, S. 9.

Komponenten	Antriebs- konzept	ICE	HEV	PHEV	BEV	FCEV
	Veränderung der Systeme					
Verbrennungsmotor	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Entfällt
Starter und Lichtmaschine	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Entfällt
Abgasanlage/ Luftsystem	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Modifiziert
Kraftstoffsystem	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Modifiziert
Getriebe	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert/ Entfällt	Modifiziert/ Entfällt
elektrische Antriebsmaschine	n.V.	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu
Batteriesystem für Antrieb	n.V.	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu
Leistungselektronik	n.V.	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu
Ladesystem intern	n.V.	n.V.	Neu	Neu	Neu	n.V.
Brennstoffzellentechnik	n.V.	n.V.	n.V.	n.V.	n.V.	Neu

Abbildung 47: Änderungen der Komponenten elektrischer Antriebe⁴⁶⁹

Infolge der gesetzlichen Vorgaben haben bedeutende Automobilhersteller angekündigt, die Produktion von Verbrennungsmotoren in den nächsten Jahren in der EU einzustellen.⁴⁷⁰ Die technologischen Veränderungen führen zu massiven Verschiebungen in der Wertschöpfungskette. Während sich der Fokus auf die Produktion und Beschaffung neuer Komponenten verlagert, verschieben sich die strategischen Wertschöpfungsbereiche auf andere Technologiefelder. Potenziale bieten sich beispielsweise im Rahmen der Batterieherstellung, die als Komponente für rund 40 Prozent der gesamten Wertschöpfung eines batterieelektrischen Fahrzeugs verantwortlich ist.⁴⁷¹

Durch die Verdrängung des konventionellen Verbrennungsmotors durch elektrische Antriebe stehen nicht nur OEMs, sondern vor allem auch etablierte Zulieferer unter Druck. Während OEMs weiterhin Fahrzeuge mit geänderten Antriebstechnologien montieren und verkaufen werden, befindet sich ein großer Teil der Zulieferer in langfristig auslaufenden Geschäftsfeldern. Die Transformation wird damit mit unterschiedlichen Strategien begegnet: Während OEMs mit der Bewerkstelligung der Variantenkomplexität beschäftigt sind und Produktionslinien und -werke für neue Antriebstechnologien ausrüsten müssen, liegen die Herausforderungen für Zulieferer im Umgang mit steigendem Kostendruck und der Diversifikation in neue Geschäftsfelder aufgrund auslaufender Lieferverträge.⁴⁷²

⁴⁶⁹ vgl. Frieske et al. 2022, S. 91.

⁴⁷⁰ vgl. Meyer et al. 2021, S. 835.

⁴⁷¹ vgl. Frieske et al. 2022, S. 92.

⁴⁷² vgl. Frieske et al., S. 160.

7.1.2 Risiko der Transformation für den Wirtschaftsstandort

Als grundsätzliche strukturelle Herausforderung ist die bisher starke Fokussierung der produzierenden Industrie in Österreich auf den traditionellen Verbrennungsmotor zu nennen. So kommen auch Kleebinder et al. (2019) zu dem Schluss, dass die österreichische Automobilwirtschaft noch nicht ausreichend auf den Strukturwandel hin zur Elektromobilität ausgerichtet ist und daher ohne weitere Maßnahmen Wertschöpfung und Arbeitsplätze verlieren wird.⁴⁷³ Damit ist die stattfindende Transformation auch aus Sicht der österreichischen Volkswirtschaft mit einem großen Risiko verbunden.

Bereits seit einigen Jahren nehmen die Verlagerungstendenzen produzierender Unternehmen zu. Dabei kann eine doppelte Internationalisierung der Betriebe beobachtet werden: Durch den Aufbau von Wertschöpfungsstufen in osteuropäischen Ländern versuchen die Unternehmen einerseits, dem Kostendruck durch niedrigere Lohnkosten auszugleichen. Andererseits ist durch Marktsättigung in Europa eine steigende Verlagerungswirkung zu zukünftigen, vor allem asiatischen Wachstumsmärkten zu beobachten.⁴⁷⁴ So sollen rund 80 Prozent des zukünftigen Wachstums in Märkten außerhalb Europas stattfinden.⁴⁷⁵

Speziell neue OEMs und Zulieferer aus China schöpfen aus der Neuordnung der Lieferketten sowie der Marktnähe Profit und etablieren sich zunehmend als ernsthafte Konkurrenten zu etablierten europäischen Unternehmen.⁴⁷⁶ Durch geringere Pfadabhängigkeiten vom Verbrennungsmotor wurde frühzeitig in die Fertigung von Schlüsselkomponenten elektrifizierter Fahrzeuge investiert, sodass sich im Jahr 2018 bereits 79 Prozent der gesamten Produktionskapazitäten für Batteriezellen in Asien befanden, während die EU gerade einmal auf 0,2 Prozent zurückgreifen konnte.⁴⁷⁷ Das Vorhandensein von Produktionskapazitäten und relevanter Infrastruktur fördert wiederum die Ansiedlung internationaler Top-Hersteller.⁴⁷⁸ Der Übergang zu elektrifizierten Antrieben erfordert damit neue Materialien und Komponenten, die neue Kritikalitäten und strategische Abhängigkeiten - insbesondere von asiatischen Unternehmen - schaffen.⁴⁷⁹

⁴⁷³ vgl. Kleebinder et al. 2019, S. 53.

⁴⁷⁴ vgl. Dispan et al. 2021, S. 162f.

⁴⁷⁵ vgl. Brown et al. 2021, S. 11.

⁴⁷⁶ vgl. Frieske et al. 2022, S. 89; Wolf 2021, S. 5.

⁴⁷⁷ vgl. Frieske et al. 2022, S. 103.

⁴⁷⁸ vgl. Ou et al. 2019, S. 754f.

⁴⁷⁹ vgl. Frieske et al. 2022, S. 89.

7.1.3 Implikationen für die Transformation

Mit etwa 41.393 direkten Beschäftigungsverhältnissen und einem erwirtschafteten Produktionswert von 16,6 Mrd. Euro⁴⁸⁰ bildet die Fahrzeugindustrie eine wichtige Säule der österreichischen Volkswirtschaft. Gesamtwirtschaftlich können fast 112.000 Arbeitsplätze der automotiven Zulieferbranche zugerechnet werden.⁴⁸¹ Die Gestaltung der Transformation und die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der produzierenden Industrie sind daher von zentraler Bedeutung, um Arbeitsplätze, Wirtschaftsleistung und damit Wohlstand in Österreich zu erhalten. Der Industriestandort Österreich kann auch in Zukunft eine wichtige Rolle als Innovationsmotor und Beschäftigungsgarant spielen, wenn die Chancen der Elektrifizierung genutzt werden.⁴⁸²

Sinkende Margen und zunehmende Verlagerungstendenzen werden nach allgemeiner Einschätzung den Produktionsstandort und die industrielle Wettbewerbsposition im globalen Vergleich zurückwerfen.⁴⁸³ Erschwerend kommt hinzu, dass vor allem kleine und mittlere Unternehmen infolge der Covid-19-Krise und der Chipkrise von einer erhöhten Schuldenlast betroffen sind.⁴⁸⁴ Es wird befürchtet, dass diese Unternehmen nicht über finanzielle Mittel für kostenintensive Transformationsprozesse verfügen.⁴⁸⁵ Auswertungen zeigen, dass erst ein kleiner Teil der heimischen Zulieferbetriebe von der Transformation zur Elektromobilität profitieren kann.⁴⁸⁶ Durch bestehende Multiplikatoreffekte ist auch die Transformation von Leitbetrieben in der Region von großer Bedeutung,⁴⁸⁷ welche in Krisenzeiten eher vor Produktionsverlagerungen ins Ausland stehen als KMU.⁴⁸⁸

Andere Autorinnen und Autoren sehen hingegen gesamtwirtschaftliche Wachstumspotenziale, wenn der technologische Wandel in der Industrie Einzug hält.⁴⁸⁹ Es stellt sich die Frage, mit welchen wirtschafts- und industriepolitischen Maßnahmen der technologische Wandel beschleunigt und gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie sichergestellt werden kann. Innovatives Handeln der Unternehmen allein reicht nicht aus, um die Transformation zu bewältigen. Staatliche Entscheidungsträgerinnen und -träger müssen die Rahmenbedingungen so gestalten, dass eine innovative und effiziente Produktion am Standort möglich ist, um international wettbewerbsfähig zu bleiben.⁴⁹⁰ Nach Kapitel 2.1 gilt es insbesondere in der Wissenschafts- und Innovationspolitik oder der Arbeitsmarkt- und Bildungspolitik

⁴⁸⁰ vgl. Fachverband der Fahrzeugindustrie 2022.

⁴⁸¹ vgl. Wirtschaftskammer Österreich (WKO) 2021, S. 4.

⁴⁸² vgl. Sala et al. 2022, S. 19.

⁴⁸³ vgl. Wolf 2021, S. 14; Dispan et al. 2021, S. 169; Puls et al. 2021, S. 20; RFTE 2021, S. 1.

⁴⁸⁴ vgl. Dispan et al. 2021, S. 166–167; Puls et al. 2021, S. 9.

⁴⁸⁵ vgl. Roland Berger 2021, S. 13.

⁴⁸⁶ vgl. Schneider et al. 2021a, S. 14.

⁴⁸⁷ vgl. Industriellenvereinigung (IV) 2019, S. 6.

⁴⁸⁸ vgl. Kinkel und Maloca 2009, S. 4.

⁴⁸⁹ vgl. Fredriksson et al. 2018, S. 18.

⁴⁹⁰ vgl. Schneider et al. 2018, S. 7; Fredriksson et al. 2018, S. 18.

wirksame Hebel zu platzieren, um den industriellen Transformationsprozess zu unterstützen und zu flankieren.

Für die Anwendung des Vorgehensmodells wird ein Betrachtungszeitraum bis zum Jahr 2035 festgelegt, ab dem nach den Vorgaben des „Fit for 55“-Pakets nur noch emissionsfreie Neuwagen in der EU zugelassen werden sollen.

7.2 Phase 1 | Analyse der Ausgangssituation & Transformationsbasis

Schritt 1.1 | Systemstrukturierung und -eingrenzung der Automobilindustrie

Nach der Vorstellung der ersten Phase des Vorgehensmodells in Kapitel 6.2.1 wird als Resultat von Schritt 1.1 eine Abgrenzung und Beschreibung des Wertschöpfungssystems der Fokusindustrie gemäß ÖNACE-Klassifikation, eine Beschreibung der Wirkungszusammenhänge im Wertschöpfungssystem sowie eine Auflistung und Beschreibung der relevanten Umfeldakteure und -einflüsse angestrebt. Nachfolgend werden die Ergebnisse entsprechend der spezifizierten Teilaufgaben dargestellt.

Aufgabe: Strukturierung des Wertschöpfungssystems der Fokusindustrie

Nach dem deutschen Verband der Automobilindustrie umfasst der Begriff „Automobilindustrie“ Hersteller von Kraftwagen und Motoren, Anhängern und Aufbauten sowie Hersteller von Kfz-Teilen und Zubehör.⁴⁹¹ Um den Analyseaufwand, insbesondere für die Modellrechnungen im Rahmen der Technikfolgenabschätzung, in Grenzen zu halten, ist eine weitere Abgrenzung erforderlich. So werden im Folgenden Kraftomnibusse (KOM) und Krafträder (Krad) vernachlässigt, da diese eine andere Komponentenstruktur aufweisen und somit separate Modellrechnungen erfordern würden. Im Rahmen der Analyse werden folgende Fahrzeugklassen berücksichtigt, die den größten und repräsentativen Anteil der österreichischen Wertschöpfung ausmachen:

- **Klasse M1:** Personenkraftwagen (Pkw)
- **Klasse N1:** Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von nicht mehr als 3.500 kg
- **Klasse N2:** Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3.500 kg und nicht mehr als 12.000 kg
- **Klasse N3:** Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 12.000 kg⁴⁹²

Entsprechend der Klassifikation der Wirtschaftszweige nach der ÖNACE-Systematik erfolgt anschließend eine Abgrenzung der betrachteten Unternehmen innerhalb dieser

⁴⁹¹ vgl. Wallentowitz et al. 2009, S. 1.

⁴⁹² vgl. oesterreich.gv.at - Österreichs digitales Amt 2023.

Wirtschaftszweige. Mit Hilfe der Abgrenzung können statistische Datensätze der Fokusindustrie für die späteren Modellrechnungen gewonnen werden. Aus den oben eingegrenzten Fahrzeugklassen wurden dazu relevante österreichische Hersteller mit Hilfe von Datenbanken recherchiert, um aus den Ergebnissen die adressierten Wirtschaftsklassen abzuleiten.⁴⁹³ Österreichische Hersteller im Umfeld der Fahrzeugklassen lassen sich repräsentativ folgenden in Tabelle 4 zusammengefassten ÖNACE-Klassen zuordnen.

ÖNACE	BEZEICHNUNG
22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren
24	Metallerzeugung und -bearbeitung
25	Herstellung von Metallerzeugnissen
26	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen
27	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen
29A	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen – betroffene Komponenten
29B	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen – Basisfahrzeug (unabhängig vom Antrieb)
62	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie

Tabelle 4: ÖNACE-Klassen im Betrachtungsrahmen

Aufgabe: Strukturierung des Umfelds und Analyse externer Einflüsse

Die Auswirkungen der Transformation ebenso wie betriebliche Reaktionsstrategien unterscheiden sich immens bezogen auf die Größe der Betriebe als auch der Positionierung in der Wertschöpfungskette. Eine nähere Eingrenzung und qualitative Beschreibung der Struktur der Automobilindustrie für den Standort Österreich ist daher eine essenzielle Voraussetzung.

Aufgrund der Vielzahl verfügbarer Publikationen, Studien und Untersuchungen zur Automobilindustrie, einschließlich der vorgestellten Methoden wie Input-Output-Analysen, SWOT-Analysen oder PEST-Analysen, basiert die Aufbereitung überwiegend auf einer Zusammenfassung der aktuellen Literatur. Aus Sicht der Umfeldanalyse wurde insbesondere der resultierende Einfluss ökologischer und politischer Vorgaben und in Folge technologischer Effekte in der Einleitung zur Fallstudie in Kapitel 7.1.1 ausreichend beschrieben. In Hinblick auf die Kundenstruktur wurde eine fortschreitende Verschiebung hin zu zukünftigen, vor allem asiatischen Wachstumsmärkten beschrieben,⁴⁹⁴ die für rund 80 Prozent des zukünftigen Wachstums verantwortlich sein werden.⁴⁹⁵ Die folgende Vertiefung widmet sich daher vor allem der Darstellung der Struktur der Automobilindustrie sowie der Schnittstellen und Wechselwirkungen innerhalb transnationaler Produktionsnetzwerke.

⁴⁹³ vgl. Gommel 2016, S. 51.

⁴⁹⁴ vgl. Dispan et al. 2021, S. 162f.

⁴⁹⁵ vgl. Brown et al. 2021, S. 11.

Nach Dispan (2021) kann die Automobilindustrie als vertikale Wertschöpfungskette dargestellt werden. Die erste Stufe umfasst Zulieferunternehmen, die sich weiter unterteilen lassen, z. B. in Teile-, Komponenten- und Systemlieferanten oder in Direktlieferanten (Tier-1) und Vorlieferanten (Tier-2, etc.). Die zweite Stufe enthält die eigentlichen Automobilhersteller, welche die Wertschöpfungskette als „Systemführer“ dominieren und die produkttechnischen und vermarktungsbezogenen Aktivitäten ausüben. Die dritte Stufe bildet der Kfz-Handel, d. h. die Unternehmen, die sich mit dem Vertrieb und der Wartung von Kraftfahrzeugen befassen. Das Ende der Wertschöpfungskette bilden die privaten und gewerblichen Kunden.⁴⁹⁶

Die Struktur der Automobilindustrie in Österreich unterscheidet sich grundlegend von jener in Nachbarländern wie Deutschland oder der Slowakei. Während in diesen Ländern vor allem die (Endmontage-)Werke der großen OEMs dominieren, basiert die österreichische Automobilindustrie auf einer starken Zulieferstruktur, die große Tier-1-Zulieferer mit lokalen Headquarters sowie Produktions- und F&E-Einrichtungen umfasst. Ein Großteil der Unternehmen der Automobilzulieferindustrie liefert direkt an die OEMs (69 Prozent) und Tier-1-Zulieferer (76 Prozent).⁴⁹⁷ Die große Bedeutung als Zulieferindustrie wird auch durch den von der WTO ermittelten *Global Value Chain Participation Index* unterstrichen, der die Vorwärts- und Rückwärtsverflechtung der produzierenden Industrie in globalen Wertschöpfungsketten berücksichtigt. Demnach liegt Österreich mit 47,8 Prozent der gesamten Bruttoexporte im Ländervergleich deutlich über dem Durchschnitt der Industrieländer und auch vor dem Nachbarland Deutschland mit 42,9 Prozent.⁴⁹⁸ Insgesamt werden derzeit rund 87 Prozent der in Österreich hergestellten Produkte exportiert, mehr als die Hälfte davon nach Deutschland - damit ist die Automobilproduktion ein wichtiger Bestandteil des exportorientierten österreichischen Wirtschaftsmodells. Nach dem Maschinenbau ist der gesamte Fahrzeugbau die Branche mit dem größten Exportvolumen.⁴⁹⁹

Während 90 Prozent des Produktionsvolumens in Österreich auf Großunternehmen entfallen, besteht die Unternehmenslandschaft insgesamt zu 67 Prozent aus Klein- und Mittelbetrieben. Aufgrund des günstigen Umfelds für kleine und mittlere Unternehmen konnten sich auch einige „Hidden Champions“ etablieren, die in ihren speziellen Branchen zu den Weltmarktführern zählen und ein weiteres wesentliches Unterscheidungsmerkmal zu benachbarten Niedriglohnperipherieländern wie der Slowakei darstellen.⁵⁰⁰

⁴⁹⁶ vgl. Dispan 2021, S. 16–17.

⁴⁹⁷ vgl. Schneider et al. 2018, S. 6f.

⁴⁹⁸ vgl. Adam et al. 2021, S. 42f.

⁴⁹⁹ vgl. Brunnengräber und Haas 2020, S. 416f; vgl. Schneider et al. 2021a, S. 10f.

⁵⁰⁰ vgl. Brunnengräber und Haas 2020, S. 419f.

Betrachtet man die Abhängigkeitsverhältnisse, so stehen acht der fünfzehn größten in Österreich produzierenden Unternehmen unter ausländischer Kontrolle, wobei der Sitz der Unternehmen vor allem in Deutschland (5), Kanada (2) und Großbritannien (1) liegt.⁵⁰¹ Die einzigen OEMs mit Konzernzentralen in Österreich sind der Motorrad- und Sportwagenhersteller KTM und der Automobilhersteller Steyr Automotive.⁵⁰²

Die Einbindung in europäische und globale Wertschöpfungsketten stellt aufgrund der Nähe zu den großen Partnerindustrien einen Standortvorteil dar, führt aber gleichzeitig zu hohen Abhängigkeiten von transnational agierenden Fahrzeugherstellern und Zulieferern, insbesondere im Hinblick auf Entscheidungskompetenzen und die strategische Ausrichtung der Produktionsstandorte. Im Hinblick auf den strukturellen Transformationsprozess betrifft dies vor allem die Wahl des Antriebsmixes, den Zeithorizont für den Umbau des Produktportfolios und die insbesondere mit der Elektromobilität einhergehenden Veränderungen in den Zulieferketten.⁵⁰³

Die Verflechtungen bestehen nicht nur innerhalb europäischer und globaler Wertschöpfungsketten, auch innerhalb Österreichs gibt es starke Kooperationseffekte: Demnach sichern branchenübergreifend rund 270 Leitbetriebe in Österreich durch Kooperationen mit KMU etwa das Zwei- bis Dreifache ihrer eigenen Produktion, Wertschöpfung und Arbeitsplätze. Nach aktuellen Erhebungen kooperiert jeder Leitbetrieb im Durchschnitt mit 800 verbundenen KMU.⁵⁰⁴

Aufgrund der hierarchischen Struktur der Wertschöpfungskette sind Zulieferunternehmen in ihrem Umfeld eher darauf ausgerichtet, die Anforderungen der OEMs zu erfüllen, als radikale Innovationen durch die Kombination neuer Wissensquellen zu realisieren. Diese Machtasymmetrien führen dazu, dass viele Unternehmen als Zulieferstandorte wenig Spielraum haben, mit neuen Ansätzen und Kooperationspartnern zu experimentieren.⁵⁰⁵ Andererseits profitieren österreichische Unternehmen in der Automobilindustrie von einem geringen Spezialisierungsgrad und damit geringen Abhängigkeiten. So sind die wenigen Tier-1-Zulieferer, die Teile exklusiv für die OEMs fertigen, von einem weit über die Branchengrenzen hinaus verzweigten Zuliefernetzwerk umgeben. Mit der Automobilindustrie verbundene Unternehmen finden sich in den Branchen Metallverarbeitung, Maschinenbau, Elektronik, Kunststoffverarbeitung, Textil- und Lederherstellung sowie im Dienstleistungssektor.⁵⁰⁶ Trotz der unterschiedlichen Struktur entfiel 2018 rund ein Viertel des gesamten Produktionswertes auf den Bereich Motoren und Getriebe.⁵⁰⁷

⁵⁰¹ vgl. Breitenfellner et al. 2018, S. 45.

⁵⁰² vgl. Brunnengräber und Haas 2020, S. 417.

⁵⁰³ vgl. Brunnengräber und Haas 2020, S. 419; Meyer et al. 2021, S. 833.

⁵⁰⁴ vgl. Industriellenvereinigung (IV) 2019, S. 3.

⁵⁰⁵ vgl. Pechlaner und Doepfer 2014b, S. 112.

⁵⁰⁶ vgl. Wolf 2021, S. 4f.

⁵⁰⁷ vgl. ConLabour 2023.

Mit der Abgrenzung der ÖNACE-Klassen und der Beschreibung des Wertschöpfungs-systems liegt das Ergebnis E1.1 vor. Auf Basis der getroffenen ÖNACE-Klassifikation wird im Folgenden der Rahmen für die technologische Analyse abgesteckt. Durch die Analyse von Schnittstellen und dominanten Systemelementen (z. B. bestehend aus Regulierungen, dominanten OEMs oder transnationalen Produktionsnetzwerken) wird die Basis für die Recherche von Einflussfaktoren auf die Fokusindustrie in Phase 2 geschaffen.

Schritt 1.2 | Technologische Analyse

Gemäß Abbildung 47 sind die Veränderungsprozesse durch den Wechsel der Antriebstechnologien und den damit verbundenen Bedeutungsverlust konventioneller Antriebskomponenten vor allem technologisch bedingt. Entsprechend der Modellbeschreibung in Kapitel 6.2.1.2 werden die Auswirkungen, Potenziale und Anforderungen im Rahmen einer quantitativen und qualitativen Analyse erfasst (siehe Abbildung 18). Als Ergebnis wird eine strukturierte Aufbereitung der Potenziale und Anforderungen auf Komponentenebene angestrebt, die als Input für die Ableitung von Handlungsstrategien in Phase 3 dient.

Aufgabe: Quantitative Analyse von Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenzialen

Mit der Entwicklung elektrifizierter Fahrzeugantriebe ändert sich die Produktion von Fahrzeugen und Fahrzeugkomponenten grundlegend. Hochkomplexe Komponenten wie Verbrennungsmotoren, mehrstufige Getriebe oder Abgasanlagen entfallen, bei denen österreichische Unternehmen über hohe Kompetenzen verfügen.⁵⁰⁸ Kühler, die bisher den Verbrennungsmotor kühlten, werden im Elektrofahrzeug zukünftig zur Temperierung der Traktionsbatterie benötigt. Eine deutlich größere Bedeutung kommt den Elektronik- und IT-Komponenten zu, da diese im Elektrofahrzeug mit hohen Leistungen zur Steuerung des Antriebs belastet werden.⁵⁰⁹ Um angesichts der großen Teile- und Technologievielfalt Entwicklungs- und Fertigungskomplexität zu verringern, treiben Hersteller gleichzeitig die Konsolidierung ihrer Plattformkonzepte voran.⁵¹⁰ Mit steigendem Elektrifizierungsgrad werden auch dedizierte E-Plattformen komplett neu entwickelt, was zu einer kompletten Neuausrichtung der Strategien führt.⁵¹¹

Nach der Beschreibung des Modells in Kapitel 6.2.1.2 werden im Rahmen der quantitativen Analyse Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte der Transformation mit dem Vorgehensmodell nach Gommel (2016) berechnet.

Zur Erreichung der Zielwerte der gesetzlichen EU-Vorgaben wird zukünftig ein Mix herkömmlicher Verbrennungsmotoren, Hybridfahrzeuge als Übergangslösung und

⁵⁰⁸ vgl. Kleebinder et al. 2019, S. 63.

⁵⁰⁹ vgl. Fasold und Engelke-Denker 2020, S. 31.

⁵¹⁰ vgl. Frieske et al. 2022, S. 177ff.

⁵¹¹ vgl. Frieske et al. 2022, S. 159.

rein batterieelektrischer Fahrzeuge erwartet.⁵¹² Ein Wandel zu Fahrzeugen mit Wasserstoff-Brennstoffzellen und Fahrzeugen mit synthetischen Kraftstoffen wird in den nächsten Jahren eine untergeordnete Rolle spielen und hauptsächlich für Nutzfahrzeuge von Relevanz sein. Bei der Analyse der Herstellungskosten der einzelnen Komponenten werden Skaleneffekte ebenso wie laufende technologische Entwicklungen berücksichtigt, die durch effizientere Produktdesigns und Produktionsprozesse zu niedrigeren Herstellungskosten in den Komponenten führen. So konnten die Herstellungskosten von Lithium-Ionen-Batterien beispielsweise zwischen den Jahren 2010 und 2019 bereits von 600 bis 900 Euro pro kWh auf Systemebene auf ca. 200 Euro pro kWh reduziert werden.⁵¹³ Die Stückzahlenentwicklungen der globalen Produktion von Pkw und Nutzfahrzeugen der Klassen N1, N2, N3 sowie die Herstellungskosten auf Komponentenebene basieren auf aktuellen Untersuchungen des Instituts für Fahrzeugantriebe & Automobiltechnik der Technischen Universität Wien.⁵¹⁴ Abbildung 48 zeigt beispielhaft die zugrunde liegenden globalen Stückzahlenentwicklungen verschiedener Antriebstechnologien für Pkw und Nutzfahrzeuge der Klasse N1 bis zum Jahr 2035.

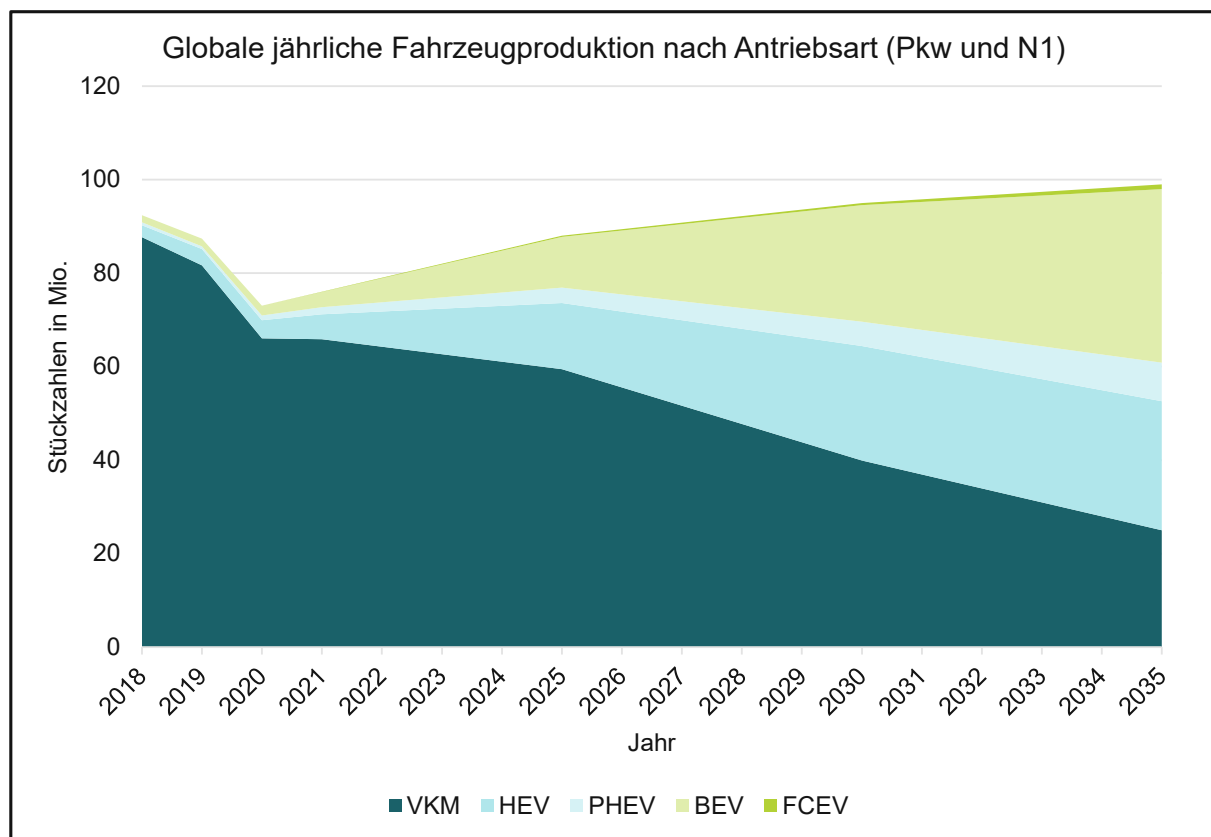


Abbildung 48: Globale Fahrzeugproduktion nach Antriebsart (Pkw und N1)

⁵¹² vgl. Friesenbichler et al. 2021, S. 44.

⁵¹³ vgl. Schwarz-Kocher et al. 2019, S. 35.

⁵¹⁴ vgl. Wuketich et al. 2022.

Nach dem Vorgehensmodell von Gommel (2016) wird aus den globalen Stückzahl-szenarien der Technischen Universität Wien auf Basis repräsentativer Fahrzeugtypen und branchenspezifischer Marktanteile österreichischer Unternehmen der nationale Produktionswert berechnet. Aus der Abgrenzung des Untersuchungsraums in Schritt 1.1 und der Festlegung der ÖNACE-Klassen werden mit Hilfe der Leistungs- und Strukturstatistik⁵¹⁵ Kennwerte gewonnen, mit welchen die Umrechnung zwischen Produktionswert, Wertschöpfung und Beschäftigung berechnet wird. Bei der Anwendung der Kennzahlen wird davon ausgegangen, dass Komponenten mit branchenüblicher Wertschöpfungstiefe und Arbeitsintensität produziert werden. Aufgrund des Umfangs werden die Berechnungen nicht weiter ausformuliert. Eine Beschreibung der Methodik und der genauen Bestandteile ist in der Studie E-Mapp2 „E-Mobility – Austrian Production Potential, Qualification and Training needs“⁵¹⁶ nachzulesen.

In Abbildung 49 sind beispielhaft die errechneten Beschäftigungspotenziale auf Komponentenebene ausgewiesen.

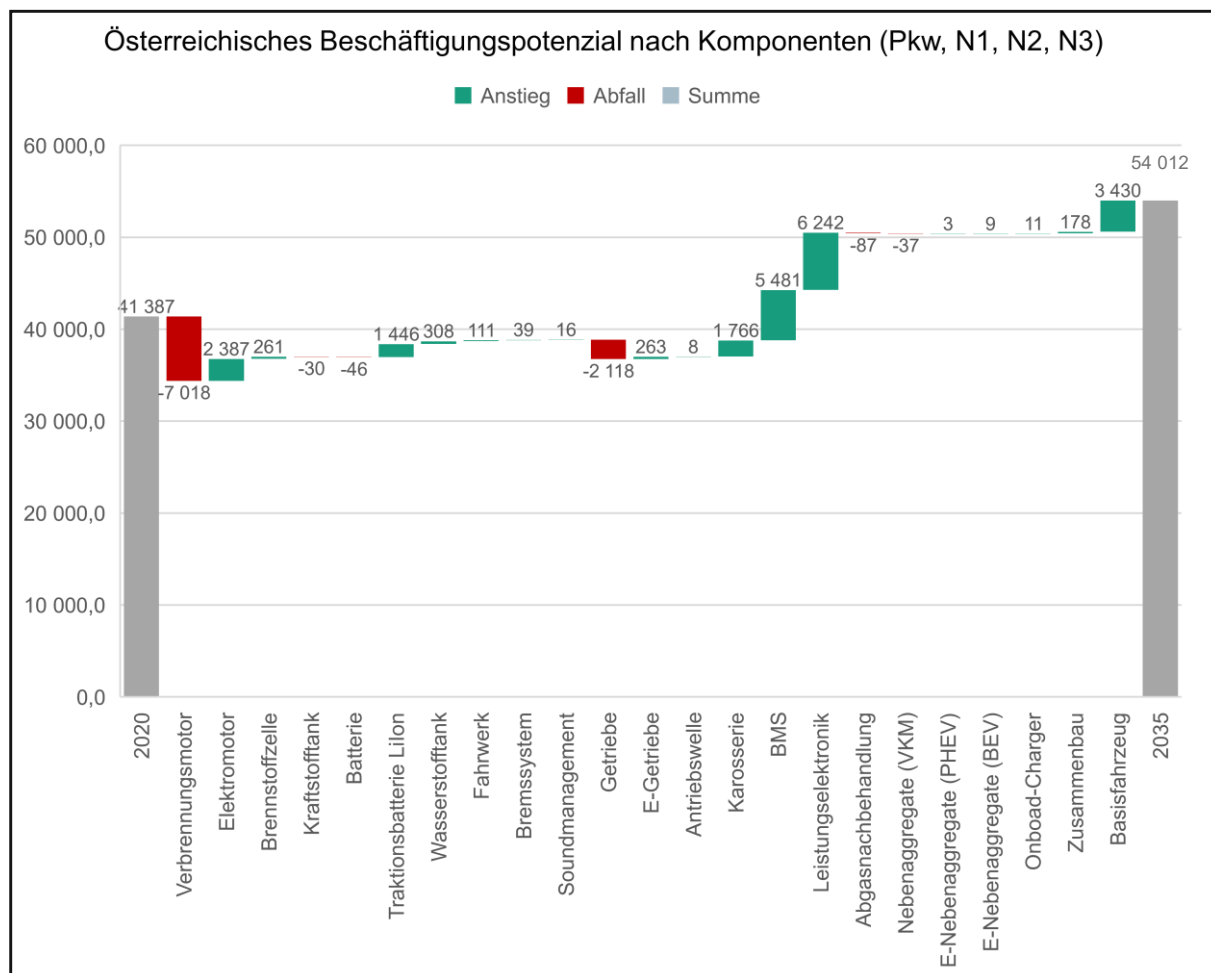


Abbildung 49: Beschäftigungspotenzial nach Komponenten (Pkw, N1, N2, N3)⁵¹⁷

⁵¹⁵ vgl. Statistik Austria 2023.

⁵¹⁶ siehe Sala et al. 2020.

⁵¹⁷ vgl. Sala et al. 2022, S. 45.

Die größten Beschäftigungsverluste sind nach den Berechnungen im Gesamtsystem des Verbrennungsmotors sowie in den weiteren Kernkomponenten konventioneller Antriebe wie dem Getriebe, dem Kraftstofftank oder im Bereich der Abgasnachbehandlung zu erwarten. Die größten Beschäftigungsgewinne auf Komponentenebene sind in den Bereichen der Leistungselektronik, dem Batteriemanagementsystem und dem Elektromotor zu erzielen. Die Potenziale aus der Herstellung von Komponenten für Lithium-Ionen-Batterien sind gering, da in Österreich keine ausgeprägten Fertigungsstufen für Batteriezellen vorhanden sind. Die Wertschöpfungs- und Beschäftigungsanteile in der Karosserieproduktion werden ebenso wie jene im Basisfahrzeug steigen, da diese Komponenten in allen Fahrzeugtypen zum Einsatz kommen und die Wertschöpfung somit an steigende Stückzahlen gekoppelt ist. Die Ergebnisse zeigen auch, dass auf Komponentenebene bis 2035 rund 10.000 Beschäftigungsverhältnisse (rot markiert) wegfallen oder in ein anderes Tätigkeitsfeld verlagert werden müssen.⁵¹⁸ Im Hinblick auf die abzuleitenden Handlungsmaßnahmen in Phase 3 geben die quantitativen Ergebnisse somit z. B. Aufschluss über den notwendigen Qualifizierungsbedarf einschließlich der Schwerpunktthemen.

Neben den dargestellten Beschäftigungseffekten können in den Modellrechnungen auch Effekte innerhalb der definierten ÖNACE-Klassen auf Komponentenebene sowie Anteilsverschiebungen zwischen den Klassen ausgewertet werden.⁵¹⁹ Auf eine detaillierte Darstellung aller Ergebnisse wird aus Platzgründen verzichtet.

Aufgabe: Qualitative Analyse der Standortanforderungen der Komponenten

Chancen für die Fokusindustrie ergeben sich gemäß Kapitel 6.2.1.2 nicht nur aus Skaleneffekten, die mit steigenden Diffusionsraten alternativer Antriebe einhergehen, sondern beispielsweise auch aus Weiterentwicklungspotenzialen im Sinne des technologischen Reifegrades (TRL) der Komponenten zusammen mit den Anforderungen an spezifische Standortfaktoren.

Die quantitative Analyse wird daher dem Vorgehensmodell entsprechend durch eine qualitative Analyse ergänzt. Ziel ist es, neben einer umfassenden Beschreibung der Komponenten und Potenziale die Anforderungen an die Herstellung dieser Komponenten aufzunehmen. Aufgrund der Breite der technologischen Entwicklungen in allen Teilkomponenten wird auf eine detaillierte Beschreibung und Darstellung aller Komponenten verzichtet. Stattdessen wird ein Überblick über die Schlüsselkomponenten neuer Fahrzeugkonzepte und Antriebe sowie F&E-Potenziale gegeben.

⁵¹⁸ vgl. Sala et al. 2022, S. 46.

⁵¹⁹ siehe Sala et al. 2022.

- **Verbrennungsmotor:** Bis auf reine Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeuge wird der konventionelle Verbrennungsmotor für Pkw als auch Nutzfahrzeuge auch weiterhin eine wichtige Rolle spielen, weshalb kontinuierliche Optimierungen seitens der Hersteller nach wie vor verfolgt werden. Der schnellste Weg zur Verringerung der CO₂-Emissionen im Verkehr ist die Reduzierung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe, entweder durch die Erhöhung der Effizienz des Antriebsstrangs der Fahrzeuge oder durch die Verwendung von Wasserstoff oder anderen gasförmigen und flüssigen Energieträgern.⁵²⁰ Abgeschätzt liegen Potenziale des Wirkungsgrades bei Ottomotoren nach wie vor bei ca. 25–30 Prozent, bei Dieselmotoren bei ca. 15–20 Prozent, insbesondere durch die Verringerung von Wirkungsgradverlusten im Motor selbst sowie im kompletten Antriebsstrang, z. B. durch verbesserte Reibungseigenschaften, optimierte Verbrennung, verbesserte (Direkt-) Einspritzung, Zylinderabschaltung etc.⁵²¹ Durch spezielle Betriebsbedingungen, zusätzliche Variabilität, mechatronische Subsysteme und den Einsatz neuer Werkstoffe zur weiteren Reibungsreduzierung kann der Kraftstoffverbrauch auch bei Hybridfahrzeugen noch um 20 Prozent gesenkt werden. Wenn der Verbrennungsmotor in Zukunft mit alternativen Energieträgern wie synthetischen Kraftstoffen oder Wasserstoff und in deutlich veränderter Weise (*Peak Shaving*, Lastpunktverschiebung, Start/Stop etc.) in hybriden Konzepten als "Kraftstoffwandler" betrieben wird, eröffnen sich vielfältige Möglichkeiten für Forschung und Entwicklung. Dazu gehören beispielsweise neue Konzepte und Technologien in den Bereichen der Abwärmerückgewinnung, der elektrischen Energiespeicherung und der Optimierung von Betriebsstrategien, wenn der Verbrennungsmotor nur an einem einzigen Lastpunkt betrieben wird, der den elektrischen Antriebsstrang und die elektrische Energiespeicherung über einen Generator mit Strom versorgt.⁵²² Bezogen auf die Bewertung von Standortanforderungen lassen sich daraus beispielsweise hohe Anforderungen an Leistungsfaktoren im Sinne einer komplexen und qualitativ hochwertigen Produktion bis hin zu hohen Anforderungen an Netzwerkfaktoren zur Erschließung von F&E-Potenzialen mit Hilfe innovativer Branchencluster ableiten. Aus der hohen Anzahl von Teilkomponenten, dem hohen Wertschöpfungsanteil, der Komplexität der Produktion und der Größe der Bauteile, z. B. bei Gussteilen für Motorgehäuse, ergeben sich ebenso hohe Anforderungen an Produktionsfaktoren im Sinne von niedrigen Produktionskosten, der Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal und niedrigen Transportkosten durch die räumliche Nähe von Zulieferern.

⁵²⁰ vgl. Austrian Association for Advanced Propulsion Systems (A3PS) 2022, S. 33.

⁵²¹ vgl. Schwarz-Kocher et al. 2019, S. 30.

⁵²² vgl. Austrian Association for Advanced Propulsion Systems (A3PS) 2022, S. 33f.

- **Elektromotor:** Die elektrische Maschine ist eine ausgereifte Technologie, aber es gibt noch viele Potenziale, die Technologie für die spezifischen Anforderungen in Kraftfahrzeugen zu optimieren. Die Forschungsanstrengungen konzentrieren sich insbesondere auf die Optimierung der Leistungsmerkmale, wie z. B. ausreichende Dauerhaltbarkeit, Temperaturbeständigkeit und Wartungsfreiheit. Durch Reduktion der Größe und Masse können Wirkungsgrad und die Leistungsdichte des Elektromotors weiter gesteigert werden. Im Materialeinsatz wird die Substitution kostenintensiver und teilweise schwer verfügbarer Seltenerdmetalle wie Neodym und Dysprosium verfolgt, um Kosten weiter zu reduzieren. Potenziale liegen außerdem in der Entwicklung geeigneter Produktionsprozesse, vor allem im Bereich der Wicklung und Magnetisierung von Motoren.⁵²³ Auch aus Systemsicht der elektrischen Antriebseinheit (Motor, Umrichter, Batterie etc.) bestehen große Potenziale zur weiteren Steigerung von Package, Leistungsdichte und Effizienz, z. B. durch fortschrittliche Kühlflüssigkeiten, neuartige Isolationstechniken, Dichtungsmaterialien oder Motortopologien zur optimierten Raumausnutzung.⁵²⁴
- **Brennstoffzellen:** Österreichische Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten sind bereits seit Jahrzehnten auf dem Gebiet der Brennstoffzellentechnologie und den dazugehörigen Test- und Validierungssystemen tätig.⁵²⁵ Im Automobilbereich werden hauptsächlich Polymer-Elektrolyt-Membran-(PEM-)Brennstoffzellen eingesetzt, die bei etwa 80°C betrieben werden und die höchsten Entwicklungsreife aufweisen.⁵²⁶ Bei der Industrialisierung von Brennstoffzellen-Systemkomponenten werden drei Hauptziele verfolgt: Kostensenkung, Leistungssteigerung und Lebensdauer. Durch technologische Fortschritte konnten die Herstellungskosten bereits um mehr als 90 Prozent gesenkt und die Lebensdauer sowie die spezifische Leistungsdichte des Stacks um mehr als den Faktor 4 gesteigert werden. Der hohe Investitionsbedarf für die Großserienfertigung und damit der Fahrzeugpreis gelten nach wie vor als Haupthindernis für die Einführung von Brennstoffzellensystemen.⁵²⁷ Die momentanen Anstrengungen liegen daher darin, die Kosten durch eine Kombination aus erhöhtem Produktionsvolumen und technologischer Entwicklung zu senken. Gleichzeitig sollen bestehende Produktionstechniken verbessert und automatisiert werden, der Materialeinsatz pro Produktionseinheit gesenkt (insbesondere die Kosten für Edelmetalle, die als Katalysatoren in Brennstoffzellen verwendet werden) und das Design auf der Ebene des Stacks (z. B. Katalysatorschichten) und der *Balance of Plant* (BoP)-Komponenten des Systems (z. B. Kathodensubsystem) verbessert

⁵²³ vgl. Schwarz-Kocher et al. 2019, S. 39.

⁵²⁴ vgl. Austrian Association for Advanced Propulsion Systems (A3PS) 2022, S. 17f.

⁵²⁵ vgl. Austrian Association for Advanced Propulsion Systems (A3PS) 2022, S. 10.

⁵²⁶ vgl. Schwarz-Kocher et al. 2019, S. 43f.

⁵²⁷ vgl. Austrian Association for Advanced Propulsion Systems (A3PS) 2022, S. 10ff.

werden. Im Hinblick auf die nächste Generation von Brennstoffzellenfahrzeugen liegt der Schwerpunkt auf dem Ersatz von Edelmetallkatalysatoren in Brennstoffzellen.⁵²⁸ Aus den Merkmalen lässt sich ableiten, dass die Standortanforderungen vor allem in der Nähe zu innovativen Kunden, Partnern und Netzwerken, in der Verfügbarkeit von Fördermitteln zur Skalierung der Produktion oder auch in der Verfügbarkeit von hochqualifiziertem Personal liegen. Aufgrund des vergleichsweise geringen technologischen Reifegrades und der geringen Stückzahlen spielen lokale Lohnkosten, Transportkosten oder die Nähe zu Absatzmärkten im Gegensatz dazu eine geringere Rolle.

- **Batteriesysteme:** Für eine wettbewerbsfähige Produktion von Batteriezellen ist vor allem die räumliche Nähe zu den Abnehmern entscheidend und überwiegt sogar die Standortnachteile bei den Produktionskosten in Europa. So stellen die standortunabhängigen Material- und Anlagenkosten mit etwa 70 bis 80 Prozent den größten Kostenblock bei Batteriezellen dar. Damit ist der Zugang zu kostengünstigen Batterierohstoffen und -komponenten ein wesentlicher Wettbewerbsfaktor, weshalb große asiatische Zellhersteller mit hoher Nachfrage im Vorteil sind, da sie diesen Zugang leichter beeinflussen können. Lohnkosten (5 bis 10 Prozent) und Stromkosten (ca. 3 Prozent) stellen geringere, aber für die Zellproduktion dennoch relevante Kosten dar.⁵²⁹ Kurz- bis mittelfristig besitzen Batteriezellen mit Lithium-Ionen-Technologie (Li-Ion) das größte Potenzial. Sie werden bereits heute in nahezu allen relevanten elektrifizierten Fahrzeugkonzepten eingesetzt. Das Batteriesystem im Fahrzeug umfasst neben den Zellen auch das Batteriemangement (inkl. Zellüberwachung), Elektronik und Sensorik, Kühlkomponenten, Sicherheitselemente sowie das Batteriegehäuse.⁵³⁰ Obwohl die grundlegenden technischen Prinzipien entwickelt sind und eine wachsende Zahl von Systemen bereits industrialisiert auf dem Markt sind, sind große Anstrengungen erforderlich, um diese Systeme erschwinglicher, effizienter, langlebiger und sicher zu machen. Damit verbunden sind hohe Investitionen in Optimierungsschritte sowie disruptive Forschung, insbesondere in neue Technologien (Software, Hardware), Entwicklungsmethoden (Simulation), Produktionstechnologien, modulare und skalierbare Designs für elektrische Antriebssysteme sowie den Einsatz von kostengünstigeren und zuverlässigeren Materialien. Nach Expertinnen- und Expertenschätzungen soll sich die Energiedichte der derzeitigen Lithium-Ionen-Batterietechnologie in den nächsten Jahren verdoppeln und die Kosten bis zum Jahr 2030 auf etwa 70 Euro pro kWh auf Batteriemodulebene fallen.⁵³¹ Zusätzlich zu den technischen Anforderungen

⁵²⁸ vgl. Austrian Association for Advanced Propulsion Systems (A3PS) 2022, S. 25f.

⁵²⁹ vgl. Thielmann et al. 2020, S. 14–15.

⁵³⁰ vgl. Schwarz-Kocher et al. 2019, S. 32.

⁵³¹ vgl. Austrian Association for Advanced Propulsion Systems (A3PS) 2022, S. 13f.

besteht Forschungsbedarf in den Bereichen Crashesicherheit, Thermomanagement, Batteriemangement und Recycling.⁵³² Forschungsanstrengungen konzentrieren sich außerdem auf neue Batterietechnologien wie Metall-Sauerstoff Batterien (Schwefel-, Na-, Mg-, Li-Oxygen) mit höherer Energie (und möglicherweise Leistungsdichte), sowie hochmodulare integrierte Batterien.⁵³³ So stellte der weltweit größte Zellhersteller CATL erst im Februar 2023 eine neue Generation überlegener Natrium-Ionen-Batterien vor, deren Produktion für Kraftfahrzeuge noch im selben Jahr starten soll.⁵³⁴ Für europäische Hersteller ergeben sich Potenziale für Alleinstellungsmerkmale neben einer hohen Energiedichte besonders im Bereich der Schnellladefähigkeit, geringeren Kosten sowie insbesondere nachhaltig produzierten Batterien.⁵³⁵

Neben den zugrundeliegenden Antriebstechnologien sind Potenziale zur Wertschöpfung auch in vielen weiteren vom Wandel betroffenen Fahrzeugkomponenten zu verorten, welche aufgrund des Umfangs nicht näher vorgestellt werden. So spielen z. B. auch Technologieentwicklungen für Wasserstoffspeichersysteme sowohl in gasförmigem als auch in flüssigem Zustand eine wichtige Rolle. F&E-Anstrengungen sind erforderlich, um Wasserstoffspeichersysteme zu entwickeln, die hohe Speicherdichten bei niedrigen Druckniveaus erreichen und gleichzeitig die Kosten und den Carbon Footprint reduzieren. Dies bietet z. B. Potenziale für die Entwicklung neuer Werkstoffe für Hochdrucktanks und Schnellbetankung zur Verbesserung der Eigenschaften und Senkung der Verstärkungskosten, Potenziale für die Entwicklung neuer Speicherkonzepte für höhere Speicherdichten, Potenziale für die Entwicklung und Validierung integrierter Befestigungskonzepte mit Schwerpunkt auf „*Safety by Design*“ und innovativen Fertigungs- und Qualitätskontrolltechniken.⁵³⁶

Aufgabe: Punktwertvergabe und Standardisierung der Ergebnisse

Aus der Sekundärliteratur, den erfolgten Analysen sowie den durchgeführten Workshops wird die in Abbildung 50 dargestellte Bewertung der Standortanforderungen mit Hilfe von Punktwerten und einer Skala von 1-5 Punkten abgeleitet. Die Bewertung wird in Phase 3 mit den realen Standortbedingungen abgeglichen, um attraktive Komponenten im Technologieportfolio zu identifizieren.

⁵³² vgl. Schwarz-Kocher et al. 2019, S. 34.

⁵³³ vgl. Austrian Association for Advanced Propulsion Systems (A3PS) 2022, S. 13ff.

⁵³⁴ vgl. Natrium statt Lithium: China führt Revolution bei E-Batterien an 2023.

⁵³⁵ vgl. Thielmann et al. 2020, S. 14–15.

⁵³⁶ vgl. Austrian Association for Advanced Propulsion Systems (A3PS) 2022, S. 28.

Welche Anforderungen stellen die Technologiefelder / Komponenten für eine wettbewerbsfähige Produktion an die strukturierten Standortfaktoren?	Komponenten																
		Verbrennungsmotor	Elektromotor	Brennstoffzelle	Kraftstofftank	Traktionsbatterie Lilon	Wasserstofftank	Fahwerk	Bremssystem	Soundmanagement	Getriebe	E-Getriebe	Antriebswelle	Karosserie			
1 keine Anf. 3 mittlere Anf. 5 sehr hohe Anf.																	
2 geringe Anf. 4 hohe Anf.																	
Standortfaktoren	Nr.	1	2	3	4	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Produktionskosten und Produktivität	1	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4
Transport- und Logistikkosten	2	5													3	3	
Verfügbarkeit qualifizierter Mitarbeiter	3	5													4	4	
Räumliche Nähe zu Kunden und Absatzmärkten	4	4													3	3	
Nähe zu Märkten mit besonders innov. Kunden	5	3													3	3	
Marktpotenzial, kritische Masse und Auslastung der Produktion	6	4													4	4	
Koordination-, Betreuungs- und Managementaufwand	7	3													3	3	
Möglichkeit zur Qualitätsproduktion	8	5													5	5	
Möglichkeit zur High-Tech-Produktion	9	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3
Möglichkeit zur hochflexiblen bzw. atmenden Produktion	10	3	5	2	4	2	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3
Möglichkeit zur schnellen Innovation/Time-to-market	11	3	3	5	3	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4
Möglichkeit zur nachhaltigen Produktion	12	4	5	5	4	5	4	4	4	3	3	5	4	4	4	4	4
Nähe zu Know-how-Zentren bzw. innovativen Branchenclustern	13	5	5	5	3	5	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3
Räumliche Nähe zu Lieferanten bzw. Zulieferer-Netzwerken	14	4	4	3	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
Räumliche Nähe und Anbindung von Produktion und Entwicklung	15	3	5	5	4	4	3	3	3	1	3	4	3	3	3	3	3

Zusammenfassende Bewertung auf Basis von:
 - Sekundärforschung (Markt- und Technologieinformationen)
 - Empirischer Analysen (Expertenbefragungen)

Abbildung 50: E1.2 | Zusammenfassendes Anforderungsprofil der Komponenten

Zur Systematisierung der technologischen Analyse werden die erhobenen Informationen außerdem in Form von Technologiesteckbriefen für die einzelnen Komponenten (Abbildung 51) zusammengeführt, welche eine schnelle Erfassung der wichtigsten Eigenschaften und eine gute Vergleichbarkeit gewährleisten.⁵³⁷ Zu den relevanten Elementen gehören neben einer kurzen textuellen Beschreibung die Potenziale aus der Wertschöpfungsuntersuchung sowie eine Zusammenfassung der Anforderungen an eine wettbewerbsfähige Produktion.

⁵³⁷ vgl. Gausemeier et al. 2019b, S. 140.

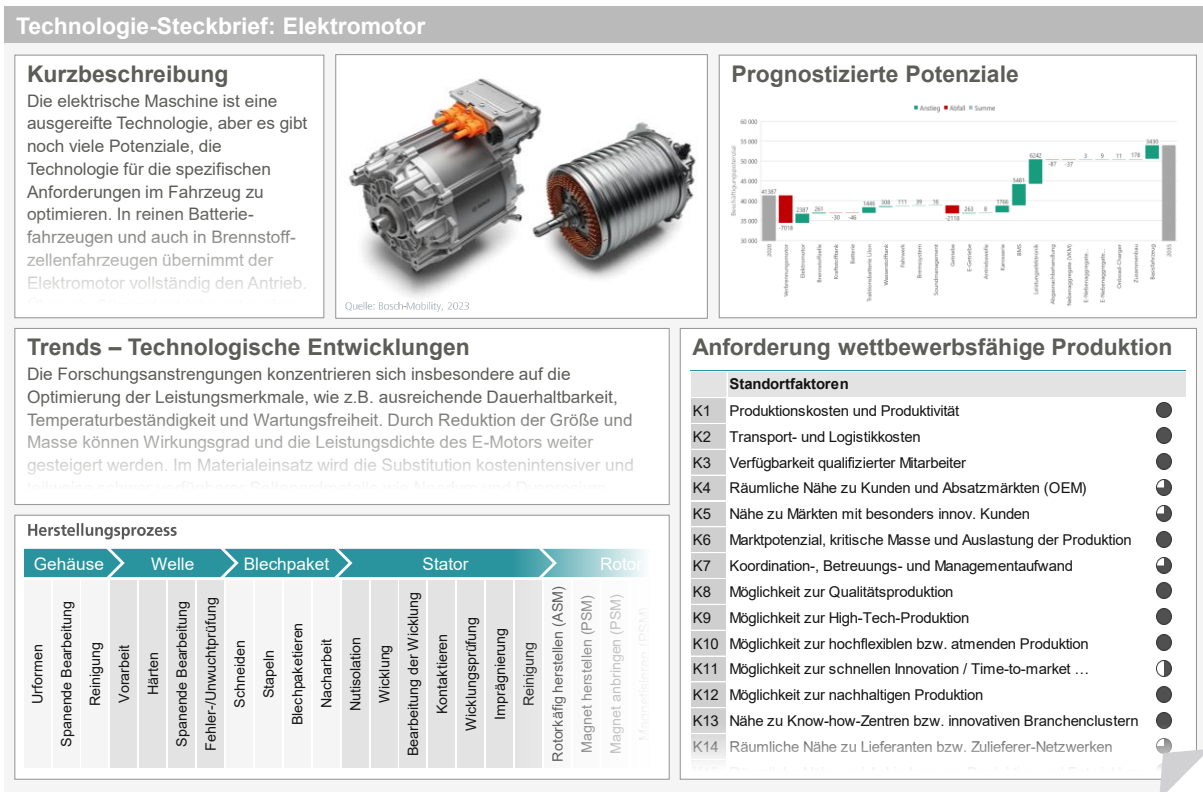


Abbildung 51: Beispiel eines Technologiesteckbriefes – Elektromotor

Mit der zusammenfassenden Bewertung in Abbildung 50 und den dahinter liegenden Informationen für die Interpretation in Phase 3 liegt das Ergebnis E1.2 vor. Die Bewertung fließt als Input in Phase 3 in die Erstellung des Technologieportfolios ein.

Schritt 1.3 | Kompetenz-Mapping der Industrie

Wie in Kapitel 6.2.1.3 dargestellt, zielt Schritt 1.3 darauf ab, die Kompetenzen der Fokusindustrie zusammen mit den Charakteristika des Produktionsstandortes zu bewerten.

Im Rahmen einer qualitativen Analyse werden dazu zunächst die Informationen gesammelt, verdichtet und anschließend mit Hilfe des Punktwertverfahrens in ein standardisiertes Ergebnis überführt. Die Bewertung der Kompetenzen orientiert sich an der in Schritt 1.2 vorgenommenen Strukturierung der Teilkomponenten.

Die österreichische Automobilindustrie hat sich mit ihrer stark international ausgerichteten Wertschöpfungskette und ihrem Exportanteil als Spezialist und hochqualifizierter Zulieferstandort für automotiv Entwicklungen und Produkte insbesondere für die europäischen Partnerländer etabliert.⁵³⁸

Durch den hohen Exportanteil an deutsche OEMs profitieren österreichische Unternehmen indirekt von deren strategischer Ausrichtung auf markenstarke Premiumfahrzeuge, die interkontinental in Wachstumsmärkte exportiert werden und einen

⁵³⁸ vgl. Meyer et al. 2021, S. 831.

großen Teil der Gewinne tragen.⁵³⁹ So beherrschen deutsche Hersteller je nach Zählweise zwischen 70 und 80 Prozent des Weltmarktes für Premium-Pkw.⁵⁴⁰ Die Premiumstrategie und die globale Ausrichtung der Hersteller haben in den letzten Jahren zu Rekordgewinnen geführt, die nun für die Umstellung der Produktionsstrukturen und -kanäle auf alternative Antriebe von großer Bedeutung sind. Gleichzeitig bedienen die OEMs und ihre Zulieferer im Rahmen der Premiumstrategie das Fahrzeugsegment mit der höchsten Zahlungsbereitschaft. Dies bietet Spielraum für die Entwicklung und Umsetzung neuer Innovationen und damit gute Voraussetzungen für die Transformation.⁵⁴¹

Der strategischen Ausrichtung entsprechend, trumpfen österreichische Unternehmen in der Produktion hochwertiger und aufwendiger Komponenten, die ein hohes Maß an Entwicklungsarbeit erfordern und ebenso hohe Anforderungen an industrielle Produktionsprozesse stellen.

Der vorgestellten Systematik entsprechend ist für eine umfassende Kompetenzbetrachtung des Vorgehensmodells zwischen den technologischen Kompetenzen der Fokusindustrie und den Standortfaktoren zu unterscheiden, aus denen sich die Wettbewerbsstärke im internationalen Vergleich zusammensetzt. Im Folgenden werden beide Bereiche separat beleuchtet. Aufgrund des Umfangs der Informationen werden die Ergebnisse in zusammengefasster Form dargestellt.

Für die Analyse wurden verschiedene Methoden kombiniert, um die Kompetenzen entsprechend der Komponentenstruktur möglichst umfassend zu beschreiben. Neben Sekundäranalysen der Literatur und direkten Expertinnen- und Expertenbefragungen wurden die in Schritt 1.1 identifizierten Unternehmen Tätigkeits- und Kompetenzfeldern zugeordnet. Ergänzt wurden die Analysen durch Patentauswertungen, um einen Einblick in die aktuellen Themenschwerpunkte der Unternehmen zu erhalten.

Aufgabe: Qualitative Aufbereitung der technologischen Kompetenzen der Fokusindustrie

Gemäß den Datenbanken der ARGE Automotive Zulieferindustrie können in Österreich rund 900 Unternehmen als automotiv bezeichnet werden, die Produkte herstellen oder Dienstleistungen anbieten, die Aufgaben im Fahrzeugbau erfüllen.⁵⁴² Input-Output-Analysen und empirische Untersuchungen zeigen, dass etwa die Hälfte der gelisteten Unternehmen teilweise oder zur Gänze im Fahrzeugbau tätig ist, während die andere Hälfte Unternehmen beliefert, die teilweise oder zur Gänze im Fahrzeugbau tätig sind.⁵⁴³

⁵³⁹ vgl. Wolf 2021, S. 17.

⁵⁴⁰ vgl. Puls et al. 2021, S. 5.

⁵⁴¹ vgl. Puls et al. 2021, S. 5.

⁵⁴² vgl. Schneider et al. 2021a, S. 4f.

⁵⁴³ vgl. Schneider et al. 2018, S. 11ff.

Abbildung 52 zeigt die Verteilung der Unternehmen in diversen Tätigkeitsbereichen, dabei können Unternehmen mit ihren Produkten auch mehrere Bereiche bedienen.

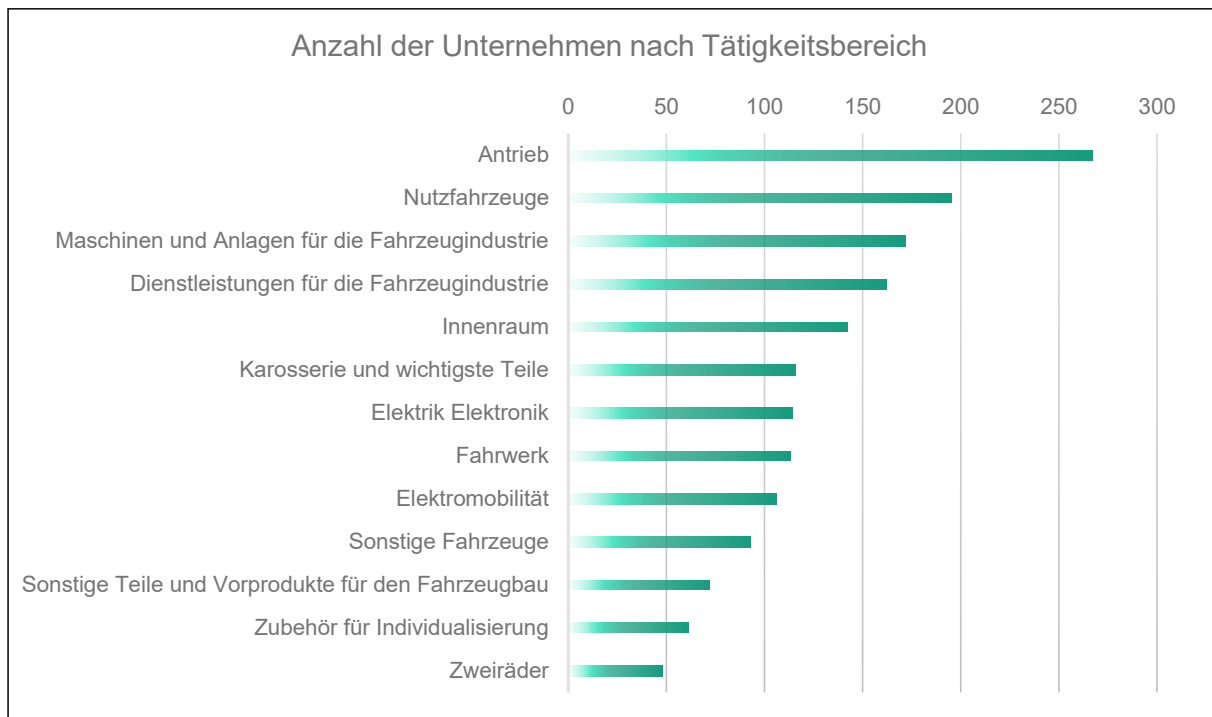


Abbildung 52: Verteilung der Unternehmen nach Tätigkeitsbereichen (ARGE)

Das Tätigkeitsspektrum der abgebildeten Unternehmen reicht von Produkten für Elektrik und Elektronik über Komponenten für den Antriebsstrang bis hin zu Karosserieteilen und diversen Dienstleistungen für die Automobilindustrie. Ein Drittel der Unternehmen beliefert Nutzfahrzeughersteller. Jeweils 31 Prozent der Unternehmen beliefern den Karosseriebereich und wichtige Teile davon wie Exterieur sowie den Zweiradbereich.⁵⁴⁴ Sowohl aus der Sekundärliteratur als auch aus den im Rahmen der Studie durchgeführten Befragungen geht hervor, dass die meisten Unternehmen entweder eine Nischenstrategie oder eine Strategie der Qualitätsführerschaft verfolgen, während nur wenige eine Preis- oder Kostenführerschaft anstreben. Ihre Wettbewerbsvorteile sehen die Unternehmen vor allem im guten Ruf, in der flexiblen Anpassung an Kundenwünsche, der Produktqualität und im technologischen Vorsprung. Auf der Kehrseite sehen Unternehmen ihre Nachteile vor allem im Preis und in der Unternehmensgröße.⁵⁴⁵

⁵⁴⁴ vgl. Schneider et al. 2018, S. 12; Advantage Austria 2017, S. 3.

⁵⁴⁵ vgl. Kügler et al. 2020, S. 209f.

Neben Vorreiterrollen im Verbrennersegment⁵⁴⁶ sind in der österreichischen Unternehmenslandschaft in Bezug auf alternative Antriebe Kompetenzen im Bereich der Wasserstofftechnologien vorhanden.⁵⁴⁷ So geben laut aktuellen Studien rund ein Viertel der Unternehmen aus den Bereichen des elektrischen Antriebs sowie Fahrwerkskomponenten an, bereits im Bereich der Wasserstofftechnologien tätig zu sein.⁵⁴⁸ Die Stärken der Zulieferindustrie sind auch im Bereich der Material- und Werkstoffverarbeitung zu verorten:⁵⁴⁹ Das Technologiefeld Leichtbau hat durch die anhaltenden Bemühungen zur Reduktion des Kraftstoffverbrauchs seit Jahren an Bedeutung gewonnen.⁵⁵⁰ Durch das hohe Gewicht herkömmlicher Lithium-Ionen-Batterien erhöht sich das Gesamtgewicht batterieelektrischer Fahrzeuge um durchschnittlich 250 kg, wodurch der Leichtbau weiter an Bedeutung gewinnt. Ein Schlüssel zum erfolgreichen Leichtbau ist die Multimaterialbauweise, bei der für jedes Element der Fahrzeugstruktur der Werkstoff gewählt wird, der die Anforderungen bei minimalem Gewicht erfüllt. Erfolgreicher Leichtbau basiert auf spezifischem Know-how und umfasst verschiedene Kompetenzbereiche wie Werkstoffe (z. B. hochfeste Stähle, Aluminium, Magnesium über Kunststoffe bis hin zu Faserverbundwerkstoffen), Produktentwicklung und Konstruktion, Fertigungsverfahren, Fügetechnik, Additive Fertigung/3D-Druck und Simulation. Damit ist eine Vielzahl österreichischer Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen an der Wertschöpfungskette des Leichtbaus beteiligt.⁵⁵¹ Regionale Kompetenzunterschiede und Spezialisierungen zeigen sich auch zwischen den Bundesländern: Während beispielsweise in der Steiermark eine hohe Spezialisierung im Bereich der Mikro- und Nanoelektronik festzustellen ist, weisen oberösterreichische Unternehmen eine überdurchschnittlich hohe Kompetenz im Themenfeld „fortschrittlicher Verfahren“ auf.⁵⁵² Zusammengefasst liegen die Kompetenzen in der Entwicklung und Produktion von komplexen und hochwertigen Komponenten mit den Schwerpunkten *Engineering* und Prototypenbau. Mit diesen Kompetenzen konnten österreichische Unternehmen weltweit führende Positionen in der Entwicklung von Allradaggregaten über Verbrennungsmotoren bis hin zu Zylindern oder spezifischen Komponenten behaupten.⁵⁵³

Die Erkenntnisse werden durch Patentanalysen bestätigt, die im Rahmen der Analyse mit spezieller Software auf Grundlage von maschinellem Lernen und semantischen Technologien durchgeführt wurden. Auf Basis von Suchfeldern, hybriden Ähnlichkeitsberechnungen der identifizierten Patente und anschließenden Cluster-

⁵⁴⁶ vgl. Brunnengraber und Haas 2020, S. 420.

⁵⁴⁷ vgl. Bundesministerium für Klimaschutz Umwelt Energie Mobilität Innovation und Technologie (BMK) und Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMDW) 2022, S. 39; Dorda et al. 2020, S. 37.

⁵⁴⁸ vgl. Schneider et al. 2021a, S. 16f.

⁵⁴⁹ vgl. Mayerhofer 2017, S. 95; Advantage Austria 2017, S. 6f.

⁵⁵⁰ vgl. Brunnengraber und Haas 2020, S. 420.

⁵⁵¹ vgl. Industriellenvereinigung (IV) 2021, S. 15.

⁵⁵² vgl. Mayerhofer 2017, S. 90ff.

⁵⁵³ vgl. Advantage Austria 2017, S. 4f.

berechnungen und -visualisierungen fasst Abbildung 53 aktuelle Entwicklungstrends in der österreichischen Automobilindustrie zusammen. Es zeigt sich, dass Patente im Bereich der Rahmen- und Karosseriestruktur den größten Anteil ausmachen, gefolgt von Steuergeräten, Lichtsystemen und Komponenten der mechanischen Kraftübertragung wie Getrieben und Kupplungen. Die Interpretation der Cluster in der Clustervisualisierung ist dabei querschnittsorientiert: Je näher die Cluster beieinander liegen, desto enger hängen die Technologiefelder zusammen.

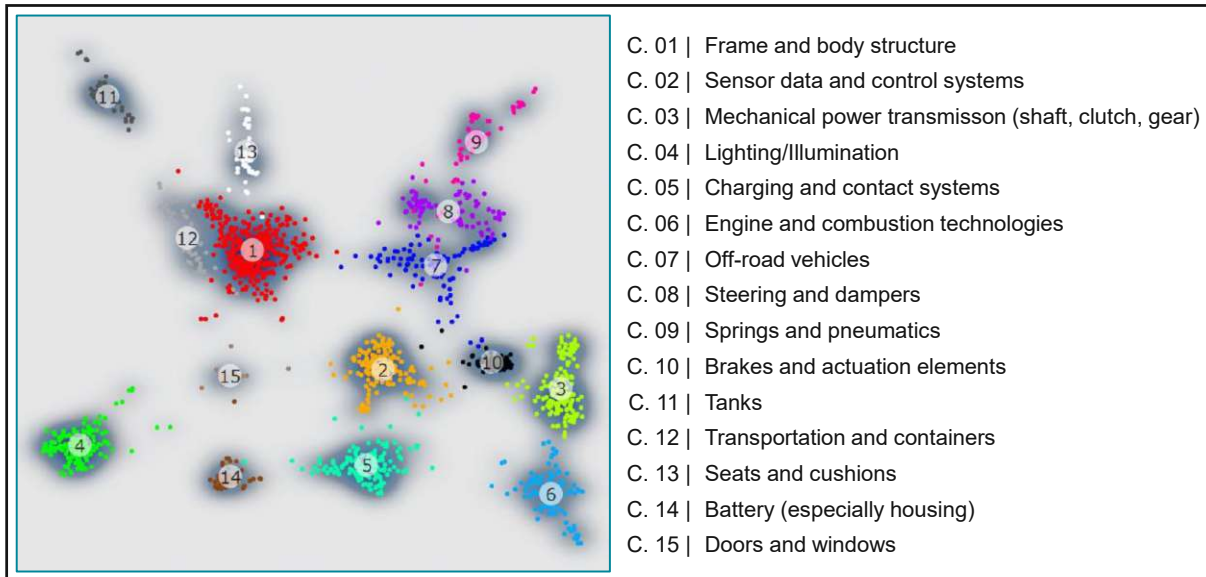


Abbildung 53: Patentanalyse der österreichischen Automobilindustrie

Mit Hilfe einer Auswertung im Zeitverlauf (Längsschnittanalyse) kann die Entwicklung von Clustern über mehrere Zeiträume dargestellt werden. Dies hilft bei der Beurteilung, ob relevante Zukunftsfelder von der Industrie aufgegriffen und verfolgt werden. Die Ergebnisse der Längsschnittanalyse sind für den Zeitraum 2012 bis 2022 in drei Stufen in Abbildung 54 dargestellt.

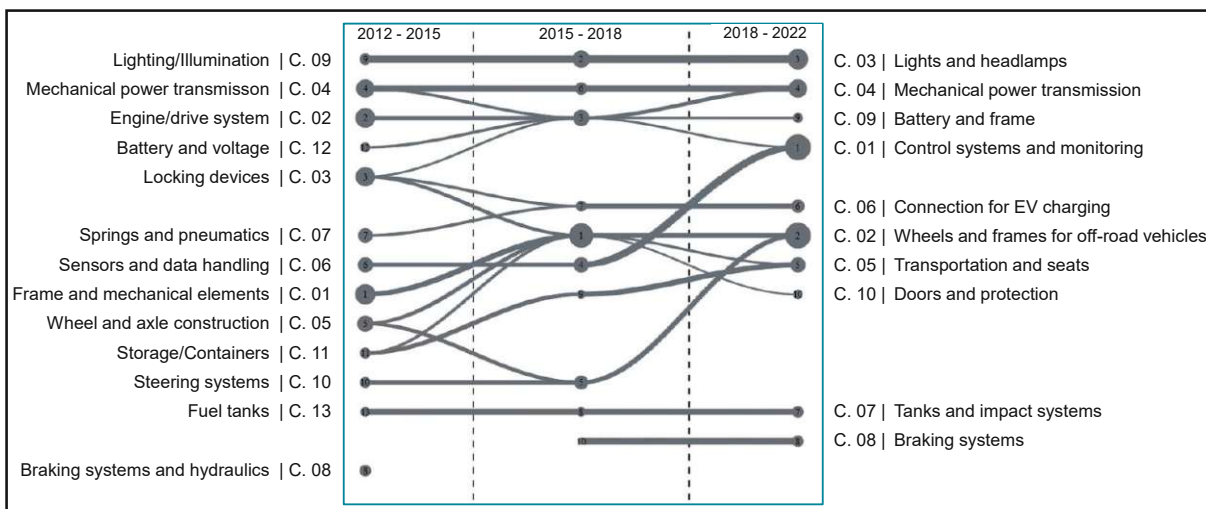


Abbildung 54: Längsschnittanalyse der österreichischen Automobilindustrie

Die Evaluierung bestätigt eine leichte Verschiebung der technologischen Schwerpunktthemen hin zu elektrifizierten Antriebstechnologien. Neben den bereits adressierten elektronischen Komponenten wie Steuergeräten sind in der letzten Dekade Forschungsanstrengungen z. B. im Bereich der Batteriegehäuse und vor allem der Ladetechnologien hinzugekommen. Im Hinblick auf die Transformation zeigt die Evaluation damit, dass relevante Trends aufgegriffen werden, um aktiv Leistungsangebote in neuen Feldern zu platzieren.

Aus den erhobenen Analysen wird in der letzten Aufgabe des Schrittes 1.3 eine Bewertung der technologischen Kompetenzen auf Basis der Komponentenstrukturierung und einer Likert-Skala von 1-5 Punkten vorgenommen. Während durch die Auswertung von Firmendatenbanken und Patentauswertungen direkt auf die Herstellung von Komponenten geschlossen werden kann, werden im Rahmen der Sekundäranalysen vor allem Querschnittsthemen wie z. B. Werkstoffkompetenzen oder Materialbe- und -verarbeitungswissen adressiert. Diese wurden mit den Anforderungsprofilen der Komponenten (z. B. aus dem Herstellungsprozess) verglichen, um Aussagen über die Kompetenzen in den Feldern abzuleiten.

Mit der qualitativen Beschreibung ist das Teilergebnis zunächst abgeschlossen. Die aufbereiteten und normierten Ergebnisse werden in der letzten Teilaufgabe in Abbildung 55 dargestellt.

Aufgabe: Qualitative Aufbereitung der Standortbedingungen

Für den Erfolg österreichischer Unternehmen spielen neben technologischen Alleinstellungsmerkmalen auch die gegebenen Standortvoraussetzungen eine bedeutende Rolle. Diese bieten die Grundlage für eine günstige Entwicklung und ermöglichen es vor allem kleinen Volkswirtschaften wie Österreich, produzierte Güter und Leistungen auch international abzusetzen.⁵⁵⁴

Zur Bewertung der Standortfaktoren wurde neben der Auswertung von Sekundärliteratur und Befragungen eine SWOT-Analyse im Rahmen eines Branchenworkshops durchgeführt. Die Kernergebnisse, auf deren Grundlage die Bewertung mit Punktwerten erfolgt, sind im Anschluss zusammenfassend dargestellt:

Zu den größten Nachteilen und Hauptursachen für Produktionsverlagerungen zählen die hohen Lohnkosten des Standortes, vor allem im Vergleich zu osteuropäischen Ländern wie Rumänien, Ungarn, Polen oder Serbien, die nur rund die Hälfte des österreichischen Personalbudgets veranschlagen.⁵⁵⁵ Neben nicht konkurrenzfähigen Lohnkostenstrukturen gelten auch die Nähe zum Kunden, Umstrukturierungen und die bessere Verfügbarkeit von Arbeitskräften zu den Hauptgründen für Auslands-

⁵⁵⁴ vgl. Mayerhofer 2017, S. 34ff.

⁵⁵⁵ vgl. Puls et al. 2021, S. 22.

verlagerungen. Diesen Gründen geschuldet soll bereits jedes siebente Unternehmen in Österreich eine Produktionsverlagerung ins Ausland planen.⁵⁵⁶

Den Standortnachteilen steht eine Reihe von Vorteilen gegenüber. Neben dem hohen Qualifikationsniveau der Fachkräfte werden im Folgenden weitere, weniger bekannte Faktoren zusammengefasst:

- **Produktivität:** Nachdem auch Qualitätsunterschiede zu osteuropäischen Fertigungsstandorten immer geringer werden, lassen sich lohnkostenbedingte Nachteile des Standorts nur durch eine hohe Produktivität ausgleichen. Die Automobilindustrie konnte ihre kostenbedingten Wettbewerbsnachteile bisher mit einer hohen Produktivität zum Großteil ausgleichen.⁵⁵⁷ So waren die Lohnstückkosten in Österreich verglichen mit wichtigen Handelspartnern im Euro-Raum lange Zeit merklich niedriger, nur in Deutschland waren sie teils noch geringer.⁵⁵⁸ Dabei spielt vor allem die verstärkte Digitalisierung der Produktion und Durchdringung von Industrie 4.0-Technologien eine wichtige Rolle.⁵⁵⁹
- **Geographische Lage:** Die geographische Lage des Produktionsstandortes Österreich liegt keineswegs im "Zentrum" der Nachfrage, sondern ist eher als "innere Randlage" zu charakterisieren.⁵⁶⁰ Im Hinblick auf die Positionierung der Wirtschaft zu den europäischen Kernmärkten bietet sich der Standort vor allem für Produktionen an, für die ein Marktzugang zwar nur innerhalb bestimmter Reichweiten möglich ist, deren Nachfragepotenzial innerhalb dieser Reichweiten aber wenig entfernungsabhängig ist. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn die Zahl der Nachfrager begrenzt ist, was typischerweise vor allem für Zuliefermärkte von stark arbeitsteilig hergestellten Produktionen zutrifft. Die Lage ist daher für Zulieferbeziehungen vor allem nach Süddeutschland und Norditalien durchaus günstig, was eine regionale Positionierung als hochrangige Zulieferregion und Teil der Wertschöpfungsketten dieser industriellen Kernräume Europas nahelegt.⁵⁶¹
- **Voraussetzungen zur klimaneutralen Produktion:** Während Entwicklungen von Schlüsseltechnologien zur Elektrifizierung und Autonomisierung von Fahrzeugen mit großen Investitionsvolumina vorangetrieben werden, verfolgen Hersteller auch in Folge gesetzlicher Anforderungen das Ziel, Komponenten und Fahrzeuge künftig klimaneutral herzustellen. In der Wertschöpfungskette werden damit auch in Österreich ansässige Zulieferer gefordert, Komponenten und Bauteile ebenfalls klimaneutral zu produzieren und dies gegenüber dem

⁵⁵⁶ vgl. Kügler et al. 2020, S. 210f.

⁵⁵⁷ vgl. Peneder et al. 2021, S. 881; Wolf 2021, S. 15.

⁵⁵⁸ vgl. Peneder et al. 2021, S. 879f.

⁵⁵⁹ vgl. Friesenbichler et al. 2021, S. 20ff.

⁵⁶⁰ vgl. Fritz et al. 2003, S. 3ff.

⁵⁶¹ vgl. Mayerhofer 2017, S. 138f.

Hersteller nachzuweisen.⁵⁶² Dabei bietet der Standort aufgrund des günstigen Energiemixes gute Startvoraussetzungen. So zeigt sich am Beispiel der Batterieproduktion bereits, dass auch asiatische Hersteller Produktionskapazitäten energieintensiver Komponenten, wie dem Batteriesystem, in europäischen Ländern aufbauen, um für die Produktion ausschließlich regenerativen Strom zu verwenden.⁵⁶³

- **Produktionswissensbasierte Produktinnovation:** die Fähigkeit, spezifisches Produktionswissen in Produktinnovationsprozesse einspeisen zu können, zählt zu den größten Wettbewerbsvorteilen des österreichischen Produktionsstandortes. Die Voraussetzung werden durch enge Verzahnungen zwischen Produktionswerken und F&E-Standorten gebildet.⁵⁶⁴ In Folge steigender Auslandsverlagerungen, verlieren auch Forschungs- und Entwicklungsleistungen durch geographische Entkopplung zunehmend an Wert, sodass ganze regionale Wertschöpfungs- und Innovationscluster auf dem Spiel stehen.⁵⁶⁵
- **Starke Ausrichtung auf F&E:** Eine hohe Technologie-, Innovations- und Forschungsorientierung zählt nach empirischer Evidenz zu den Grundvoraussetzungen zur Verbesserung der Produktivitätsposition⁵⁶⁶ und Erarbeitung von Alleinstellungsmerkmalen.⁵⁶⁷ Die hohen F&E-Ausgaben der österreichischen Automobilindustrie signalisieren dabei bereits jetzt eine hohe Innovationskraft und Anpassungsfähigkeit der Branche.⁵⁶⁸ Neben den technischen Universitäten tragen mehr als 50 außeruniversitäre Forschungseinrichtungen zum Wissensaustausch in der Branche bei.⁵⁶⁹ Aufgrund der großen Heterogenität der Güterproduktion bietet sich der Standort daher insbesondere für Akteure an, die im Rahmen einer Spitzenreiterstrategie an technologische Grenzen stoßen und insbesondere in Nischen Innovationsführerschaften anstreben.⁵⁷⁰

Als zentrale Determinanten der Wettbewerbsfähigkeit hoch entwickelter sachgüterorientierter Regionen fasst Mayerhofer (2017b) zusammen, dass solche Regionen wirtschaftsstrukturell vor allem auf Branchen basieren, die

- Vorteile aus der räumlichen Konzentration gleichartiger Aktivitäten und den damit verbundenen Vorteilen aus angepasster Infrastruktur und komplementären, spezialisierten Dienstleistungen ziehen (Standortvorteile),

⁵⁶² vgl. Frieske et al. 2022, S. 159.

⁵⁶³ vgl. Frieske et al. 2022, S. 118.

⁵⁶⁴ vgl. Dispan et al. 2021, S. 170.

⁵⁶⁵ vgl. Dispan et al. 2021, S. 169.

⁵⁶⁶ vgl. Mayerhofer 2017, S. 150.

⁵⁶⁷ vgl. Gausemeier et al. 2019a, S. 237.

⁵⁶⁸ vgl. Breitenfellner et al. 2018, S. 44f; Keuschnigg et al. 2017, S. 4ff.

⁵⁶⁹ vgl. Advantage Austria 2017, S. 6.

⁵⁷⁰ vgl. Mayerhofer 2017, S. 150.

- auf die spezifische technologisch-ingenieurwissenschaftliche Wissensbasis solcher Regionen mit ihren vielfältigen Möglichkeiten für Kooperationen und Wissens-*Spillovers* setzen,
- und/oder auf spezialisierte Humanressourcen mit ihren vielfältigen Kenntnissen und "*capabilities*" in technologie- und wissensintensiven Bereichen angewiesen sind.⁵⁷¹

Vom Grundtypus her werden daher vor allem technologie- und wissensintensive Aktivitäten mit Verbundvorteilen chancenreiche Bestandteile der wirtschaftlichen Basis sein. Damit einher geht eine sektorale Spezialisierung auf hoch- und spitzentechnologische Industriezweige bzw. eine funktionale Fokussierung auf höherwertige Funktionen in der Wertschöpfungskette. Im tertiären Sektor bieten dagegen komplementäre (industriennahe) wissensintensive Dienstleistungen (wie technische Dienstleistungen, Logistik etc.) die besten Erfolgsaussichten. Dagegen werden standardisierte Produktionen mit hoher Kostensensibilität in solchen Regionen wegen des erreichten Einkommensniveaus kaum Wettbewerbsvorteile vorfinden.⁵⁷²

Aufgabe: Punktwertvergabe und Standardisierung der Ergebnisse

Aus der Analyse ergibt sich die in Abbildung 55 dargestellte Bewertung der Kompetenzposition, die in Phase 3 in das Technologieportfolio einfließt. In Abbildung 56 ist die Bewertung der Standortfaktoren dargestellt, welche in Phase 3 den Anforderungen aus Sicht der Komponenten gegenübergestellt wird.

⁵⁷¹ Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

⁵⁷² vgl. Mayerhofer 2017, S. 136f; Dispan und Pfäfflin 2014, S. 14ff.

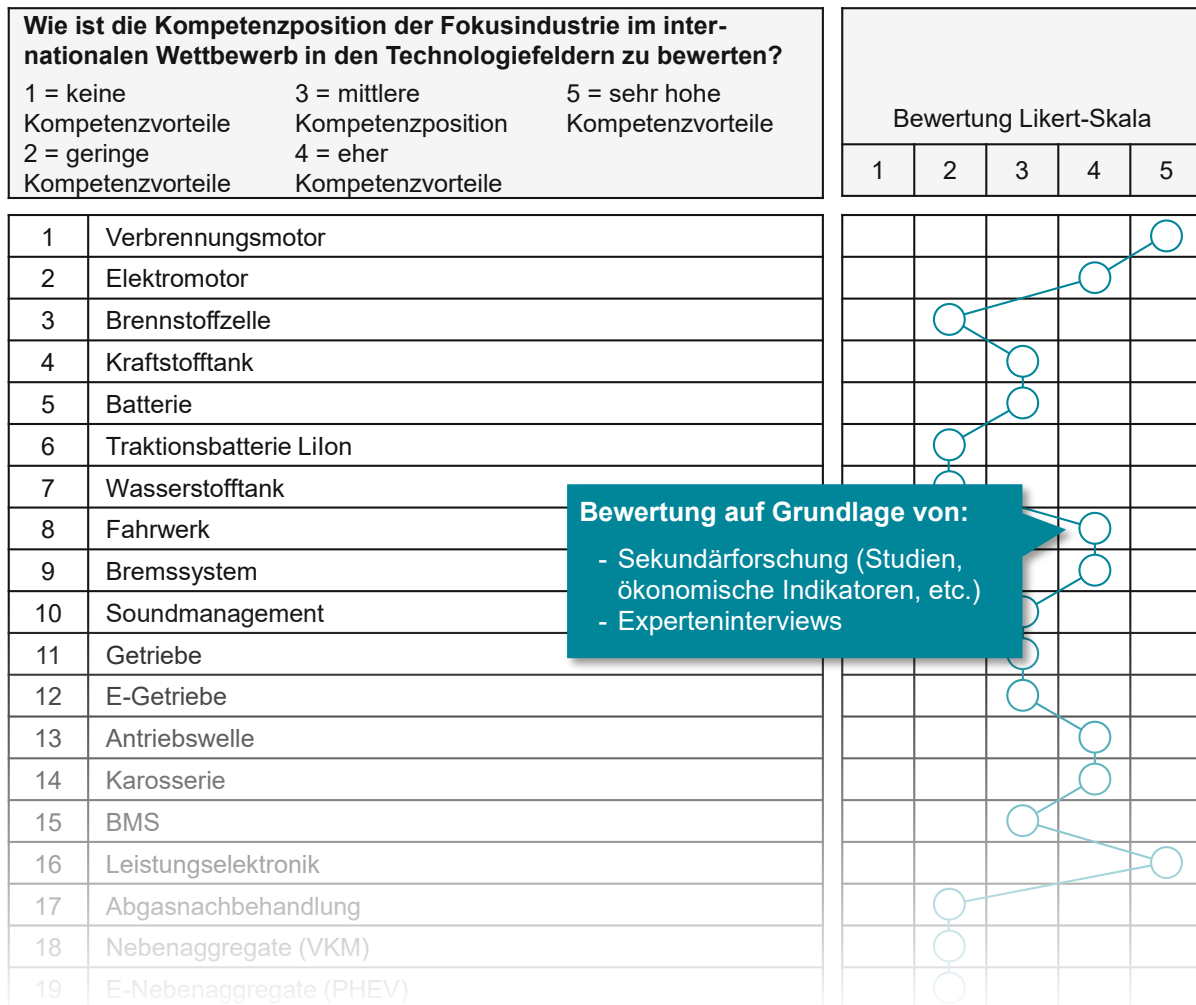


Abbildung 55: E1.3 | Bewertung der Kompetenzposition auf Komponentenebene

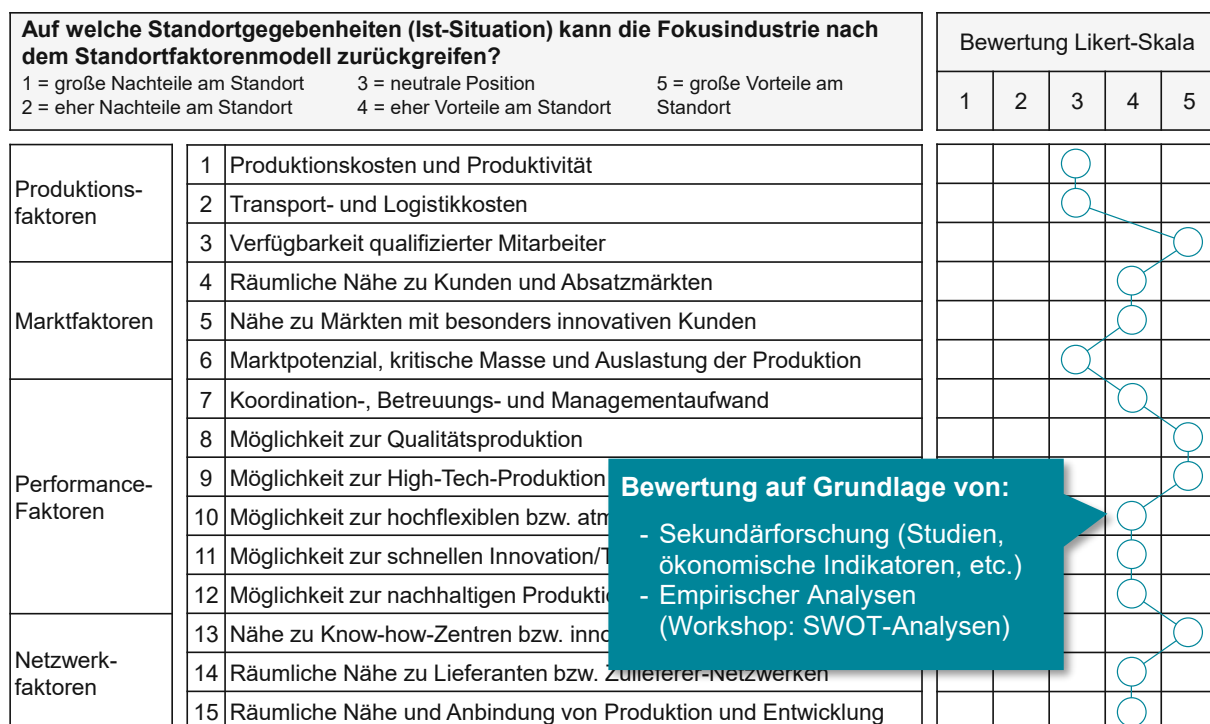


Abbildung 56: E1.3 | Bewertung der Standortfaktoren der Automobilindustrie

Mit Abschluss der Phase 1 liegen die Technologie- und Kompetenzanalysen in Form von standardisierten Punktwerten für die weitere Bearbeitung in Phase 3 vor.

7.3 Phase 2 | Schlüsselfaktoren der Transformation & Szenarioanalyse

Schritt 2.1 | Szenario-Vorbereitung

Im Rahmen der Szenario-Vorbereitung werden nach Kapitel 6.2.2 die Zielsetzungen der Szenarioanalyse definiert und die Ausgangssituation analysiert.

Aufgabe: Bestimmung der Zielsetzungen der Szenarioanalyse

Ziel der Szenarioanalyse in dieser Arbeit ist es, Determinanten der Wettbewerbsfähigkeit der Automobilindustrie zu identifizieren, aus denen Maßnahmen zur Gestaltung der Transformation abgeleitet werden können. Die zentrale Fragestellung der folgenden Analyse lautet daher:

"Welche Schlüsselfaktoren sind für die Sicherung der Wertschöpfung in der Automobilindustrie in Österreich bis 2035 relevant?"

Aufgabe: Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands (Szenariofeld)

Die Ausgangssituation wurde bereits in Kapitel 7.1 zur Einleitung in die Fallstudie sowie in Phase 1 zur Strukturierung und Abgrenzung des Untersuchungsraums hinreichend beschrieben. Aufbauend auf den Ergebnissen der Abgrenzung und der Beschreibung des Wertschöpfungssystems werden Einflussbereiche definiert, die den Untersuchungsgegenstand der Szenarioanalyse direkt umgeben. Durch die Verschärfung der gesetzlichen Regelungen in Richtung Dekarbonisierung sind beispielsweise die Einflussbereiche „Politik“ und „Umwelt“ von hoher Relevanz. Aufgrund der starken Abhängigkeitsverhältnisse der österreichischen Zulieferindustrie sind ebenso die Einflussbereiche des Branchenumfelds inklusive Kunden, Märkte und Lieferanten von Bedeutung. Aus der bisherigen Aufarbeitung werden damit folgende übergeordnete Einflussbereiche festgelegt, in welchen relevante Einflussfaktoren aufgenommen werden:

- **Einflussbereiche des globalen Umfelds:** Politik, Ökonomie, Gesellschaft, Technologie, Umwelt, etc.
- **Einflussbereiche des direkten Branchenumfelds:** Standort, Lieferanten, Regulatorik, Märkte, etc.

Die Bereiche sind bewusst sehr allgemein gehalten, um den Katalog potenzieller Einflusswirkungen für die Szenarioanalyse möglichst vollständig zu erfassen.

Schritt 2.2 | Szenariofeld-Analyse

Nach der Beschreibung des Vorgehensmodells ist das Ergebnis von Schritt 2.2 eine Liste von bewerteten Schlüsselfaktoren, die einen besonders großen Einfluss auf den Untersuchungsgegenstand ausüben. Dazu werden zunächst allgemeine Einflussfaktoren in den oben definierten Einflussbereichen gesammelt.

Aufgabe: Identifizierung und Sammlung von Einflussfaktoren

Zur Ermittlung der Einflussfaktoren wurden diverse Methoden angesetzt. Durch eine Analyse bestehender Publikationen und Datenbanken wurden insbesondere volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren des globalen Umfelds erhoben. Darüber hinaus wurden durch einen Workshop und Interviews mit Vertreterinnen und Vertretern der Branche direkte Faktoren aus dem Umfeld der Branche erhoben.

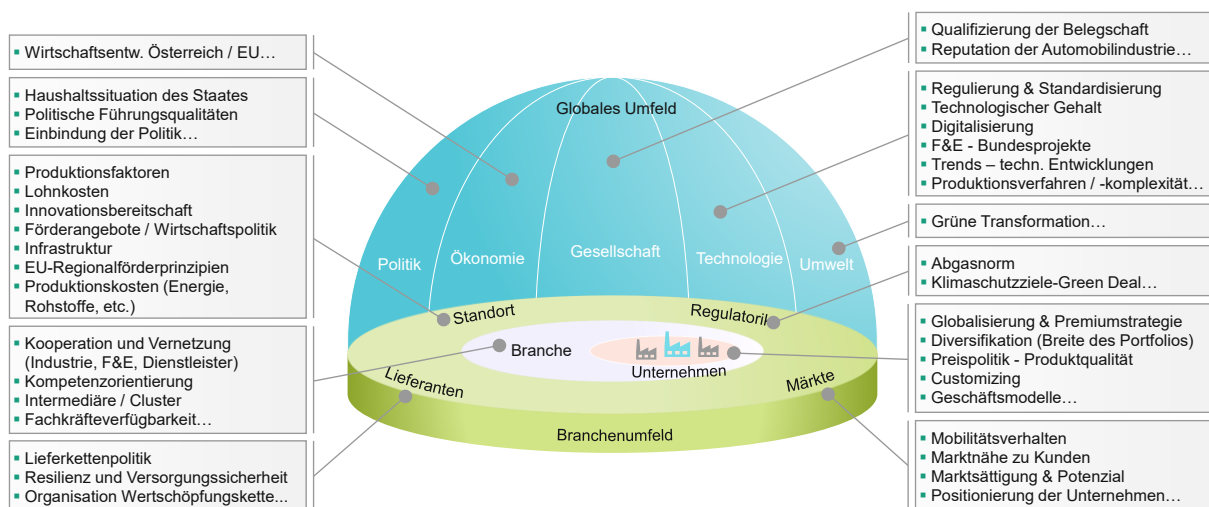


Abbildung 57: Auszug der Einflussfaktoren aus den definierten Einflussbereichen

Insgesamt konnten rund 80 Einflussfaktoren auf die Wettbewerbsfähigkeit der Automobilindustrie identifiziert werden, die im Folgenden einer Clusterung nach ähnlichen Faktoren unterzogen wurden. Abbildung 57 zeigt einen Auszug der Faktoren nach der inhaltlichen Aggregation und Clusterung.

Aufgabe: Bewertung der identifizierten Einflussfaktoren

Naturgemäß sind nicht alle Faktoren gleichermaßen relevant, wie die Expertinnen- und Expertengespräche sowie die Anzahl der Nennungen in den Publikationen zeigen. Nach der beschriebenen Methodik in Abbildung 28 werden die Faktoren daher einer Einflussanalyse sowie einer Relevanzanalyse unterzogen, mit welchen der Vernetzungsgrad und die Systemrelevanz der Einflussfaktoren bewertet werden können. Aus den errechneten Aktiv-, Passiv- und Relevanzsummen werden nach Kapitel 6.2.2.2 jene Einflussfaktoren mit der größten Relevanz für die Szenarioanalyse ausgewählt. Die Matrizen zur Bewertung der Aktiv-, Passiv- und Relevanzsummen sind aufgrund des Umfangs schematisch in Abbildung 58 dargestellt.

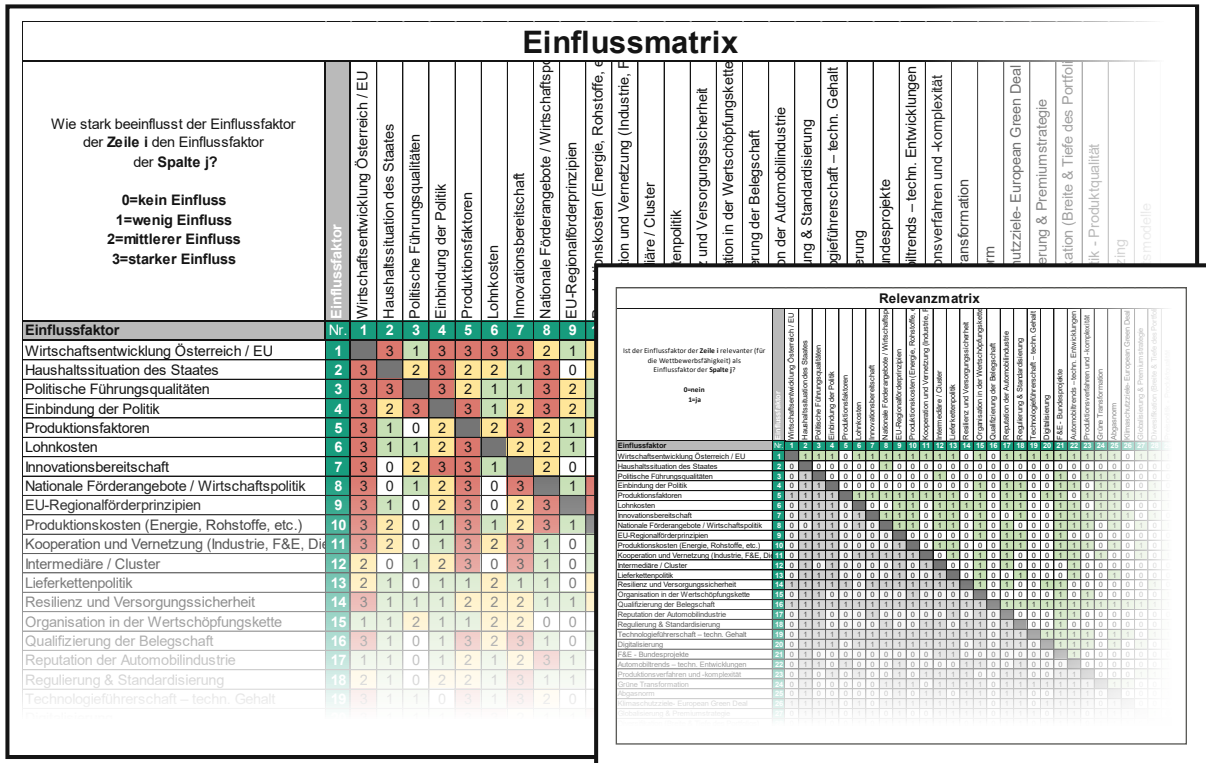


Abbildung 58: Einflussfaktorenbewertung mittels Einfluss- und Relevanzanalyse

Aufgabe: Auswahl von Schlüsselfaktoren für die Szenarioanalyse

Auf Basis der errechneten Aktiv-, Passiv- und Relevanzsummen in Abbildung 58 werden die relevantesten Schlüsselfaktoren für die zugrundeliegende Leitfrage abgeleitet: Dazu werden die Schlüsselfaktoren in Abbildung 59 anhand der errechneten Summen in einem Aktiv-Passiv-Raster dargestellt. Anschließend erfolgt eine Auswahl jener Faktoren mit besonders hoher Einflusswirkung auf die anderen Faktoren (Aktivsumme) und hoher Relevanz (Relevanzsumme) im paarweisen Vergleich.

Dieser Filterung entsprechend, erweisen sich beispielsweise die Faktoren „Wirtschaftsentwicklung Österreich / EU“, „Produktionsfaktor Kapital“, „Produktionsfaktor Humankapital“ oder auch der Faktor „Kooperation und Vernetzung (Industrie, F&E, Dienstleister)“ als besonders relevante Größen für die Wettbewerbsfähigkeit der Automobilindustrie.

Faktoren, die aufgrund ihrer geringen relativen Relevanz weniger ins Gewicht fallen oder deren Beeinflussbarkeit schwierig ist, sind im Aktiv-Passiv-Raster schraffiert markiert und werden im Folgenden ausgeklammert. Damit wird die Liste der Einflussfaktoren auf 29 wesentliche Schlüsselfaktoren reduziert (nicht-schraffierte Markierungen im Aktiv-Passiv-Raster).

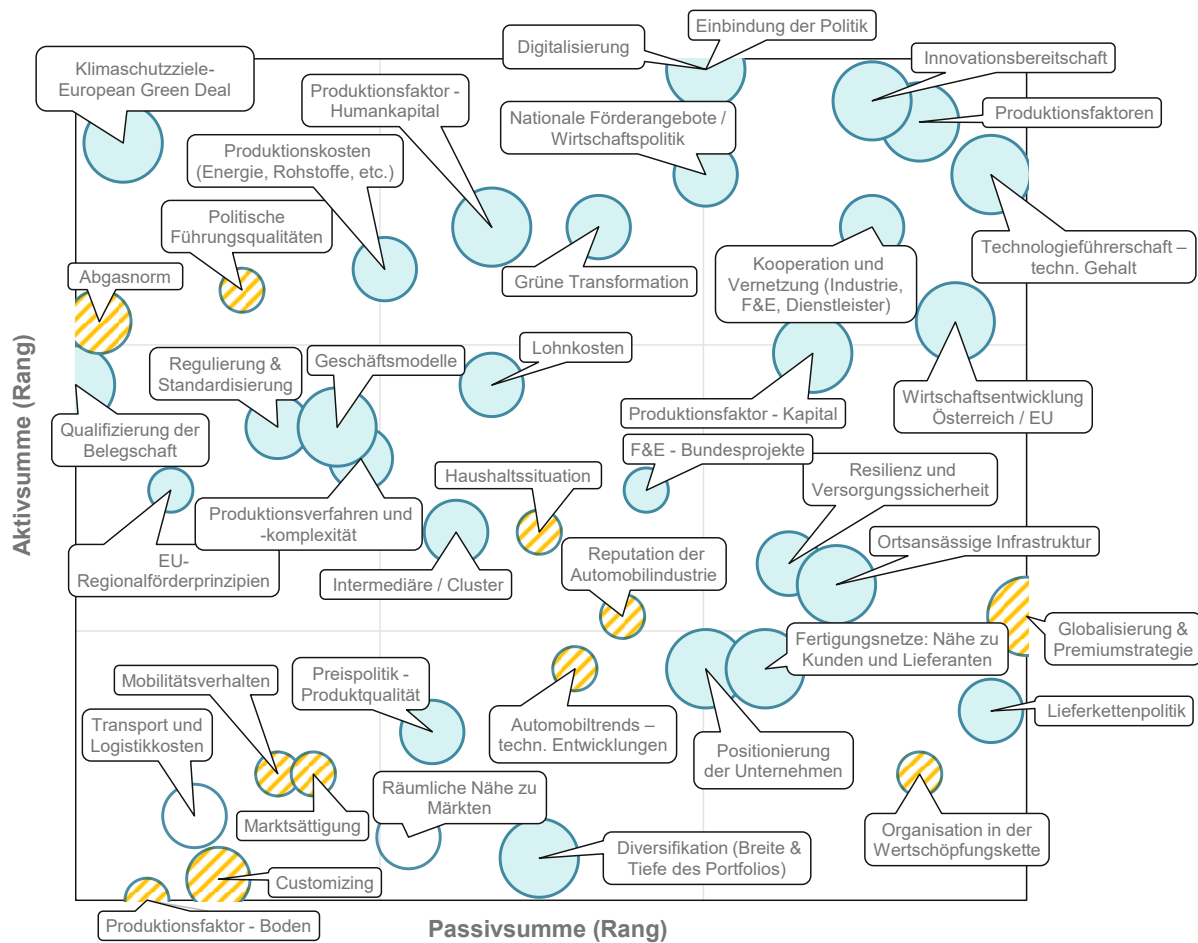


Abbildung 59: E2.2 | Aktiv-Passiv-Raster zur Identifikation der Schlüsselfaktoren

Schritt 2.3 | Szenario-Prognostik

In Schritt 2.3 wird der Zukunftsraum möglicher Entwicklungen für die Schlüsselfaktoren erstellt und qualitativ beschrieben. Für die Entwicklung der Projektionen wird analog zur technologischen Analyse ein Zeitraum bis 2035 zugrunde gelegt, dem Jahr, bis zu dem Pkw mit konventionellem Verbrennungsmotor zugelassen werden können. Für die 29 ausgewählten Schlüsselfaktoren wurden entsprechende Zukunftsprojektionen durchgeführt, um den möglichen Zukunftsraum dieser Faktoren aufspannen. Die Projektionen wurden nach Kapitel 6.2.2.3 auf Basis von Gruppendiskussionen unter Anwendung diverser Kreativitätstechniken (z. B. Brainstorming) erstellt.

Für den ersten Faktor SF1 „Wirtschaftsentwicklung Österreich / EU“ ist beispielsweise eine durch Internationalisierung, Wettbewerb, globale Krisen und Strukturwandel getriebene Entwicklung von stagnierendem oder sogar rückläufigem Wachstum über moderatem Wachstum bis hin zu dynamischem Wachstum möglich. Für den Faktor SF4 „Einbindung der Politik“ reicht der Zukunftsraum von einer proaktiven Einbindung bis hin zu keiner politischen Unterstützung, bei der die Transformation dem Marktdruck und der Verbrauchernachfrage überlassen wird. Aufgrund des Umfangs aller Projektionen ist in Abbildung 60 ein Auszug für einige Schlüsselfaktoren dargestellt.

...

SF 4: *Einbindung der Politik*

A	Proaktive Förderpolitik: Strenge Emissionsstandards, großzügige Subventionen und Anreize, um die Industrie zur Umstellung auf alternative Antriebe zu bewegen und eine gut entwickelte Ladeinfrastruktur zu schaffen.
B	Ausbalancierte Unterstützung und Regulierung: Schrittweise verschärfte Emissionsstandards, moderate Subventionen und schrittweiser Ausbau der Ladeinfrastruktur, um den Industriewandel zu fördern und den Wettbewerb zu stärken.
C	Geringe bis keine politische Unterstützung: Unveränderte Emissionsstandards, begrenzte Anreize und Subventionen; die Industrie ist auf sich allein gestellt, die Transformation geschieht hauptsächlich durch Marktdruck und Verbrauchernachfrage.

...

SF 16: *Qualifizierung*

A	Innovationszentrierte Qualifizierung: Die Politik legt einen starken Fokus auf hochqualifizierte Bildungsprogramme und engen Industriebezug, um die Anpassungsfähigkeit der Arbeitskräfte an neue Technologien sicherzustellen.
B	Flexibles lebenslanges Lernen: Die Bildungspolitik betont kontinuierliche Weiterbildung und digitale Kompetenzen, um den ständig veränderlichen Anforderungen des Arbeitsmarktes gerecht zu werden.
C	Qualifizierungslücke und Fachkräftemangel: Durch unzureichende Qualifizierungsmaßnahmen entsteht ein Mangel an Fachkräften mit den benötigten Fähigkeiten, was die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft gefährden kann.

...

SF 8: *Nationale Förderangebote / Wirtschaftspolitik*

A	Innovationszentrierte Wirtschaftspolitik: Fokus auf Technologieentwicklung, massive Investitionen in Forschung, Förderung von Innovationen durch Anreize und Förderprogramme, zur Entwicklung von Lösungen elektrif. Antriebe.
B	Nachhaltige Wirtschaftspolitik: Schwerpunkt auf Umweltschutz, sozialer Verantwortung und Ressourceneffizienz, gezielte Subventionen für umweltfreundliche Tech. und erneuerbare Energien, grüner Infrastruktur und Kreislaufwirtschaft.
C	Marktorientierte Deregulierung: Wirtschaftspolitik setzt weniger Regulierung und gibt mehr unternehmerische Freiheit, steuerliche Anreize werden reduziert, um Wettbewerb und Innovation zu fördern, mit Vertrauen in den Marktmechanismus.

...

SF 11: *Kooperation und Vernetzung*

A	Nationale Innovationsallianzen: Starke inländische Kooperationsbeziehungen zwischen Industrie, Forschungseinrichtungen und Regulierungsbehörden existieren zur gemeinsamen Entwicklung von Technologien für alternative Antriebe.
B	Internationale Kooperationsnetzwerke: Industriekooperation bestehen über Ländergrenzen hinweg, um Partnerschaften mit ausländischen Akteuren für gemeinsame Forschung und globalen Technologieaustausch zu schaffen.
C	Branchenübergreifende Synergien: Intensive Kooperationsbeziehungen bestehen über Branchengrenzen hinweg, um Kompetenzen der Industrie Inside-Out in andere Bereiche zu überführen und die Unternehmen zu diversifizieren.
D	Stagnation des Kooperationsniveaus: Beibehalten des Status quo und bestehender Partnerschaften infolgedessen Entwicklungen hauptsächlich in bestehenden Komponentenfeldern vorangetrieben werden.

...

SF 36: *Produktionsfaktor - Kapital*

A	Unzureichende Kapitalausstattung: Kapitalengpass hemmt die finanzielle Handlungsfähigkeit der Unternehmen bei der Transformation, was den Umstieg auf neue Geschäftsfelder und damit langfristig die Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigt.
B	Diversifizierte Finanzierungsstrategien: Nutzen alternative Quellen wie Venture Capital und Crowdfunding, um die Belastung der Transformation zu verteilen und die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken.
C	Gezielte Förderprogramme und Finanzierungsoptionen: Staatliche Unterstützung, Zuschüsse und steuerliche Anreize unterstützen Unternehmen aller Größen bei der Transformation und ermöglichen die erfolgreiche Umstellung.

...

SF 38: *Ortsansässige Infrastruktur*

A	Hybridisierung von Forschungsinfrastruktur: Die strategische Schaffung und Hybridisierung moderner (Test)-Infrastrukturen, erhöht die Explorationskapazität der Unternehmen und führt zu regionalem Wissens- und Technologietransfer.
B	Durch das Fehlen einer angemessenen öffentlichen Forschungsinfrastruktur wird das Innovationspotenzial der Unternehmen

Abbildung 60: E2.3 | Projektionen der Schlüsselfaktoren mit Zuordnung der Szenarien

Mit Hilfe der einzelnen Projektionen in Abbildung 60 wird der Trichter möglicher Zukunftsausprägungen aufgespannt, aus dem im nächsten Schritt sinnvolle Szenarien kombiniert werden.

Schritt 2.4 | Szenario-Bildung

Aus den einzelnen Projektionen der Schlüsselfaktoren werden in sich konsistente Szenarien definiert, welche denkbare zukünftige Entwicklungen des Betrachtungsfeldes darstellen. Die Szenarien beschreiben somit die zukünftige Entwicklung der Wertschöpfung in der Automobilindustrie am Standort Österreich auf Basis der wahrscheinlichsten Ausprägungen der Schlüsselfaktoren je Szenario.

Aufgabe: Projektionsbündel ermitteln

Nach der Beschreibung des Vorgehensmodells in Kapitel 6.2.2 werden im Rahmen einer Szenarioanalyse zunächst in sich konsistente Projektionsbündel, z. B. mit Hilfe einer Konsistenzmatrix, entwickelt. Aus diesen werden durch Clusterung ähnlicher Bündel die endgültigen Szenarien ausgewählt, welche die Bandbreite denkbarer Entwicklungen abdecken sollen.

Aufgrund der Vielzahl von Schlüsselfaktoren und der damit verbundenen Vielzahl von Projektionsbündeln wurde dieser Bottom-up-Ansatz in der Fallstudie adaptiert. Die Ausrichtung der Szenarien orientiert sich in der Fallstudie an den in den theoretischen Grundlagen in Kapitel 2.1.1 dargestellten Möglichkeiten der Pfadentwicklung in technologieinduzierten Transformationsprozessen. Tripl und Frangenheim (2018) beschreiben dabei grundsätzliche Möglichkeiten, wie sich Strukturen und Regionen wirtschaftlich entwickeln können, je nachdem, ob eine Förderung und Diffusion neuer Technologien (z. B. elektrifizierte Antriebsstränge) stattfindet oder die Regionen an alten und etablierten Pfaden (z. B. Verbrennungsmotor) festhalten. Für diese Arbeit wird zwischen den Formen Pfadfortsetzung, Pfadmodernisierung, Pfadbranching und Pfadtransplantation unterschieden. Mit diesen Transformationspfaden werden die Entwicklungsoptionen für den Wirtschaftsraum und die Transformation der Automobilindustrie umfassend beschrieben.

Für die Fallstudie werden daher diese Transformationspfade als Zielszenarien verwendet. Da diese Szenarien in sich konsistent sind, ist nach der Beschreibung des Vorgehensmodells eine Konsistenzmatrix zur Zusammenführung der erstellten Zukunftsprojektionen nicht erforderlich. Im Fallbeispiel wird daher untersucht, welche Zukunftsprojektionen aus Abbildung 60 den vier Szenarien zugeordnet werden können, d. h. welche Projektionen diese Szenarien unterstützen.

Neben der Komplexitätsreduktion hat dieses Vorgehen den Vorteil, dass den vier Szenarien nach Tripl und Frangenheim (2018) unterschiedliche Politikansätze zugrunde liegen, z. B. der Abbau von Subventionen, um alte Pfade aufzubrechen, oder die Förderung von Wissensaustausch, um neue Pfade entstehen zu lassen. So können in Phase 3 passgenaue Handlungsempfehlungen entsprechend dieser Zielszenarien erarbeitet werden.

Die Zuordnung der Projektionen zu den vier Szenarien wurde im Fallbeispiel erneut durch Gruppendiskussionen im Projektteam unterstützt. Abbildung 61 zeigt auszugsweise die Zuordnung einzelner Zukunftsprojektionen zu den Szenarien.

		Szenario 1 Fortsetzung	Szenario 2 Modernisierung	Szenario 3 Branching	Szenario 4 Transplantation
...					
SF 4: Einbindung der Politik					
A	Proaktive Förderpolitik		x		
B	Ausbalancierte Unterstützung und Regulierung				x
C	Geringe bis keine politische Unterstützung	x			
...					
SF 16: Qualifizierung					
A	Innovationszentrierte Qualifizierung				
B	Flexibles lebenslanges Lernen				
C	Qualifizierungslücke und Fachkräftemangel	x			
...					
SF 8: Nationale Förderangebote / Wirtschaftspolitik					
A	Innovationszentrierte Wirtschaftspolitik		x		x
B	Nachhaltige Wirtschaftspolitik			x	
C	Marktorientierte Deregulierung	x			
...					
SF 11: Kooperation und Vernetzung					
A	Nationale Innovationsallianzen	x	x		
B	Internationale Kooperationsnetzwerke				x
C	Branchenübergreifende Synergien			x	
D	Stagnation des Kooperationsniveaus	x			
...					
SF 36: Produktionsfaktor - Kapital					
A	Unzureichende Kapitalausstattung	x			x
B	Diversifizierte Finanzierungsstrategien			x	x
C	Gezielte Förderprogramme und Finanzierungsoptionen		x	x	
...					
SF 38: Ortsansässige Infrastruktur					
A	Hybridisierung von Forschungsinfrastruktur		x	x	
B	Unzureichende öffentliche Forschungsinfrastruktur				

Abbildung 61: E2.4 | Zuordnung Schlüsselfaktoren zu Szenarien

Nachfolgend werden die Szenarien und die zugehörigen Projektionen zusammenfassend beschrieben.

Aufgabe: Clusterung und Ableitung konsistenter Szenarien

Im Folgenden werden die ausgewählten, in sich konsistenten Szenarien vorgestellt, die Unterschiede aufgezeigt und die zugrundeliegenden Politikansätze beleuchtet:

- **Szenario 1 | Pfadfortsetzung:** „Pfadfortsetzung“ bezeichnet die Beibehaltung bestehender Technologiepfade, Konfigurationen und überwiegend traditioneller Branchen, die eher durch inkrementelle Innovationen als durch radikale Veränderungen gekennzeichnet sind. Vorhandenes Wissen wird in etablierten Kompetenzfeldern angewendet, wodurch die Explorationskapazitäten für neue Pfade begrenzt sind. Bezogen auf das Fallbeispiel bleibt die Industrie in diesem Szenario aufgrund eines „Lock-ins“ durch eine starke Konzentration der Ressourcen auf den konventionellen Pfad (Verbrennungsmotor) und eine (Über-)Spezialisierung auf klassische mechanische Komponenten und „alte“ Pfade geprägt. Aus der Zuordnung der Zukunftsprojektionen in Abbildung 61 ergibt sich beispielhaft ein Bezug zu den folgenden Projektionen: Im Schlüsselfaktor SF16 „Qualifizierung der Belegschaft“ bzw. im Faktor SF5 „Produktionsfaktor – Wissen“ werden zu wenig Anstrengungen im Bildungssystem unternommen, um neues Wissen aufzubauen und Fachkräfte in neuen Bereichen zu qualifizieren. Als Projektion in der Zukunft stehen damit nicht genügend Spezialistinnen und Spezialisten im Bereich alternativer Antriebe zur Verfügung. Forschung und Entwicklung konzentrieren sich weiterhin auf die Verbesserung des Wirkungsgrades, der Leistung und der Emissionskontrolle von Verbrennungsmotoren. Nach der technologischen Analyse in Phase 1 konzentrieren sich damit auch Forschungsausschreibungen z. B. auf den Einsatz alternativer gasförmiger oder flüssiger Energieträger, die Effizienzsteigerung des Antriebsstrangs durch spezielle Betriebsbedingungen, zusätzliche Variabilität, mechatronische Subsysteme oder den Einsatz neuer Werkstoffe etc. Ähnliches gilt für die Faktoren SF23 „Produktionsverfahren und -komplexität“ und SF20 „Digitalisierung“, bei denen der Schwerpunkt eher auf der Optimierung bestehender Prozesse als auf der Entwicklung fortschrittlicher Prozesse für neue Komponenten liegt. In den Faktoren SF4 „Einbindung der Politik“ oder SF18 „Regulierung & Standardisierung“ werden keine regulatorischen Maßnahmen oder Förderungen eingeführt, um den Umstieg auf die Elektromobilität zu forcieren. Die politische Unterstützung für konventionelle Technologien erfolgt durch gezielte Förderungen, geringe oder keine CO₂-Steuern und keine Verbote für Verbrennungsfahrzeuge.
- **Szenario 2 | Pfadmodernisierung:** Im Gegensatz zur inkrementellen Innovation steht die Pfadmodernisierung für einen radikaleren Wandel innerhalb bestehender Pfade, z. B. durch organisatorische Innovationen oder die Integration neuer Technologien.⁵⁷³ Im Fallbeispiel ist dieser Pfad durch eine

⁵⁷³ vgl. Tripl und Frangenheim 2018, S. 54ff.

erfolgreiche Umstellung auf elektrifizierte Antriebskomponenten oder eine verstärkte Nischenentwicklung in reifen Industriezweigen, z. B. im Bereich landwirtschaftlicher Fahrzeuge, gekennzeichnet. Auch diesem Szenario können verschiedene Projektionen zugeordnet werden: Im Faktor SF4 „Einbindung der Politik“ unterstützt die Politik aktiv den Umstieg auf elektrische Antriebstechnologien, indem sie strengere CO₂-Emissionsstandards für Fahrzeuge einführt und Anreize für die Entwicklung und Produktion von Elektrofahrzeugen schafft. Durch die Synergie von fortschrittlichen staatlichen Förderprogrammen und einer zukunftsorientierten Wirtschaftspolitik (SF8 „Nationale Förderangebote / Wirtschaftspolitik“) wird eine erhebliche Steigerung der Investitionen im Bereich der Elektromobilität erzielt. Maßgeschneiderte Anreize wie substanzielle Subventionen, steuerliche Vergünstigungen sowie gezielte Förderinitiativen finden speziell bei Elektrofahrzeugen, dem Ausbau der Ladeinfrastruktur und der Herstellung entsprechender Komponenten Anwendung. Es herrschen rege Kooperationsbeziehungen verschiedener Akteure aus Industrie, Forschungseinrichtungen und Regulierungsbehörden (SF11 „Kooperation und Vernetzung“), um die Entwicklung der Elektromobilität gemeinsam voranzutreiben. Den Faktor SF14 „Resilienz und Versorgungssicherheit“ betreffend, sind Lieferketten und Handelsbeziehungen abgesichert, sodass innovative Komponenten wie beispielsweise Elektromotoren, Batterien und Leistungselektronik in Österreich gefertigt werden können. „Intermediäre /Cluster“ (SF12) spielen eine aktive Rolle bei der Bündelung von Wissen und Ressourcen zur Entwicklung neuer Komponenten und ermöglichen die Vernetzung mit aufstrebenden Akteuren.

- **Szenario 3 | Pfadbranching:** Die Entwicklung und Etablierung neuer Pfade auf der Basis vorhandener industrieller Kompetenzen kann als Pfadbranching bezeichnet werden. Diese Entwicklung ist gleichzusetzen mit der technologiekompetenzbasierten regionalen Diversifizierung bestehender Unternehmen in neue Produktfelder. Im Rahmen einer sozial-ökologischen Konversion und der Transformation des Mobilitätssystems untersuchen Autorinnen und Autoren beispielsweise eine Konversion österreichischer Unternehmen in den Bereichen „Bahn(technologie)“ oder „öffentlicher Personennahverkehr“,⁵⁷⁴ in denen typische mechanische Kompetenzen eingesetzt werden können. Nach Tripl und Frangenheim (2018) erfordert Pfadverzweigung einen proaktiven Politikansatz, der Diversifizierungsbestrebungen von Unternehmen in neue Bereiche durch eine Neugestaltung der organisatorischen und institutionellen Unterstützungsstrukturen forciert.⁵⁷⁵ Im Schlüsselfaktor SF11 „Kooperation und Vernetzung“ ist die Industrie in der Zukunft mit Unternehmen anderer Branchen außerhalb des dominierenden Pfades vernetzt, um Diversifikationspotenziale

⁵⁷⁴ vgl. Högelsberger und Maneka 2020, S. 428ff.

⁵⁷⁵ vgl. Tripl und Frangenheim 2018, S. 60.

auszuarbeiten. Intensive Kooperationsbeziehungen bestehen außerdem zu Forschungseinrichtungen und Start-ups, um Synergien zu schaffen, Neugründungen zu fördern und gemeinsam neue Geschäftsfelder zu etablieren. Öffentliche Investitionen in Forschungsinfrastruktur (SF38 „Ortsansässige Infrastruktur“) tragen maßgeblich zur Explorationsfähigkeit der Unternehmen und damit deren Innovationsfähigkeit (SF7 „Innovationsbereitschaft“) bei. Zusammenfassend besteht eine enge Verknüpfung zu solchen Projektionen, die zur Erweiterung der spezialisierten Strukturen und der Wissensbasis, zur Stärkung der Explorationskapazität, zur Mobilisierung von Akteuren in verwandten Bereichen und zum Aufbau von Beziehungen außerhalb der vorherrschenden Pfade beitragen.

- **Szenario 4 | Pfadtransplantation:** Das letzte Szenario bezeichnet schließlich den gezielten Aufbau bzw. „Import“ neuer Industrien und Wertschöpfungsketten von außen, z. B. durch ausländische Direktinvestitionen oder die Zuwanderung hochqualifizierter Arbeitskräfte.⁵⁷⁶ In Bezug auf das vorgestellte Vorgehensmodell und die Zielsetzungen dieser Arbeit weist dieses Szenario das geringste Überschneidungspotenzial auf - der Import „neuer“ Industrien muss weder mit der Automobilindustrie selbst noch mit einer vorhandenen Kompetenzbasis in Verbindung stehen. Da eine „Pfadtransplantation“ dennoch eine Strategie in der Transformation darstellen kann und sich aus den Schlüsselfaktoren generelle Maßnahmen ableiten lassen, wird dieses Szenario in die Betrachtung einbezogen. Aus Sicht der Politikmaßnahmen und Zukunftsprojektionen sind enge Verbindungen vor allem zu solchen Projektionen gegeben, die auf die Anziehung von Wissen und Ressourcen von außerhalb der Region abzielen: In der Zukunft formt die Politik (SF4 „Einbindung der Politik“) eine förderliche Kulisse für internationale Direktinvestitionen und Innovationspartnerschaften. Sie gestaltet die Integration aufstrebender Wirtschaftssektoren durch maßgeschneiderte Vorschriften und Anreize. Die nationale Wirtschaftspolitik (SF8 „Nationale Förderangebote / Wirtschaftspolitik“) fördert die Ansiedlung externer Akteure durch gezielte Anreize und Förderprogramme, um den Import neuer Wirtschaftszweige zu erleichtern. Durch die Etablierung von Forschungseinrichtungen, neuen Wissensfeldern und moderner Infrastruktur (SF38 „Ortsansässige Infrastruktur“) wurde eine Wissensbasis geschaffen, die zur Ansiedlung von Unternehmen und zum Wachstum neuer Wirtschaftszweige beiträgt. Innovationsgetriebene Intermediäre und Cluster (SF12 „Intermediäre / Cluster“) entstehen neu, um den nahtlosen Einfluss importierten Wissens auf die regionale Wirtschaft anzustoßen und Kollaborationen zu erleichtern.

⁵⁷⁶ vgl. Tripl und Frangenheim 2018, S. 54ff.

Unabhängig vom Szenario spielen einige Faktoren wie z. B. die Schlüsselfaktoren SF7 „Innovationsbereitschaft“ oder SF20 „Digitalisierung“ in allen Zukunftsszenarien eine wichtige Rolle: Um die Wettbewerbsfähigkeit langfristig zu sichern, ist in allen Szenarien eine hohe Innovationsbereitschaft erforderlich, unabhängig davon, ob Wettbewerbsvorteile in bestehenden Kompetenzfeldern im Umfeld des Verbrennungsmotors oder im Bereich neuer Antriebstechnologien auf- und ausgebaut werden.

Als Endergebnis der Phase 2 liegt mit Abbildung 61 somit eine Zuordnung der Projektionen zu den aufgestellten Szenarien vor, die den Zukunftsraum der möglichen Entwicklungen der Transformation beschreibt. Der Zukunftsraum reicht dabei von einer Beibehaltung des Status quo und einer Fokussierung auf bestehende Kompetenzfelder über eine aktive Forcierung der Transformation in Richtung elektrischer Antriebe bis hin zur Ansiedlung neuer Wirtschaftszweige zur Kompensation potenziell rückläufiger Effekte in der Automobilindustrie.

Nach dem Ergebnismodell in Abbildung 15 in Kapitel 6.1 äußert sich der Nutzen der Szenarien in zweifacher Art und Weise bei der Ermittlung von Handlungsmaßnahmen in Phase 3:

- **Politikansätze der Transformationspfade:** Die Szenarien ermöglichen durch die ihnen zugrunde liegenden Politikansätze einerseits die Initiierung von Maßnahmen in Richtung einer „erwünschten“ Zukunft und andererseits die Formulierung von Empfehlungen zur Vermeidung „unerwünschter“ Zukünfte. Während das Szenario Pfadmodernisierung gemäß den Zukunftsprojektionen auf die Destabilisierung alter Pfade setzt, z. B. durch die Beendigung politischer Unterstützung in Form von Innovationsförderungen, Subventionen oder anderen Anreizen, profitiert Pfadbranching besonders vom Aufbau transnationaler Partnerschaften mit Akteuren außerhalb der Region.⁵⁷⁷ Für das Fallbeispiel ist daher noch zu spezifizieren, welche Szenarien und Pfade als „erwünscht“ und welche als „unerwünscht“ angesehen werden: Nachdem die gesetzlichen Vorgaben aus dem „Fit for 55“-Paket bereits eingeleitet wurden und auch große OEMs und Kunden der österreichischen Zulieferer angekündigt haben, die Produktion von Fahrzeugen mit konventionellen Antrieben in Europa einzustellen, besteht das Ziel der Transformation darin, den Umstieg auf alternative Antriebe in Österreich zu bewältigen. Damit die Transformation gelingt und die in den Modellrechnungen ermittelten positiven Wertschöpfungseffekte im Bereich der elektrifizierten Antriebstechnologien realisiert werden können, wird bei der Entwicklung von Handlungsmaßnahmen vor allem das Szenario „Pfadmodernisierung“ angestrebt. Das Szenario „Pfadfortsetzung“ soll im Gegenzug vermieden werden.

⁵⁷⁷ vgl. Tripl und Frangenheim 2018, S. 59f.

- **Soll-Ist-Vergleich:** Nach der Beschreibung des Vorgehensmodells in Kapitel 6 erfolgt in Phase 3 ein Soll-Ist-Vergleich der Schlüsselfaktoren, um den aktuellen Handlungsbedarf aufzuzeigen und Maßnahmen abzuleiten. Dabei werden die den Szenarien zugeordneten Projektionen als Benchmark (Soll) verwendet. Da Maßnahmen vor allem in Richtung des Szenarios „Pfadmodernisierung“ angestrebt werden, werden die dazugehörigen, oben beschriebenen Projektionen (z. B. zu den oben genannten Faktoren SF8 „Nationale Förderangebote/ Wirtschaftspolitik“, SF11 „Kooperation und Vernetzung“ oder SF14 „Resilienz und Versorgungssicherheit“) mit der Ist-Situation verglichen.

7.4 Phase 3 | Bewertung & Ableitung von Handlungsempfehlungen

Schritt 3.1 | Bewertung der Technologiefelder

In Schritt 3.1 werden die bisherigen technologieorientierten Analysen zusammengeführt, um den Komponenten grundlegende Strategien für den weiteren Umgang mit diesen Komponenten zuzuordnen.

Aufgabe: Zusammenführung der technologischen Analyse (Komponenten) im Technologieportfolio

Nach der Beschreibung der Teilaufgaben und der Methodenbasis in Abbildung 35 erfolgt zunächst eine Einordnung der Komponenten in das Technologieportfolio auf Basis der in Phase 1 errechneten normierten Werte.

Die Achse „Strategische Relevanz“ der Komponenten wird nach Kapitel 6.2.3.1 aus dem arithmetischen Mittel der Wertschöpfungs- oder Beschäftigungsänderungen (Abbildung 49) und den absoluten Wertschöpfungs- oder Beschäftigungszahlen berechnet. Für das Fallbeispiel basiert die Berechnung auf den Beschäftigungszahlen, in Übereinstimmung mit den bisher in Abbildung 49 dargestellten Ergebnissen.⁵⁷⁸

Die Achse „Kompetenzsituation“ wird analog dazu nach Kapitel 6.2.3.1 aus dem arithmetischen Mittel der technologischen Kompetenz auf Komponentenebene (Abbildung 50) und dem mit der Euklidischen Distanz gemessenen „FIT“ der technologischen Anforderungen (Abbildung 55) und realen Standortbedingungen (Abbildung 56) berechnet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 62 eingetragen.

⁵⁷⁸ Anmerkung: Mit dem linearen Zusammenhang zwischen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten führen beide Werte zum gleichen Ergebnis

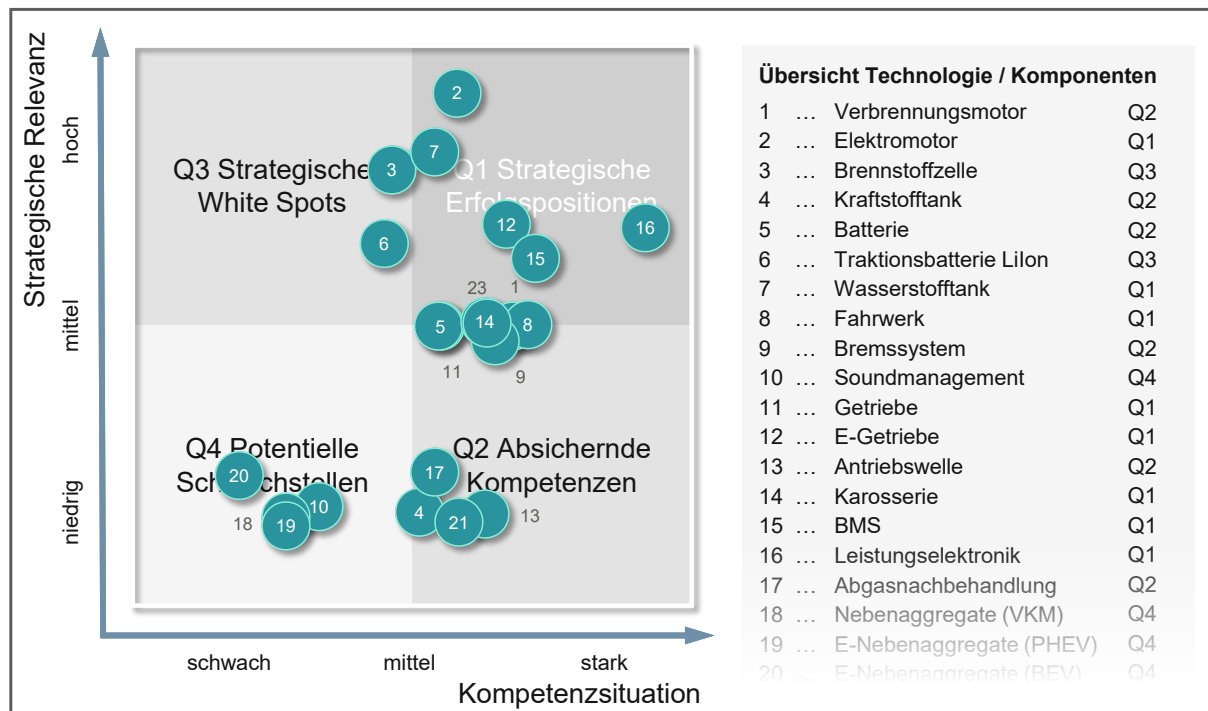


Abbildung 62: E3.1 | Bewertung der Technologiefelder im Technologieportfolio

Die Interpretation der Ergebnisse erfolgt in der folgenden Aufgabe.

Aufgabe: Erarbeitung von Basisstrategien für die Komponenten / Technologiefelder

Aus Abbildung 62 und der qualitativen Analyse in Phase 1 werden für die Untersuchung Aussagen darüber abgeleitet, welche Komponenten hinsichtlich der erzielbaren Wertschöpfungspotenziale die größte Attraktivität aufweisen und welche Anforderungen die Komponenten an eine wettbewerbsfähige Produktion stellen. So sind in Abhängigkeit der technischen Komplexität, der Automatisierbarkeit des Herstellungsprozesses oder der Dimensionen der Komponenten Faktoren wie Arbeits- und Lohnkosten, Transportkosten und -dauer oder Qualität unterschiedlich zu gewichten.

Für den OEM zählen mit den „Landed Costs“ die Teilekosten einschließlich der Frachtkosten bis zur Anlieferung im Werk. Insbesondere bei großen Teilen wie Getriebe- oder Motorgehäusen stellt damit die räumliche Nähe zum Kunden zwecks der Frachtkosten für Zulieferer einen wichtigen Standortvorteil dar. Perspektivisch sind niedrige Frachtkosten damit beispielsweise auch bei Gussteilen wie Motorblöcken, Lkw-Teilen, Sitzen oder schweren Batteriepacks relevant.⁵⁷⁹ „Strategische Erfolgspositionen“ und Wettbewerbsvorteile lassen sich ebenso im Bereich innovativer, kundenspezifischer und qualitativ hochwertiger Komponenten und Systeme realisieren, für welche eine Nähe zur Entwicklung und Synergien zu bestehender

⁵⁷⁹ vgl. Frieske et al. 2022, S. 7; McKinsey Center for Future Mobility 2021, S. 14.

Produktion wichtig sind.⁵⁸⁰ Dazu zählen beispielsweise die Kernkomponenten alternativer Antriebsstränge, bei denen nach der qualitativen Analyse hohe F&E-Sprünge zu erwarten sind.

Entsprechend der strategischen Relevanz der Komponenten auf Basis der berechneten Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale zeigt Abbildung 62 jene Komponenten, in denen die österreichische Industrie vom Strukturwandel profitieren und per Saldo hochwertige Arbeitsplätze schaffen kann. Durch zunehmende Verlagerungseffekte von klassisch mechanischen zu elektrischen Tätigkeiten, die sich in der Zuordnung der Unternehmen zu den Wirtschaftszweigen der ÖNACE-Klassifikation zeigen, liegen attraktive Ansatzpunkte vor allem bei elektronischen Komponenten wie Batteriemanagementsystemen oder der Leistungselektronik als Schaltzentrale der elektrischen Antriebstechnik. Damit verbunden sind Komponenten des Basisfahrzeugs wie Bordnetze oder Innenraumkomponenten, die von einem steigenden Elektrifizierungsgrad ebenso profitieren wie von den zu erwartenden Volumeneffekten der produzierten Fahrzeuge. Die österreichische Industrie verfügt über eine hohe Kompetenz bei Komponenten, bei denen das Wissen über Materialverarbeitung und fortschrittliche Verarbeitungsprozesse und -technologien ausgespielt werden kann, wie z. B. bei Karosserie- und Strukturbauteilen.

Strategische White Spots liegen neben den Brennstoffzellen im Bereich der Batterietechnologien, vor allem in der Batteriezellproduktion. Abgesehen von einigen Entwicklungsaktivitäten z. B. der Firmen AVL, Borealis, Miba oder Nextrom gibt es hier im internationalen Vergleich keine nennenswerten Produktionskapazitäten bzw. Planungen für deren Ausbau.⁵⁸¹ Fertigungskapazitäten in Schlüsseltechnologien sind für den Aufbau von Wertschöpfungsketten im Bereich elektrifizierter Mobilität entscheidend.

Als Ergebnis des Schrittes 3.1 werden somit die Komponenten anhand des Technologieportfolios in Abbildung 62 den Quadranten und den oben beschriebenen Basisstrategien zugeordnet. Diese Zuordnung wird in Schritt 3.4 aufgegriffen, um entsprechend der Quadranten geeignete Maßnahmen abzuleiten: Für White Spots (z. B. Traktionsbatterien, Brennstoffzellen etc.) wird geprüft, welche Maßnahmen dazu beitragen können, die Ansiedlung strategisch wichtiger Wertschöpfungsketten zu unterstützen. Für strategische Erfolgspositionen (z. B. Leistungselektronik, Komponenten des Basisfahrzeugs, BMS, Fahrwerkskomponenten etc.) wird geprüft, ob Maßnahmen notwendig sind, um bestehende Alleinstellungsmerkmale und Wettbewerbsvorteile zu erhalten.

⁵⁸⁰ vgl. Dispan und Pfäfflin 2014, S. 40.

⁵⁸¹ vgl. Frieske et al. 2022, S. 97.

Schritt 3.2 | Gap-Analyse Schlüsselfaktoren

Im Anschluss an die technologische Analyse zielt der Schritt 3.2 auf eine Bewertung der Soll-Ist-Abweichungen für die Schlüsselfaktoren ab, um darauf aufbauend Potenziale für wirksame Handlungsmaßnahmen aufzuzeigen. Der Benchmark (Soll) wird dabei den Zuordnungen der Zukunftsprojektionen der Schlüsselfaktoren zum Szenario „Pfadmodernisierung“ aus Schritt 2.4 entnommen.

Aufgabe: Qualitative Aufbereitung der Ist-Situation der Schlüsselfaktoren

Entsprechend der heterogenen Zusammensetzung der Schlüsselfaktoren wurden unterschiedliche Methoden eingesetzt, die von Sekundäranalysen bis hin zu Expertinnen- und Experteninterviews mit Führungskräften von Industrieunternehmen reichen. Diese wurden anschließend mit dem gleichen Punktwertverfahren bewertet, um Konsistenz zu gewährleisten. Ein Auszug der Aufbereitung der Ist-Situation ist in Abbildung 63 dargestellt. Die Interpretation ausgewählter Schlüsselfaktoren erfolgt im Anschluss.

SF 9: <i>EU-Regionalförderprinzipien</i>	<ul style="list-style-type: none"> „Im europäischen Vergleich wird der Aufbau von Wertschöpfungsketten in Österreich aufgrund von Benachteiligungen durch europäische Regional- und Strukturprogramme aktuell erschwert.“
...	
SF 19: <i>Technologieführerschaft</i>	<ul style="list-style-type: none"> „64 % der Klein- und Mittelunternehmen verfügen über keine Kernkompetenzen, die für den Mitbewerb schwer nachzumachen wären.“
...	
SF 20: <i>Digitalisierung</i>	<ul style="list-style-type: none"> „Für 63 % der Klein- und Mittelunternehmen ist Digitalisierung auch in den Zukunftsplänen kein Fixpunkt.“ „Nach dem Digital Economy & Society Index befinden sich österreichische Unternehmen im oberen Mittelfeld.“
...	
SF 36: <i>Produktionsfaktor - Kapital</i>	<ul style="list-style-type: none"> „Die Herausforderungen betreffen vor allem kleine Unternehmen, deren Schuldenlast in der Krise stark gewachsen ist. Es wird befürchtet, dass die Transformation nicht aus eigenen Mitteln bewältigt werden kann, da erst ein stabiles Ergebnis...“
...	<ul style="list-style-type: none"> Die Innovationskraft der österreichischen Zulieferunternehmen wird

Abbildung 63: Aufbereitung der Ist-Situation der Schlüsselfaktoren

Aufgabe: Gap-Analyse (Soll-Ist) und Punktwertvergabe

Mit der analysierten Ist-Situation aus Abbildung 63 wird ein Vergleich zu den Projektionen aus Phase 2 durchgeführt, um Handlungsbedarfe aufzudecken. Im Folgenden wird ein Auszug des Soll-Ist-Vergleichs für relevante Schlüsselfaktoren dargestellt, auf Basis dessen die Gap-Bewertung in Abbildung 64 durchgeführt wird.

Nach der Szenariobeschreibung in Phase 2 spielt beispielsweise der Schlüsselfaktor SF20 „Digitalisierung“ in allen Zukunftsszenarien eine wesentliche Rolle, um Lohnkostennachteile des Standorts auszugleichen und neue Geschäftsmodelle zu

entwickeln. Im Szenario „Pfadmodernisierung“ trägt ein hoher Digitalisierungsgrad zur Flexibilität der Produktion bei, die für die Umstellung der Produktion auf neue Komponenten und einen effizienten Serienanlauf mit anfänglich geringen Stückzahlen in neuen Märkten entscheidend ist.

Die Gegenüberstellung zur Ist-Situation ergibt ein gemischtes Bild. Aktuelle Untersuchungen in der österreichischen Industrie zeigen etwa, dass für 63 Prozent der befragten Klein- und Mittelbetriebe das Thema Digitalisierung keinen Fixpunkt in den zukünftigen Strategien darstellt.⁵⁸² Bei 455 in Österreich befragten Industrieunternehmen spielt der Einsatz von KI-Anwendungen für Produktivitäts- und Qualitätsverbesserungen für rund 36 Prozent keine Rolle, rund 55 Prozent geben an, noch keine Strategieentwicklungen gestartet zu haben.⁵⁸³ Auch nach den erfassten Kennzahlen des *Digital Economy & Society Index* (z. B. Vernetzungsgrad, digitaler Datentransfer, Kompetenzniveau der Belegschaft, etc.) befinden sich österreichische Unternehmen lediglich im oberen Mittelfeld.⁵⁸⁴ Friesenbichler et al. (2021) verorten Schwächen speziell bei der Qualität der IKT-Inputs (z. B. IT-Fachkräfte) und der IKT-Prozesse (z. B. Integration von Zulieferbetrieben).⁵⁸⁵ Der vergleichsweise geringe Digitalisierungsgrad der Industrieunternehmen in der Automobilindustrie ist mitunter auf den Zielkonflikt zurückzuführen, gleichzeitig technologische Chancen zu nutzen, um agiler zu werden, und andererseits globale Netzwerke zu optimieren, um die Effizienz zu steigern. Zudem sind mit der Transformation hin zu elektrischen Antrieben weitere Baustellen zu bewältigen.⁵⁸⁶

Im Vergleich wird die Innovationskraft (SF7 „Innovationsbereitschaft“) als hoch bewertet.⁵⁸⁷ So wurden im Jahr 2018 87 Prozent aller Unternehmen im Fahrzeugbau in Österreich als „innovationsaktiv“ bei der Umsetzung von Produkt- und Prozessinnovationen eingestuft, und damit mehr Unternehmen als im wichtigsten Herstellerland Deutschland. Die Grundlage liegt vor allem in den sehr hohen F&E-Ausgaben verglichen mit anderen Branchen.⁵⁸⁸ Die vorhandene Innovationskraft und -bereitschaft der Industrie stellt somit einen Erfolgsfaktor für die Umsetzung einer „Pfadmodernisierung“ dar, so dass aus Sicht der Gap-Analyse kein Handlungsbedarf gesehen wird.

Zur Umsetzung des in Kapitel 7.3 beschriebenen Szenarios „Pfadmodernisierung“ sind wirtschafts- und förderpolitische Instrumente und Regulierungen so auszugestalten,

⁵⁸² vgl. Gittenberger et al. 2021, S. 67.

⁵⁸³ vgl. Fuchs et al. 2022, S. 27.

⁵⁸⁴ vgl. Europäische Kommission 2022b.

⁵⁸⁵ vgl. Friesenbichler et al. 2021, S. 1.

⁵⁸⁶ vgl. Puls et al. 2021, S. 10.

⁵⁸⁷ vgl. Europäische Kommission 2022a.

⁵⁸⁸ vgl. Wolf 2021, S. 16.

dass Investitionen in Elektromobilität und entsprechende Produktionsstrukturen attraktiv sind und der Übergang in neue Geschäftsfelder erleichtert wird. Aktuelle Wirtschaftsberichte wie der „*Economic Survey Austria 2021*“ der OECD zeigen, dass Markteintrittsbarrieren für Unternehmen in Österreich unnachvollziehbar hoch sind (SF18 „Regulierung & Standardisierung“).⁵⁸⁹ So fehle es auch an steuerlichen Entlastungen für Investitionen,⁵⁹⁰ die beispielsweise für Branchenwechsel, zum Erschließen neuer Märkte bzw. für den generellen Strukturwandel benötigt werden (SF8 „Nationale Förderangebote / Wirtschaftspolitik“).⁵⁹¹ In den Expertinnen- und Expertengesprächen wird die Rolle der europäischen Regional- und Strukturprogramme betont, wonach Investitionen in heimische Produktionskapazitäten aufgrund der hohen Subventionen in den osteuropäischen Ländern an Attraktivität verlieren. Dies führt dazu, dass Produktionsstätten eher geschlossen und in Nachbarländern aufgebaut werden, als dass heimische Betriebe transformiert werden (SF9 „EU-Regionalförderprinzipien“).⁵⁹²

Nach Phase 2 setzt das Szenario „Pfadmodernisierung“ eine entsprechende Kapitalausstattung der Unternehmen voraus, um die Kosten für die Entwicklung neuer Komponenten sowie für die Modernisierung der Produktionsanlagen tragen zu können. Nach der aktuellen Situation sind von einer geringeren Kapitalausstattung (SF36 „Produktionsfaktor – Kapital“) speziell kleine Unternehmen betroffen, deren Schuldenlast in der Krise stark gewachsen ist.⁵⁹³ Es wird befürchtet, dass die Transformation nicht aus eigenen Mitteln bewältigt werden kann,⁵⁹⁴ da erst ein stabiles Ergebnis Spielräume zur Finanzierung künftiger Geschäftsmodelle eröffnet.⁵⁹⁵ Dasselbe trifft auf die aktuelle Kompetenzsituation (SF19 „Technologieführerschaft – techn. Gehalt“) zu, welche beispielsweise auch im Szenario „Pfadbranching“ eine wesentliche Rolle spielt, um vorhandene industrielle Kompetenzen in verwandten Wirtschaftszweigen einzusetzen. Demnach geben nach aktuellen Umfragen 64 Prozent der Klein- und Mittelunternehmen an, über keine Kernkompetenzen zu verfügen, die für den Wettbewerb schwer zu imitieren wären.⁵⁹⁶ Zu unscharf sind die künftig geforderten Kompetenzprofile und zu gering die verfügbaren Kapazitäten und Ressourcen, um begleitend zum Tagesgeschäft einen nachhaltigen Kompetenzaufbau zu betreiben.⁵⁹⁷

⁵⁸⁹ vgl. OECD 2021, S. 14.

⁵⁹⁰ vgl. Schneider et al. 2018, S. 22.

⁵⁹¹ vgl. Fasold und Engelke-Denker 2020, S. 76ff.

⁵⁹² vgl. Sala et al. 2022, S. 60.

⁵⁹³ vgl. Roland Berger 2021, S. 12.

⁵⁹⁴ vgl. Puls et al. 2021, S. 5f.

⁵⁹⁵ vgl. Roland Berger 2021, S. 15.

⁵⁹⁶ vgl. Gittenberger et al. 2021, S. 67.

⁵⁹⁷ vgl. Puls et al. 2021, S. 9.

Auf eine vollständige Beschreibung aller 29 Schlüsselfaktoren muss aus Platzgründen verzichtet werden. Die Bewertung aller Schlüsselfaktoren als Ergebnis von Schritt 3.2 ist in Abbildung 64 dargestellt. Die Schlüsselfaktoren sind in Abbildung 64 nach Ihrer Aktivsumme in absteigender Reihenfolge angeordnet.

Bewertung der Soll-Ist-Abweichungen der Schlüsselfaktoren zu den Projektionen 0 = kein Handlungsbedarf 1 = mittlerer Handlungsbedarf 2 = hoher Handlungsbedarf		Bewertung Likert-Skala			Kommentar
		0	1	2	
4	Einbindung der Politik			●	• Nach internationalem Vergleich stärkere Einbindung erforderlich (z.B. Koordination, Ressourcen, Regul.)
20	Digitalisierung		●	●	• Schwäche vor allem bei KMU, Positionierung nach Statistiken im internationalen Mittelfeld
7	Innovationsbereitschaft	●			• Österreichische Unternehmen der Automobilindustrie nach Erhebungen sehr innovationsaktiv
5	Produktionsfaktor - Wissen		●		• Aufbau von Qualifizierungsangeboten in allen Ausbildungsstufen erforderlich
26	Klimaschutzziele - European Green Deal	●			• Geringe Beeinflussbarkeit – aktive Mitarbeit in europäischen Projekten weiter durchsetzen
8	Nationale Förderangebote / Wirtschaftsp...		●		• Bürokratie & Mangel steuerlicher Entlastungen für Eintritt in neue Märkte / Risikokapital fehlt
19	Technologieführerschaft - techn. Gehalt			●	• Nach Studien in der Industrie mangelt es vor allem bei KMU an Kernkompetenzen für Wettbewerbsv.
11	Kooperation und Vernetzung (Industrie, ...		●		• Stärkere Internationalisierung der Partnerschaften erforderlich – neue Partner im asiatischen Raum
24	Grüne Transformation			●	• Ausbau der Wettbewerbsvorteile durch grüne Technologien nutzen
37	Produktionsfaktor - Humankapital			●	• Fachkräftesituation verschärft sich weiter – zentrale Stellhebel zur Transformation
10	Produktionskosten (Energie, Rohstoffe, ...		●		• Hohe Energiekosten in Folge mehrerer Krisen als Standortnachteil
1	Wirtschaftsentwicklung Österreich / EU	●			• Entscheidend für Investitionen und Ausgaben – schwer beeinflussbare Zielgröße
36	Produktionsfaktor - Kapital			●	• Geringe Kapitalausstattung vor allem bei KMU bemerkbar – behindert den Einstieg in neue Märkte
6	Lohnkosten		●		• Hohe Lohnkosten als Haupt-Standortnachteil und Ursache für Verlagerungstendenzen
16	Qualifizierung der Belegschaft			●	• Schulungsangebote zur Umqualifizierung der Belegschaft nur unzureichend gegeben
18	Regulierung & Standardisierung		●		• Hohe Regulierungen & Markteintrittsbarrieren verhindern den Einstieg in neue Märkte
31	Geschäftsmodelle	●			• Incentivierung hilfreich – Anpassung muss aber durch Unternehmen erfolgen
23	Produktionsverfahren und -komplexität		●		• Hohe Kompetenz am Standort, weiterer Ausbau zum Erhalt von Wettbewerbsvorteilen essenziell
21	F&E - Bundesprojekte		●		• Stärkere Ausrichtung auf Komponentenentwicklung alternativer Antriebe und Dekarbonisierung nötig
9	EU-Regionalförderprinzipien			●	• Hohe Benachteiligungen bei Förderprinzipien – Investitionen in osteurop. Standorten attraktiver
12	Intermediäre / Cluster	●			• Funktionierende Cluster und Vernetzungsmöglichkeiten in Österreich als Standortvorteil
14	Resilienz und Versorgungssicherheit			●	• Hohe Importabhängigkeiten bei „neuen“, Rohmaterialien gegeben – Versorgungssicherheit notw.
38	Ortsansässige Infrastruktur			●	• Öffentliche Test- & Betankungsinfrastruktur (z. B. für H2) steht unzureichend zur Verfügung
34	Positionierung der Unternehmen	●			• Positionierung bei Fahrzeugtypen muss durch Unternehmen erfolgen
40	Fertigungsnetze: Nähe zu Kunden und ...	●			• Zentrale Lage des Standorts als Vorteil – Beeinflussungsgrad gering
13	Lieferkettenpolitik		●		• Stärkung europäischer Wertschöpfungsketten erforderlich
33	Marktsättigung		●		• Markt bei Pkw in Europa gesättigt – Anreize vor allem bei Lkw / Sonderfahrzeugen wirksam
28	Diversifikation (Breite & Tiefe des Portf...		●		• Unterstützungsangebote für KMU (Sensibilisierung, Informationen zu Marktchancen etc.) unzureichend
35	Produktionsfaktor - Boden		●		• Hohe Flächenversiegung – Bedarf bei Ansiedlung von Wertschöpfungsstufen & Förderung von Start-Ups

Abbildung 64: E3.2 | Gap-Analyse (Soll-Ist) der Schlüsselfaktoren für die Fallstudie

Schritt 3.3 | Ableitung allgemeiner Handlungsoptionen

Im Anschluss an die Gap-Analyse werden allgemeine Handlungsoptionen zur aktiven Bewältigung des zuvor identifizierten Handlungsbedarfs erarbeitet.

Nach der Beschreibung des Vorgehensmodells in Kapitel 6.2.3.3 basiert die Erarbeitung von Handlungsmaßnahmen auf einer Kombination von Methoden und Kreativitätstechniken. Ziel ist es, zunächst ohne Bewertung der Wirkung der Handlungsmaßnahmen einen breiten Pool an Gestaltungsmöglichkeiten aufzustellen, aus welchem in weiterer Folge gezielte Maßnahmen kreiert werden.

Für das Fallbeispiel wurden Handlungsoptionen durch eine Aufarbeitung der relevanten Literatur (siehe z. B. Kapitel 2.1.4 „Erfolgsfaktoren für die Gestaltung von Transformationsprozessen“) erarbeitet, ergänzt durch Beiträge und Erkenntnisse aus durchgeführten Expertinnen- und Experteninterviews sowie Gruppendiskussionen und Workshops im Studienteam. Zusätzlich wurde eine Best-Practice-Analyse durchgeführt, um herauszufinden, mit welchen Maßnahmenpaketen europäische Nachbarländer die Transformation in der Automobilindustrie begleiten. Im Folgenden wird ein Auszug der Maßnahmen und Erkenntnisse präsentiert.

Auf Basis der Literatur und der in Phase 2 aufgestellten vier Transformations-szenarien konnten zunächst eingrenzende Politikinstrumente zur Umsetzung dieser Szenarien identifiziert werden. So wirken für das Szenario „Pfadbranching“ beispielsweise solche Instrumente unterstützend, die den Unternehmen die Gründung von Spin-offs zur Diversifizierung erleichtern, zum Beispiel durch Innovationsberatung oder dem Aufbau wirtschaftsnaher Anwenderzentren.⁵⁹⁸ Im angestrebten Szenario „Pfadmodernisierung“ unterstützt die Politik aktiv den Umstieg auf elektrische Antriebstechnologien, indem sie strengere CO₂-Emissionsstandards für Fahrzeuge einführt und Anreize für die Entwicklung und Produktion von Elektrofahrzeugen schafft. Dazu können beispielsweise Förderprogramme und Instrumente wie Subventionen und Steuererleichterungen genutzt werden, um Investitionen in die Elektromobilität zu stimulieren. Ebenso spielt der Zugang zu Wissen, Ressourcen und anderen Innovationsimpulsen von außerhalb der Region eine entscheidende Rolle.⁵⁹⁹ Aus den durchgeführten Befragungen und Gruppendiskussionen lassen sich als Maßnahmen beispielsweise der Aufbau überregionaler Kooperationen mit innovationsstarken Regionen, eine stärkere Internationalisierung von F&E-Projekten oder auch eine intensive Beteiligung an internationalen Projekten wie den „*Important Projects of Common European Interest*“ (EPCEI) ableiten.

⁵⁹⁸ Tripl und Frangenheim 2018, S. 64.

⁵⁹⁹ vgl. Tripl und Frangenheim 2018, S. 62.

In Bezug auf den Schlüsselfaktor SF11 „Kooperation und Vernetzung“ stehen öffentlichen Entscheidungsträgerinnen und -trägern noch weitere Möglichkeiten zur Beeinflussung zur Verfügung: Durch den Aufbau von regionalen Netzwerkstrukturen, insbesondere zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen, oder der Hybridisierung von Forschungsinfrastrukturen beispielsweise durch die Schaffung gemeinsamer Forschungseinrichtungen kann regionaler Wissens- und Technologietransfer positiv stimuliert werden. Durch Schaffung von Angeboten zur Finanzierung von F&E- und Innovationsvorhaben, dem Einsatz von Intermediären oder der Gestaltung kreativer Freiräume, beispielsweise für Unternehmensgründerinnen und -gründer, können neue Innovationsakteure mobilisiert werden.⁶⁰⁰

Im Hinblick auf die unzureichende Verbreitung digitaler Technologien im Schlüsselfaktor SF20 „Digitalisierung“ stehen den politischen Entscheidungsträgerinnen und -trägern verschiedene Mittel zur Verfügung, um die Adoptionsraten zu erhöhen. Dazu gehören beispielsweise eine bessere Verfügbarkeit von Hochgeschwindigkeits-Breitbandanschlüssen, der Abbau regulatorischer Wettbewerbshindernisse und bessere Finanzierungsmöglichkeiten für junge innovative Unternehmen.⁶⁰¹

Eine Best-Practice-Analyse bietet einen interessanten Ansatzpunkt, um Handlungsmaßnahmen in anderen Regionen zu vergleichen. So stellen die Transformationsanforderungen auch Industrieunternehmen in anderen Ländern vor die gleichen Herausforderungen. Ein Blick über die Grenzen in europäische Nachbarstaaten zeigt eine Vielzahl von Instrumenten und Förderprogrammen, die die Dringlichkeit der Transformation und den Wettbewerb um den Aufbau von Wertschöpfungsketten alternativer Antriebstechnologien unterstreichen:

- **Deutschland:** Mit dem Konjunkturpaket der deutschen Bundesregierung „Zukunftsinvestition Fahrzeughersteller und Zulieferindustrie“⁶⁰², dem „Zukunftsfonds Automobilindustrie“⁶⁰³ aus dem Jahr 2021 oder dem kürzlich beschlossenen „Klima und Transformationsfonds“⁶⁰⁴ aus dem Jahr 2022 existieren in Deutschland gleich mehrere Initiativen, um die Transformationsgeschwindigkeiten in der Automobilindustrie zu erhöhen. Mit den Fördersummen zielen die Pakete auf unterschiedliche Ziele ab, wie etwa dem Aufbau von Transformationsnetzwerken, der Qualifizierung von Fachkräften, der Modernisierung bestehender Produktionen, dem Ausbau der Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität oder auch dem Aufbau der deutschen Wasserstoffindustrie.

⁶⁰⁰ vgl. Koschatzky und Stahlecker 2018, S. 24.

⁶⁰¹ vgl. OECD 2021, S. 94.

⁶⁰² vgl. Wirtschaft und Klimaschutz, Bundesministerium für 2022.

⁶⁰³ vgl. Gikadi 2020.

⁶⁰⁴ vgl. Bundesministerium der Finanzen (BMF) 2022.

- **Spanien:** Ähnliche Initiativen existieren in Spanien, dem zweitgrößten Automobilhersteller in Europa. Mit dem „*Plan de Impulso a la Industria de la Automoción*“⁶⁰⁵ der spanischen Regierung sollen Wertschöpfungsketten in der Automobilindustrie gestärkt werden. Dazu wurden im Zeitraum 2020 bis 2022 Investitionen für die industrielle Wertschöpfung, für F&E im Bereich Digitalisierung, Konnektivität und nachhaltige Mobilität oder für Substitutionen von Bestandsflotten bereitgestellt. Das Programm „*Perte*“⁶⁰⁶ unterstützt gezielt strategische Großprojekte zur Schaffung eines kompletten Ökosystems für die Erzeugung von vernetzten elektrischen Fahrzeugen über die gesamte Wertschöpfungskette. Mit dem Programm soll außerdem ein Wertschöpfungsanteil der Automobilindustrie von 15 Prozent des BIPs bis zum Jahr 2030 erreicht werden.
- **Großbritannien:** In Großbritannien bietet das *Advanced Propulsion Centre* (APC) in Kooperation mit der britischen Regierung unterschiedliche Förderprogramme für britische Unternehmen an: Beispiele sind Unterstützungsangebote für junge Unternehmen, um innovative Fahrzeugtechnologien mit geringem CO₂-Ausstoß schnell von der Demonstration in die Produktion zu überführen, Programme zur großtechnischen Industrialisierung oder auch Finanzierungsprogramme zur Entwicklung einer hochwertigen, durchgängig elektrifizierten Automobilzulieferkette im Vereinigten Königreich mit Fokus auf Unternehmen, die in den Bereichen Batterien, elektrische Antriebe, Leistungselektronik, Brennstoffzellen sowie den vorgelagerten Lieferketten für Komponenten und (Roh-)Materialien tätig sind.⁶⁰⁷

Um die Handlungsoptionen für die weitere Verwendung aufzubereiten, werden diese in einer Liste zusammengeführt. Abbildung 65 zeigt einen Auszug der identifizierten Maßnahmen, gruppiert nach der thematischen Ausrichtung in die Bereiche der Innovations-, Technologie-, Bildungspolitik etc. In Abbildung 65 ist außerdem der Bezug zu den Schlüsselfaktoren angeführt, um die Maßnahmen mit den Handlungsbedarfen der Gap-Analyse aus Abbildung 64 zu verknüpfen.

⁶⁰⁵ vgl. Gobierno de España 2020.

⁶⁰⁶ vgl. Gobierno de España 2021.

⁶⁰⁷ vgl. Advanced Propulsion Centre 2021.

Longlist Handlungsoptionen

Relevanz für Schlüsselfaktoren

Innovationspolitik	
Aufbau und Unterstützung regionaler Netzwerkstrukturen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen, um den...	SF11, SF4, SF5
Aufbau überregionaler Kooperationen mit innovationsstärkeren (internationalen) Regionen zur Initiierung von Spillover-...	SF11, SF4, SF19
Etablierung neuer Forschungseinrichtungen und -zweige zur Stimulierung des regionalen Wissensaufbaus in neuen Feldern	SF5, SF16, SF4
Hybridisierung von Forschungsinfrastrukturen, um den regionalen Wissens- und Technologietransfer positiv zu beeinflussen	SF11, SF19
Aufbau von Innovations- und Start-up-Zentren zur Vernetzung von Industrie und innovativen Start-ups bei der Entwicklung...	SF11, SF31, SF19
Etablierung von Beratungsangeboten für technologieintensive Unternehmensgründungen	SF4, SF31, SF19
Schaffung von Kreativräumen für Start-ups: Maker-Spaces, Hacklab, Tech-Shops etc.	SF11, SF31, SF19
...	...
Intensivierung der Beteiligung an relevanten „Important Projects of Common European Interest“ zum Wissensaufbau in...	SF11, SF4, SF19
Technologiepolitik	
Ausbau eines flächendeckenden Breitband- und 5G-Netzes vorrangig an Industriestandorten als Voraussetzung für eine...	SF20, SF38
Projektunterstützung zur Entwicklung innovativer Lösungen zur Dekarbonisierung des Antriebsstrangs entlang der...	SF7, SF5, SF26
Projektunterstützung zur großtechnischen Industrialisierung vom Demonstrator zur Serienreife	SF36, SF10
Verstärkte Internationalisierung von F&E-Projekten zur Vernetzung in internationalen Schlüsseltechnologien	SF11, SF4, SF19
...	...
Ausbau der Test- und Forschungsinfrastruktur (z.B. Demonstrations- und Testfelder etc.)	SF7, SF5, SF26
Bildungspolitik	
Synergetische Nutzung bestehender Aus- und Weiterbildungsinitiativen von Unternehmen und Bildungseinrichtungen	SF16, SF37
Konzeption von Umschulungs-/Qualifizierungsprogrammen in enger Zusammenarbeit mit Unternehmen, Bildungsträgern...	SF11, SF16
Verstärkte Integration von elektromobilitätsspezifischen Inhalten und Schwerpunkten in bestehenden Studiengängen	SF16, SF5, SF31
Erhöhung des Praxisbezugs in der Ausbildung durch Integration von realen Anwendungsbeispielen und...	SF16, SF5
Vermittlung digitaler Grundkompetenzen in frühen Ausbildungsphasen	SF16, SF18
Übergreifende Erarbeitung von Kompetenzanforderungen für Elektromobilität und Standardisierung von Bildungsangeboten	SF16, SF31
...	...
Bessere Vermarktung des Bildungs- und Qualifizierungsangebots	SF16, SF37, SF4
Förderpolitik	
Subventionen, Steuererleichterungen und Förderprogramme für Investitionen in die Elektromobilität und zugehörigen...	SF8, SF36, SF26
Förderprogramme mit dem Fokus "Technologieentwicklung", um die Produktion von Komponenten der Elektromobilität, ...	SF8, SF36, SF7
Bereitstellung von Förderungen für die Modernisierung und Ökologisierung von Produktionsanlagen zur Umstellung auf...	SF8, SF36, SF26
...	...
Einrichtung eines Transformationsfonds zur unkomplizierten Abwicklung von Transformationsprojekten als langfristig...	SF4, SF36, SF24
Arbeitsmarktpolitik	
Rasche Vermittlung von Arbeitssuchenden in offene Stellen und Vermeidung von Vermittlungshemmnissen	SF37, SF4, SF16
Aktive Anwerbung ausländischer Spezialisten zur Deckung des Fachkräftebedarfs	SF4, SF37, SF16

Abbildung 65: E3.3 | Longlist Handlungsoptionen für die Transformation der Automobilindustrie

Schritt 3.4 | Ermittlung von Handlungsmaßnahmen

Die geleisteten Vorarbeiten bilden eine breite Informationsbasis für die Erarbeitung wirksamer Handlungsmaßnahmen. Gemäß den in Kapitel 6.2.3.4 beschriebenen Teilaufgaben wird in Schritt 3.4 zunächst die Technologiesicht mit den wettbewerbsbezogenen Analysen kombiniert. Ziel ist es herauszufinden, ob die ausgewählten Schlüsselfaktoren der Transformation eine besondere Relevanz für einzelne Komponenten und Technologiefelder haben. Auf diese Weise können die zuvor in Abbildung 65 zusammengestellten Handlungsoptionen thematisch auf spezifische Technologiefelder ausgerichtet werden.

Aufgabe: Zusammenführung der Ergebnisse und Relevanzerhebung

Nach Kapitel 6.2.3.4 erfolgt die Verknüpfung der Analyseergebnisse mit Hilfe einer Matrix, in welcher die Technologiefelder auf den Achsen den Schlüsselfaktoren gegenübergestellt werden. Für jede Kombination in der Matrix wird eine Bewertung und Einschätzung der Relevanz eines Schlüsselfaktors i in Bezug auf die spezifizierten Technologiefelder j vorgenommen. Die Bewertungsmatrix ist in Abbildung 66 dargestellt.

In der Bewertungsmatrix werden die Schlüsselfaktoren nach dem in Schritt 2.2 berechneten Aktivitätsmaß sortiert. Im oberen Teil der Matrix befinden sich somit die Schlüsselfaktoren, die einen großen Einfluss auf die anderen Faktoren und Stellhebel ausüben. Als Bewertungsgrundlage wird zusätzlich das im gleichen Schritt berechnete Relevanzmaß angegeben, das die Bedeutung der Schlüsselfaktoren hervorhebt. Auf der Ebene der Komponenten sind die entsprechenden Quadranten des Technologieportfolios angegeben, welchen die in Schritt 3.1 spezifizierten Grundstrategien zugrunde liegen.

Die Matrix stellt die bewertete Relevanz der Schlüsselfaktoren für die Komponenten dar. So ergibt sich z. B. in Abhängigkeit vom technologischen Reifegrad, dem Bauteilvolumen, dem Wertschöpfungsanteil oder der Automatisierbarkeit des Produktionsprozesses eine variierende Relevanz des betrachteten Schlüsselfaktors. So ist beispielsweise der Schlüsselfaktor SF14 „Resilienz und Versorgungssicherheit“ insbesondere für die Schlüsselkomponenten alternativer Antriebe wie Batteriesystem, Elektromotor oder Leistungselektronik relevant, bei denen kritische Materialien wie Kobalt, Lithium, Nickel, Kupfer, Silizium, Graphit, Chrom und Seltenerdmetalle wie Neodym, Dysprosium oder Bor aus wenigen, meist asiatischen Schlüsselländern bezogen werden.⁶⁰⁸ Handlungsmaßnahmen, z. B. zur Stärkung strategischer Partnerschaften in der Außenwirtschaft oder zur Suche nach alternativen Beschaffungsmärkten, können so gezielt auf diese Komponenten eingegrenzt und fokussiert werden.

⁶⁰⁸ vgl. Frieske et al. 2022, S. 92f.

Leitfrage Wie groß ist die Relevanz des Schlüsselfaktors in der Zeile i für das Technologiefeld in der Spalte j? keine Relevanz o mittlere Relevanz x hohe Relevanz Quadrant im Technologieportfolio			Gap des SF		Technologiefelder / Komponenten																			
					Q2	Q1	Q3	Q2	Q3	Q1	Q1	Q2	Q4	Q1	Q1	Q2	Q1	Q1	Q1	Q2	Q4	Q4	Q4	Q2	Q1
			Verbrunnungsmotor	Elektromotor	Brennstoffzelle	Kraftstofftank	Traktionsbatterie Lilon	Wasserstofftank	Fahrwerk	Bremssystem	Soundmanagement	Getriebe	E-Getriebe	Antriebswelle	Karosserie	BMS	Leistungselektronik	Abgasnachbehandlung	Nebenaggregate (VKM)	E-Nebenaggregate (PHEV)	E-Nebenaggregate (BEV)	Onboard-Charger	Basisfahrzeug	
4	Einbindung der Politik	2	x	o	x	x	x	o															o	
20	Digitalisierung	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	x	x	
7	Innovationsbereitschaft	0	x	o	x	x	x	o	o	o	o	x	o	o	o	o		x	x	o	o	o	o	
5	Produktionsfaktor - Wissen	1	x	x	x		x	x	x	x	o	x	o	x	x	x	x	x	o	o	o	o	x	
26	Klimaschutzziele- European Green Deal	0	o	x	x		x	o	o	o			o	o	o		o					o		
8	Nationale Förderangebote / Wirtschaftsp...	1		o	x		x	x								o							o	
19	Technologieführerschaft – techn. Gehalt	2	x	x	x	o	o	o	x	o		x	x	x	x	o	o	x	o	o	o	o	x	
11	Kooperation und Vernetzung (Industrie, ...	1	o	o	x		x	x	x	o			o	o	x	x	x					o	x	
24	Grüne Transformation	2	o	x	x		x	o	o	o			o	o	o		o					o		
37	Produktionsfaktor - Humankapital	2	x	o	o	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o		o	o	o	o	o	o	o	
10	Produktionskosten (Energie, Rohstoffe, ...	1	x	o	o	x	o	o	o	o	x	o						x	x	x	x	o	x	
1	Wirtschaftsentwicklung Österreich / EU	0			o		o																o	
36	Produktionsfaktor - Kapital	2		o	x		x	x	o					o	o								o	
6	Lohnkosten	1	x	o	o	o	o	o	x	o	o	x	o	o	o	o	o	x	o	o	o		x	
16	Qualifizierung der Belegschaft	2	x	x	x		x	x	x	o			o	o	o	x	x	x	o				o	o
18	Regulierung & Standardisierung	1	x	x	x	o	x	x				x	x			x	x	x					x	
31	Geschäftsmodelle	0	o			o																		
23	Produktionsverfahren und -komplexität	1	o	o	x		x	x	o	o		x	x	x	o	x	x	o					x	
21	F&E - Bundesprojekte	1	o	x	x		x	x	o	o			o	o	o	x	x	x	o				x	
9	EU-Regionalförderprinzipien	2	o	x	x	o	o	x	o	o			o	o	o	o	o	o	o	x	x	x	o	x
12	Intermediäre / Cluster	0	o	o	x		x	x	x	o			o	x	o	x	x	x					o	o
14	Resilienz und Versorgungssicherheit	2	o	x	x		x	o								x	o						o	
38	Ortsansässige Infrastruktur	2	o	o	x		x	x	o	o			o	o	o	o	o	o					o	
34	Positionierung der Unternehmen	0			o		o	o	o	o			o		o									
40	Fertigungsnetze: Nähe zu Kunden und ...	0	x	x	o	o	x	o	x	o			o		x	o	o						x	
13	Lieferkettenpolitik	1	o	x	x		x	o				o	o	o		x	x	o		o	o	x	o	
33	Marktsättigung	1		o	x		x	x	o	o	o			o	o	o	x	x		o	o	o	x	o
28	Diversifikation (Breite & Tiefe des Portf...	1	x			x			o	o	o	x	o	o					o	o	o		o	
35	Produktionsfaktor - Boden	1			o		o	o									o						o	

Abbildung 66: Bewertungsmatrix zur Erarbeitung von Handlungsmaßnahmen

Aufgabe: Ableitung von Maßnahmen aus Technologie- und Wettbewerbssicht

Mit der finalen Bewertungsmatrix, in welcher alle Teilanalysen zusammengeführt sind, ist eine umfangreiche Informationsbasis gegeben, auf Basis welcher finale Handlungsmaßnahmen erarbeitet werden. Nach Kapitel 6.2.3.4 wurden die Maßnahmen mit Hilfe von Workshops im internen Studienteam erarbeitet. Dabei wurde anhand der Matrix in Abbildung 66 speziell für jene Felder mit hoher Relevanz (mit „x“, beziehungsweise grün markiert) geprüft, ob sich die Handlungsoptionen aus Schritt 3.3 auf die Technologiefelder eingrenzen und ausformulieren lassen.

Die Maßnahmen werden damit teilstrukturiert unter Kombination der bisherigen Analyseergebnisse und unter Anwendung von Kreativitätstechniken und Gruppendiskussionen erarbeitet. Abbildung 67 zeigt beispielhaft Maßnahmen, die sich aus der kombinierten technologischen und wettbewerbsorientierten Betrachtung ergeben. So können als Beispiel Maßnahmen zu Forschungsförderungen mit Hilfe der Technologieanalyse in Phase 1 inhaltlich auf jene Komponenten und Forschungsfelder (z. B. Magnetwerkstoffe im Elektromotor, Platinreduktion in PEM, etc.) fokussiert werden, die aus Sicht des Technologieportfolios die höchste Priorität aufweisen (White-Spots).

Leitfrage Wie groß ist die Relevanz des Schlüsselfaktors in der Zeile i für das Technologiefeld in der Spalte j?			Technologiefelder / Komponenten																								
			Verbrennungsmotor	Elektromotor	Brennstoffzelle	Kraftstofftank	Traktionsbatterie Lilon	Wasserstofftank	Fahwerk	Bremssystem	Soundmanagement	Getriebe	E-Getriebe	Antriebswelle	Karosserie	BMS	Leistungselektronik	Abgasnachbehandlung	Nebenaggregate (VKM)	E-Nebenaggregate (PHEV)	E-Nebenaggregate (BEV)	Onboard-Charger	Basisfahrzeug				
keine Relevanz	o mittlere Relevanz	x hohe Relevanz	Q2	Q1	Q3	Q2	Q3	Q1	Q1	Q2	Q4	Q1	Q1	Q2	Q1	Q1	Q2	Q1	Q1	Q2	Q4	Q4	Q4	Q2	Q1		
Quadrant im Technologieportfolio																											
Nr. + Schlüsselfaktor	4	Einbindung der Politik	2	x	o	x	x	x	o																	o	
	20	Digitalisierung	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	x	x	
	7	Innovationsbereitschaft	0	x	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	5	Produktionsfaktor - Wissen	1																								
	26	Klimaschutzziele- European Green Deal	0																								
	8	Nationale Förderangebote / Wirtschaftsp...	1																								
	19	Technologieführerschaft – techn. Gehalt	2																								
	11	Kooperation und Vernetzung (Industrie, ...)	1	o	o	x		x	x	x	o																
	24	Grüne Transformation	2	o	x	x		x	x	o	o															o	
	37	Produktionsfaktor - Humankapital	2	x	o	o	o	o	o																	x	
	10	Produktionskosten (Energie, Rohstoffe, ...)	1	x	o	o	x	o	o																	x	
	1	Wirtschaftsentwicklung Österreich / EU	0			o		o																		o	
	36	Produktionsfaktor - Kapital	2		o	x		x																		x	
	6	Lohnkosten	1	x	o	o	o	o	o																	x	
	16	Qualifizierung der Belegschaft	2	x	x	x		x	x	x	o		o	o	o	x	x	x	o					o	o		
	18	Regulierung & Standardisierung	1	x	x			x																	x		
	31	Geschäftsmodelle	0	o			o																				
	23	Produktionsverfahren und -komplexität	1	o	o	x		x	x	x	o															x	
	21	F&E - Bundesprojekte	1	o	x	x		x	x	o																x	
	9	EU-Regionalförderprinzipien	2	o	x	x	o																x	x	x	o	x
12	Intermediäre / Cluster	0	o	o	x																				o	o	
14	Resilienz und Versorgungssicherheit	2	o	x	x																				o		
38	Ortsansässige Infrastruktur	2	o	o	x																				o		
34	Positionierung der Unternehmen	0			o		o	o	o	o				o		o									o		
40	Fertigungsnetze: Nähe zu Kunden und ...	0	x	x	o	o	x	o	x	o			o		o		x	o	o						x		
13	Lieferkettenpolitik	1	o	x	x		x	o					o	o	o		x							x	o		
33	Marktsättigung	1		o	x		x	x	o	o	o			o	o	o								x	o		
28	Diversifikation (Breite & Tiefe des Portf...	1	x			x			o	o	o	x	o	o						o	o	o			o		
35	Produktionsfaktor - Boden	1			o		o	o													o				o		

Maßnahme: Stärkere Internationalisierung in F&E-Projekten zur Vernetzung bei internationalen Schlüsseltechnologien (z. B. PEM)

Maßnahme: Qualifizierungsmaßnahmen zum Aufbau digitaler Kompetenzen (z.B. in den Bereichen Data Science, Cloud Computing, Cyber Security, Robotik, Elektronik und Mechatronik)

Maßnahme: Einrichtung eines Transformationsfonds zur unkomplizierten Abwicklung von Transformationsprojekten als langfristig gesichertes Instrument der FTI-Förderung (Fokus auf Komponenten im Bereich der „White Spots“ und „Erfolgspositionen“)

Maßnahme: Ausbildungsverbünde

Maßnahme: F&E-Ausschreibungen mit Fokus auf Komponentenforschung in Schlüsseltechnologien zur Reduktion strategischer Abhängigkeiten, z.B. durch alternative Magnetwerkstoffe im Elektromotor, Platinreduktion in PEM, Wertstoff-Recycling etc.

Abbildung 67: E3.4 | Erarbeitung von Handlungsmaßnahmen auf Basis der Bewertungsmatrix

Aus der Kombination von Technologiefeldern und Schlüsselfaktoren konnten mit der beschriebenen Vorgehensweise unter anderen folgende Maßnahmen zur Gestaltung der Transformation abgeleitet werden:

- **Qualifizierungsangebote im Bereich strategischer Komponenten:** Für Komponenten im Quadranten der strategischen Erfolgspositionen (Brennstoffzelle, Batterie, BMS, Leistungselektronik, etc.) gilt es, Chancenfelder zu identifizieren und aktiv zu erschließen. An den Schnittstellen zu den Schlüsselfaktoren ist aufgrund des hohen Handlungsbedarfs aus der Gap-Analyse (Abbildung 64) besonderes Augenmerk auf die Verfügbarkeit von qualifizierten Fachkräften (SF16 „Qualifizierung der Belegschaft“, SF37 „Produktionsfaktor – Humankapital“) sowie auf die notwendigen Bildungsangebote zum Kompetenzaufbau in den Unternehmen zu legen. Maßnahmen dazu sind neben der aktiven Anwerbung ausländischer Fachkräfte die Entwicklung neuer Aus- und Weiterbildungsangebote (z. B. im Bereich Hochvolttechnik) in Zusammenarbeit mit Unternehmen, Bildungsträgern und Hochschulen sowie die Gestaltung von Umschulungsprogrammen für zukunftsrelevante Berufe, insbesondere in den Bereichen IT und Energiesysteme. Die Ausbildung zukünftiger Automobil- und Energieingenieure sollte nach der Komponentenbewertung vor allem zusätzliche Kompetenzen in den Bereichen Elektrotechnik/ Elektronik, Elektrochemie, Simulations-, Verfahrens- und Produktionstechnik sowie Materialwissenschaften beinhalten.⁶⁰⁹ Die Berechnungen der Beschäftigungseffekte zeigen auch, dass insgesamt bis zu 10.000 Arbeitsplätze direkt Beschäftigter im Jahr 2035 gegenüber dem Basisjahr 2020 nicht mehr benötigt werden bzw. eine Neuausrichtung der Kompetenzen der Beschäftigten erfordern. Dies kann nur durch umfangreiche Qualifizierungsmaßnahmen der langjährig Beschäftigten erreicht werden.⁶¹⁰
- **Unterstützung der betrieblichen Diversifikation:** Bei den konventionellen Antriebsstrangkomponenten (z. B. Verbrennungsmotoren, Getriebe, Abgas-komponenten) sind vor allem die Zulieferer gefordert, ihre Geschäftsmodelle an die neuen Rahmenbedingungen anzupassen. Für Komponenten im Quadranten „Absichernde Kompetenzen“ besteht das Potenzial, bestehende Kompetenzen durch Diversifikation in andere Märkte und Anwendungen zu übertragen (Szenario 3 | „Pfadbranching“). Unter der Voraussetzung entsprechender Kompetenzen können Hersteller damit eine Diversifikation im Produktportfolio vornehmen (z. B. Batteriegehäuse anstatt Tanksysteme)⁶¹¹ oder bestehende Technologien und Know-how in neue Märkte transferieren und Komponenten für konventionelle Antriebsstränge z. B. im Nutzfahrzeug-, Sonderfahrzeug-

⁶⁰⁹ vgl. Austrian Association for Advanced Propulsion Systems (A3PS) 2022, S. 59.

⁶¹⁰ vgl. Sala et al. 2022, S. 9.

⁶¹¹ vgl. Meyer et al. 2021, S. 836.

oder Landmaschinenbereich produzieren (SF28 „Diversifikation“). Auf diese Weise können Markt- und Technologieführerschaft in den für die österreichische Wirtschaft typischen wissensbasierten Nischen erreicht werden. In Bezug auf konkrete Maßnahmen ist für den Eintritt in neue Märkte ein besonderes Augenmerk auf risikominimierende Instrumente zu legen, die z. B. bei Investitionen unterstützen, Risiken mindern und mögliche Absicherungen für die Transformation bieten können. Studien zeigen, dass Österreich bei der Verfügbarkeit von Risikokapital im industriellen Wettbewerb hinter dem EU-Durchschnitt zurückliegt (SF36 „Produktionsfaktor – Kapital“).⁶¹² Wie bereits der Rat für Forschung und Technologieentwicklung festgestellt hat, ist der Aufbau neuer Wertschöpfungsketten ohne die Finanzierung des raschen und nachhaltigen Wachstums junger Unternehmen kaum möglich. Die Aktivierung des österreichischen Kapitalmarktes ist daher unbedingt erforderlich.⁶¹³

- **Forschung und Entwicklungsförderung:** Die Spitzenstellung österreichischer Unternehmen bei Innovations- und Forschungsleistungen aufgrund hoher betrieblicher F&E-Aufwendungen sowie bestehender Förderprogramme bietet eine gute Ausgangssituation, um bei der Gestaltung zukünftiger Komponenten führend mitzuwirken. Die Technologieanalyse zeigt ein großes Forschungspotenzial in den Kerntechnologien zukünftiger Antriebe, sowohl in den Schrittmachertechnologien (z. B. Brennstoffzellen) als auch in vermeintlich etablierten Basistechnologien (z. B. Elektromotoren). Die Herausforderung besteht darin, die Tiefe regionaler Innovationen zu steigern, indem beispielsweise Ausschreibungen zu diesen Kernfeldern verstärkt werden. Ausschreibungen sollten auch auf vorhandene Kompetenzen und regionale Forschungsstärken abzielen und so z. B. die Entwicklung neuer Werkstoffe für den Leichtbau (Aluminium, Kunststoff, Faserverbundwerkstoffe, etc.), die Konzeption neuer Produktionsverfahren oder Pilotprojekte im Bereich Wasserstoff stimulieren (SF8 „Produktionsfaktor – Kapital“, SF19 „Technologieführerschaft – techn. Gehalt“). Ebenso sind Maßnahmen zu platzieren, die der weiteren Vernetzung von Wirtschaft und Forschung dienen. So erhöht ein intensiver Austausch die Zukunftsfähigkeit der regionalen Wirtschaft und fördert gleichzeitig neue Unternehmensgründungen durch regionale Innovationen.⁶¹⁴ Auch eine stärkere Internationalisierung der F&E-Projekte ist anzustreben. So zeigen die Expertinnen- und Expertengespräche, dass insbesondere für neue Schlüsselkomponenten und Technologien Kooperationspartnerschaften international gesucht werden müssen (SF11 „Kooperation und Vernetzung“).

⁶¹² vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) et al. 2021, S. 77f.

⁶¹³ vgl. RFTE 2021, S. 5.

⁶¹⁴ vgl. Pechlaner und Doepfer 2014b, S. 64.

- **Digitalisierungsoffensive:** Entsprechend der langfristigen Entwicklungen der fünf dem Wertschöpfungsmodell zugrundeliegenden Antriebsvarianten werden Komponenten des konventionellen Antriebsstrangs mittelfristig durch die Verbreitung von Hybridfahrzeugen eine relevante Nachfrage erfahren. Die Herausforderung für die Unternehmen besteht darin, die Produktion dieser Komponenten möglichst profitabel zu gestalten, zumal die Forschungsaktivitäten auf die Entwicklung zukunftssträchtiger Geschäftsfelder ausgerichtet werden sollten. In der Digitalisierung und der Durchdringung mit Industrie 4.0-Technologien liegt der Schlüssel zur Senkung der produktivitätsbereinigten Lohnkosten und damit zum Schutz der heimischen Industrie vor Verlagerungen an Niedriglohnstandorte.⁶¹⁵ Durch konsequente Sammlung und Nutzung von Daten ist es den Unternehmen gleichzeitig möglich, innovative digitale Produkte und Dienstleistungen zu platzieren. Eine digitalisierte, automatisierte und vernetzte Produktion bietet Herstellern gleichzeitig die Möglichkeit Individualisierungstendenzen der Produkte sowie auf immer kürzer werdende Produktzyklen adäquat reagieren zu können und gleichzeitig dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken.⁶¹⁶ Maßnahmen sind in unterschiedlichen Feldern zu verorten: Von Forschungsförderungen mit Ausschreibungsschwerpunkten in den Bereichen IoT und *Digital Twin* über Qualifizierungsmaßnahmen zum Aufbau digitaler Kompetenzen bis hin zu finanziellen Förderinstrumenten zur Modernisierung von Produktionsanlagen können Instrumente vielseitig wirken (SF20 „Digitalisierung“).
- **Investitionsunterstützung:** Eine Umstellung des Produktportfolios ist aufgrund der veränderten Produktionsprozesse nicht ohne erheblichen Kapitaleinsatz möglich. Die Analyse der Schlüsselfaktoren zeigt, dass insbesondere KMU Unterstützung benötigen, um die Anforderungen von der Entwicklung von Demonstratoren bis zur Überführung in die Serienproduktion zu bewältigen. Gerade neuere Instrumente wie die Investitionsprämie zur Bekämpfung der Covid-19-Folgen zeigen, dass richtig gesetzte Anreize Transformationsprojekte und Investitionen erheblich stimulieren können.⁶¹⁷ In Anlehnung an Initiativen europäischer Nachbarstaaten liegt eine zentrale Maßnahme in der Einrichtung eines Transformationsfonds, mit dem zeitlich befristet wirksame Anreizmechanismen für die Transformation von Unternehmen geschaffen werden können (SF36 „Produktionsfaktor – Kapital“).
- **Europäische Regionalförderungen:** Aus den durchgeführten Expertinnen- und Experteninterviews wurden weitere Handlungsfelder identifiziert, die komponentenübergreifend für den Produktionsstandort Gültigkeit haben. Dazu zählt beispielsweise die Diskussion um europäische Regional- und Struktur-

⁶¹⁵ vgl. Kügler et al. 2020, S. 209.

⁶¹⁶ vgl. Viñallonga et al. 2022, S. 56.

⁶¹⁷ vgl. Schneider et al. 2021b, S. 7ff.

programme, die derzeit zu Nachteilen bei Investitionsentscheidungen am Produktionsstandort Österreich führen. So werden nach Aussagen von Führungskräften produzierender Unternehmen der Automobilindustrie Produktionsstandorte eher geschlossen und mit Förderungen von bis zu 50 Prozent der Investitionskosten an osteuropäischen Standorten aufgebaut, bevor an Transformationsmöglichkeiten am bestehenden Standort gedacht wird. Auch dem RFTE zufolge, gilt die Schaffung eines „*level playing fields*“ zu den Grundvoraussetzungen für einen attraktiven österreichischen Produktionsstandort.⁶¹⁸ Politisch sind damit bestehende Regulativen auf europäischer Ebene zu diskutieren (SF9 „EU-Regionalförderprinzipien“).

Neben den oben genannten Maßnahmen können mit Hilfe der Bewertungsmatrix und der Longlist aus Schritt 3.3 viele weitere Maßnahmen entwickelt werden, vom Ausbau der öffentlichen Testinfrastruktur für Wasserstofftechnologien (SF38 „Ortsansässige Infrastruktur“) über die verstärkte Nutzung von Null-Emissions-Beschaffungsmaßnahmen der öffentlichen Hand (SF33 „Marktsättigung“) bis hin zur Ertüchtigung ungenutzter, brachliegender Industriegebäude zur Bereitstellung geeigneter Gewerbe- und Industrieflächen als notwendiger Standortfaktor (SF35 „Produktionsfaktor – Boden“). Die Kombination von technologie- und wettbewerbsorientierten Analysen eröffnet somit einen breiten Lösungsraum, in dem vielfältige Instrumente und Maßnahmen zur Gestaltung der Transformation in einem kreativen Prozess entwickelt werden können.

Am Ende gilt es mit der Fülle an Maßnahmen ein institutionelles Umfeld zu schaffen, in dem dynamische und innovationsgetriebene Entwicklungen das Risiko eines Lock-ins im Sinne des Szenarios 1 „Pfadfortsetzung“ verringern und bestehende Wertschöpfungsstrukturen mit hoher Flexibilität und Veränderungsbereitschaft zukunftsfähig gestaltet werden können. Eine Clusterung und Zusammenführung der Maßnahmen findet im folgenden Schritt statt.

Schritt 3.5 | Bewertung und Kommunikation der Maßnahmen

Im letzten Schritt des Vorgehensmodells werden die erarbeiteten Handlungsmaßnahmen bewertet, um eine Priorisierung und Überführung in eine zeitliche Roadmap zu ermöglichen. Die Bewertung erfolgt nach der Beschreibung des Vorgehensmodells mit einer Abschätzung des damit verbundenen Aufwands und Nutzens der Maßnahmen. Die Prioritätsberechnung als dritte Dimension erfolgt auf Basis der bereits vorhandenen Teilergebnisse wie dem Aktiv- und Relevanzmaß sowie der Bewertung aus der Gap-Analyse.

⁶¹⁸ vgl. RFTE 2021, S. 3.

Aufgabe: Aufwand-Nutzen-Bewertung der Handlungsmaßnahmen

Die Bewertung des mit den Maßnahmen verbundenen Aufwands und Nutzens basiert nach der Beschreibung in Kapitel 6.2.3.5 auf Diskussionen und Abschätzungen im Studienteam ergänzt durch direktes Feedback im Rahmen von Befragungen mit Industrievertreterinnen und -vertretern. Für die Maßnahmen, die sich hauptsächlich auf monetäre Förderungen beziehen, wurde zusätzlich eine Literaturanalyse durchgeführt, um die Wirkung vergangener Instrumente zu evaluieren und somit als Referenz nutzen zu können. So bieten retrospektive Analysen, wie zum Beispiel der Wirkung der Covid-19-Investitionsprämien in der österreichischen produzierenden Industrie,⁶¹⁹ Ansatzpunkte, mit Hilfe derer man den Nutzen solcher Maßnahmen besser bewerten kann. Die Ergebnisse der Bewertung sind zusammen mit der Liste an Maßnahmen in Abbildung 68 dargestellt. Im Folgenden werden die Kernaussagen der Aufwand-Nutzen-Bewertung zusammengefasst.

Bei den derzeit stattfindenden Verlagerungen und Umstrukturierungen von Wertschöpfungsketten ist Schnelligkeit von großer Bedeutung, um als Produktionsstandort im internationalen Wettbewerb nicht zurückzufallen.⁶²⁰ Der Aufbau strategischer Wertschöpfungsketten ist daher wesentlich, um als Produktionsstandort im Zuge technologischer Umbrüche langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben. Der größte Nutzen liegt daher vor allem in der Verbesserung der Standortfaktoren, um die Attraktivität des Produktionsstandortes sowohl für internationale Konzerne als auch für junge innovative Start-ups zu erhöhen. Zu diesen Faktoren zählen beispielsweise das Angebot an qualifizierten Fachkräften, die Verfügbarkeit von Flächen, leistungsfähige Infrastrukturen oder die Anbindung an Innovationsnetzwerke. Zu den leicht umsetzbaren Maßnahmen in Abbildung 68 zählt außerdem vor allem die Anpassung von Ausschreibungsinhalten öffentlich geförderter Forschungsprojekte, um einen Wissensvorsprung zu erlangen. Ein langfristig hoher Nutzen wird auch in Maßnahmen zur Qualifizierung und Umschulung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern gesehen sowie in der Bereitstellung von Kapital, um wirksame Anreizmechanismen für den Eintritt in neue Märkte sowohl für Start-Ups als auch für bestehende Unternehmen zu schaffen.

Aufgabe: Prioritätsberechnung der Handlungsmaßnahmen

Die Priorität wird nach dem Vorgehensmodell auf Basis des normierten Aktiv- und Relevanzmaßes sowie der Bewertung aus der Gap-Analyse als einfacher Mittelwert errechnet. Die Priorität ist in Abbildung 68 anhand der Größe der Felder einzelner Maßnahmen dargestellt.

Aus Abbildung 68 werden hohe Prioritäten vor allem Maßnahmen zugeschrieben, die eine große zeitliche Vorlaufzeit benötigen und einen großen Nutzen stiften. Zu diesen zählen beispielsweise Maßnahmen im Bereich Wissensaufbau wie etwa zur Gestal-

⁶¹⁹ vgl. Schneider et al. 2021b.

⁶²⁰ vgl. Kempermann et al. 2021, S. 137.

tion von Umschulungs-/Qualifizierungsprogrammen, verstärkte F&E-Förderungen in Schlüsselbereichen oder der intensivierten Mitarbeit in transnationalen Projekten, wie zum Beispiel IPCEI. Mit dem Durchbruch elektrischer Antriebe im Massensegment etablieren sich auf Basis neuer strategischer Partnerschaften die Lieferketten der Zukunft. Aufgrund des großen Fortschritts der Transformation kommt daher Maßnahmen, die den Einstieg in neue Geschäftsfelder unterstützen, eine besonders hohe Priorität zu. Dazu zählen beispielsweise die Bereitstellung von Risiko- und Wagniskapital für den Eintritt in neue Märkte oder die Ausgestaltung eines Transformationsfonds als Anreizmechanismus zur Förderung konkreter Transformationsprojekte in der Industrie.

Aufgabe: Aufbereitung im Maßnahmenportfolio

Das Portfolio mit den finalen Handlungsmaßnahmen ist in Abbildung 68 dargestellt. Mit der transparenten Aufbereitung im Portfolio ist eine Priorisierung der Maßnahmen und Überführung in eine zeitliche Roadmap möglich. Zur Darstellung und Kommunikation der Handlungsmaßnahmen können diese mit Hilfe von Steckbriefen abschließend aufbereitet und visualisiert werden.⁶²¹

Zusammenfassend zielt das mit dem Vorgehensmodell erarbeitete Maßnahmenpaket auf den Aufbau intakter Wertschöpfungsketten mit Unterstützung entlang des gesamten Innovationszyklus (von der Testinfrastruktur über Demonstratoren bis hin zur Serienüberleitung durch neue Produktionstechnologien) ab. Angesichts des langfristigen Charakters der Transformation und der Handlungsempfehlungen ist bei der Umsetzung jedenfalls auf stabile Rahmenbedingungen, ausreichend Zeit und eine langfristig ausgerichtete Strategie der eingesetzten Instrumente zu achten.

Das Fallbeispiel „Transformation der Automobilindustrie“ ist damit abgeschlossen. Dem *Design Science*-Ansatz folgend widmet sich das folgende Kapitel 8 einer rückblickenden Bewertung des erarbeiteten Vorgehensmodells, einem kritischen Abgleich mit den formulierten Anforderungen und Forschungsfragen sowie einer Abgrenzung der Anwendbarkeit des Vorgehensmodells und des weiteren Forschungsbedarfs.

⁶²¹ vgl. Sala et al. 2022.

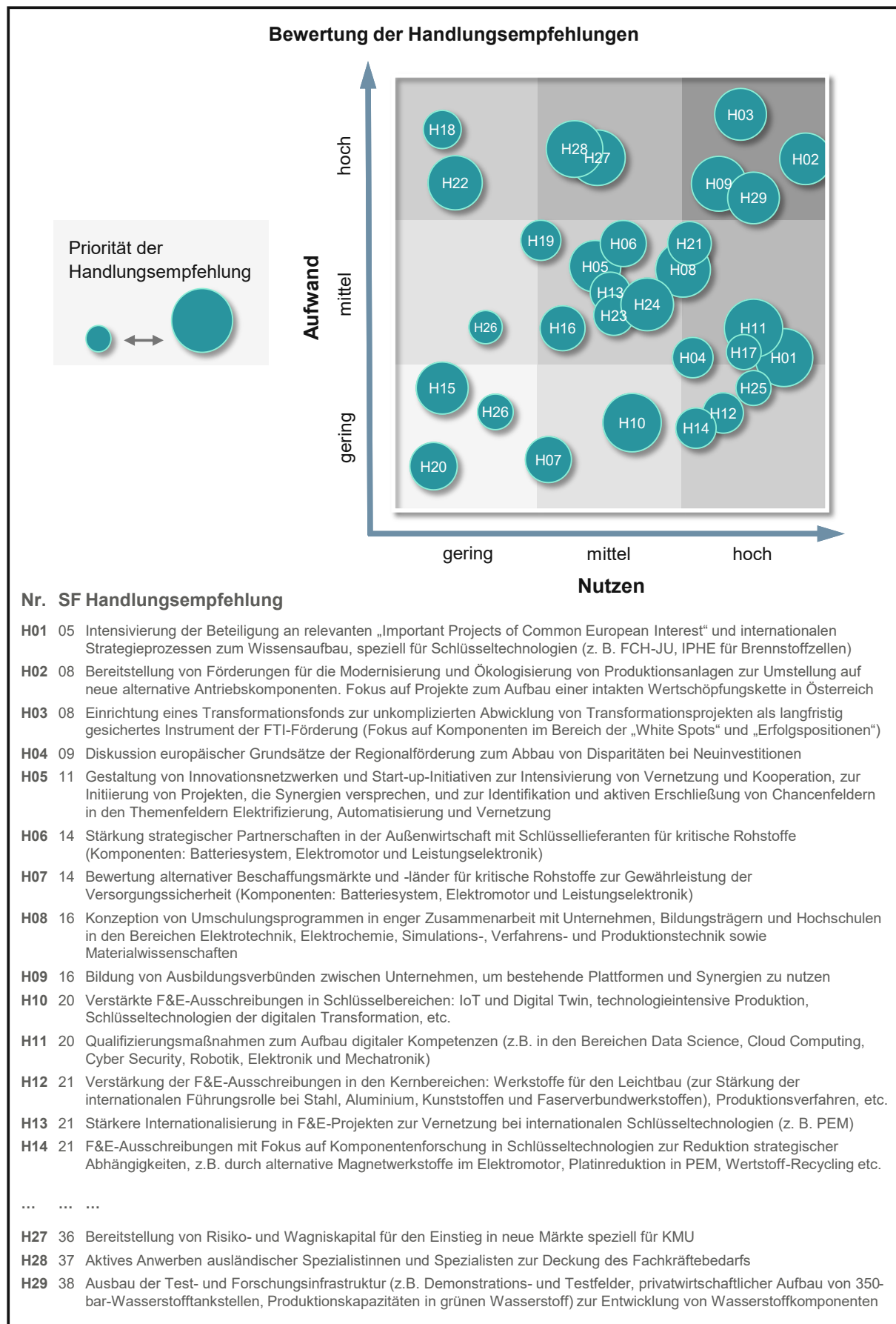


Abbildung 68: E3.5 | Portfolio zur Priorisierung der Handlungsempfehlungen

8 Resümee und Ausblick

8.1 Resümee

Diese Arbeit beantwortet die Frage, wie im Rahmen technologieinduzierter Transformationsprozesse Handlungsbedarfe auf der Ebene öffentlicher Entscheidungsträgerinnen und -träger identifiziert werden können, um Transformationschancen strukturiert zu erfassen und mit wirtschafts- und industriepolitischen Instrumenten gestaltend in die Transformation eingreifen zu können. Hierzu wurde ein mehrstufiges Vorgehensmodell entwickelt, das Aspekte der technologischen Analyse der Transformation mit einer wettbewerbs- und standortbezogenen Perspektive verbindet, um daraus passgenaue Handlungsmaßnahmen abzuleiten. Neben einer fundierten Bewertung der technologischen Auswirkungen auf bestehende Wertschöpfungsstrukturen ermöglicht die Anwendung des Vorgehensmodells die Ausrichtung auf bestehende Kompetenzfelder und Erfolgsfaktoren der Transformation, um Potenziale anhand einer transparenten und reproduzierbaren Systematik aufzuzeigen.

8.1.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Zur Strukturierung der Arbeit wurden folgende Forschungsfragen definiert:

FF1: *Welche Elemente muss das Vorgehensmodell auf der Basis aktueller Defizite im Stand der Technik enthalten, um Transformationsanforderungen, Handlungsbedarfe sowie attraktive Transformationspfade ganzheitlich zu erfassen?*

Im Kapitel 3 wurden bestehende Lösungsansätze präsentiert und gegenübergestellt. Im Rahmen der Literaturanalyse wurden verschiedene Forschungsrichtungen analysiert, um ein breites Spektrum wissenschaftlicher Literatur zu vergleichen. Neben der Bewertung quantitativer und qualitativer Methoden der Technologiefrüherkennung, -bewertung und Technikfolgenabschätzung wurden bestehende Ansätze aus dem Forschungsfeld der Diversifikation aufgegriffen, um relevante Denkanstöße und Impulse für die Fragestellung dieser Arbeit zu erfassen. Schließlich wurden aktuelle (Transformations-) Studien und Wertschöpfungsanalysen vorgestellt. Die Zusammenfassung in Kapitel 3.3 zeigt, dass es derzeit an systematischen und praktikablen Ansätzen zur kompetenzbasierten Entwicklung von Handlungsmaßnahmen für Industrien im technologieinduzierten transformativen Wandel mangelt. Bestehende Ansätze basieren methodisch nur unzureichend auf einer Bewertung der technologischen Ressourcen und Wettbewerbsvorteile von Unternehmen, die für die Ableitung passgenauer Strategien im Wandel von hoher Relevanz sind. Bei der Untersuchung von Wertschöpfungseffekten werden verschiedene Elektrifizierungsszenarien gegenübergestellt, ohne auf die wesentlichen Stellhebel einzugehen, mit denen die alternativen Zukunftsszenarien erreicht werden können. Um Transfor-

mationsanforderungen, Handlungsbedarfe sowie attraktive Transformationspfade zusammengefasst ganzheitlich zu erfassen, ist eine integrierte Betrachtung aller technologischen Auswirkungen und Potenziale sowie der wettbewerbsrelevanten Stellhebel, an welchen entsprechende Maßnahmen platziert werden können, erforderlich. Die Erfassung dieser Elemente wird mit den themenspezifischen Phasen des Vorgehensmodells sichergestellt.

FF2: *Welche Teilanalysen sind notwendig, um sowohl die technologische als auch die wettbewerbliche Perspektive im Vorgehensmodell zu vereinen und eine umfassende Bewertungsgrundlage zu gewährleisten?*

Die Grundlagen für eine umfassende Bewertungsbasis sind in der Beschreibung der Anforderungen an das Vorgehensmodell in Kapitel 5 zusammengefasst. Diese basieren auf einer strukturierten Aufarbeitung der verknüpften theoretischen Basis, von der Beleuchtung von Transformationsprozessen und Erfolgsfaktoren über Strategieentwicklungsprozesse bei technologischen Fragestellungen bis hin zur Analyse wissenschaftlicher Modelle, um innovative Methoden in einem systematisierten Ansatz zu kombinieren. Den formulierten Anforderungen entsprechend, liegen im Betrachtungsrahmen der Analysen somit neben der Fokusindustrie alle weiteren Akteure, Trends und Wechselwirkungen, die als Gegenstand des transformativen Wandels den Status quo reproduzieren und damit die Transformation direkt beeinflussen. Durch die umfassende Bewertung der technologischen Effekte, der bestehenden Stärken der Industrie sowie der Schlüsselfaktoren der Transformation wird eine zielgerichtete, auf die Fokusindustrie zugeschnittene Ableitung von Handlungsmaßnahmen ermöglicht. Aus der Anforderungsbeschreibung leiten sich die in Kapitel 6 formulierten Phasen, Schritte sowie spezifische Aufgaben im Vorgehensmodell ab, wodurch die Anforderungen eingehalten werden und eine ganzheitliche Betrachtung gewährleistet ist.

Strukturell wurde bei der Konzeption des Vorgehensmodells auf eine logische Trennung der Technologie- und Wettbewerbsanalysen in separaten Phasen geachtet. Diese Trennung erhöht die Transparenz und ermöglicht eine getrennte, teilweise parallelisierbare Erarbeitung der Teilanalysen des Vorgehensmodells. Ein wesentlicher Mehrwert des Vorgehensmodells liegt schließlich in der Informationstiefe der Teilanalysen und Zwischenergebnisse: Die Zerlegung des betrachteten technologischen Systems in einzelne Teilkomponenten und deren Einordnung in ein Technologieportfolio ermöglicht die Ableitung spezifischer Empfehlungen. Aus der Analyse der Schlüsselfaktoren und der Kombination von Zukunftsprojektionen in Szenarien wird die Zielrichtung der Transformation formuliert, um die Maßnahmen zu einem schlüssigen Gesamtkonzept in Beziehung zu setzen.

FF3: *Mit welchen Messgrößen, Metriken und Methoden ist das Vorgehensmodell auszugestalten, dass qualitative und quantitative Datengrundlagen gleichermaßen genutzt werden können, um Handlungsfelder rational und systematisch zu identifizieren und zu bewerten?*

Aufgrund der großen Anzahl und Vielfalt der Methoden der Zukunftsforschung ziehen diese gewisse Unsicherheiten in der Anwendung nach sich. Umso mehr ist auf ein sinnvolles Zusammenwirken zu achten, anstatt in undifferenzierter Weise einen Methoden-Mix ohne Bezug zum Forschungsziel anzusetzen (siehe Kapitel 3).

Neben der logischen Trennung der technologischen und wettbewerbsorientierten Analysen in die Phasen des Vorgehensmodells wurde auf eine Vereinheitlichung aller Teilergebnisse anhand derselben semiquantitativen Likert-Skalen geachtet. Mit dem Einsatz von Trendanalysen, Portfolioanalysen, Relevanz- und Einflussmatrizen integriert das Vorgehensmodell zudem eine einfache, transparente und reproduzierbare Methodenbasis. Die Kombination von quantitativen und qualitativen Methoden ermöglicht schließlich einen ganzheitlichen Bewertungsprozess, mit dem belastbare Handlungsempfehlungen für öffentliche Entscheidungsträgerinnen und -träger abgeleitet werden können: Von der detaillierten Erfassung der Ausgangssituation, des Umfelds und der Einflüsse auf das Wertschöpfungssystem, der Bewertung der technologischen Kompetenzen, Effekte und Potenziale auf Komponentenebene, der Analyse der Stellhebel der Wettbewerbsfähigkeit einschließlich möglicher Entwicklungspfade bis hin zur Ableitung allgemeiner Handlungsfelder auf Basis der Schlüsselfaktoren.

8.1.2 Erfüllung der Anforderungen an das Vorgehensmodell

Aufbauend auf den theoretischen Grundlagen wurden fünf Anforderungen definiert, nach denen das Vorgehensmodell dieser Arbeit entwickelt wurde. Im Folgenden wird erläutert, wie diese Anforderungen im Vorgehensmodell umgesetzt wurden:

A1. Untersuchung der Auswirkungen des transformativen Wandels

Der ersten inhaltsbezogenen Anforderung A1 entsprechend, setzt eine fundierte Analyse die Kenntnis der stattfindenden Veränderungsprozesse und deren Auswirkungen auf bestehende Wertschöpfungsstrukturen voraus. Bereits in den theoretischen Grundlagen wurde betriebliche Reaktionsstrategien im Rahmen technologie-induzierter Transformationsprozesse aufgearbeitet. Im Vorgehensmodell stellen die Schritte der ersten Phase sicher, dass die Auswirkungen des Wandels nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ erfasst werden. Durch die fundierte Berechnung von Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten werden sowohl technologische Chancen als auch Risiken umfassend aufgezeigt, auf deren Basis Maßnahmen entwickelt werden können. Damit wird die Anforderung A1 als erfüllt angesehen.

A2. Innensicht einnehmen – Fokus auf Wertschöpfungskompetenzen

Betriebliche Reaktionsstrategien bauen in der Regel auf vorhandenen Kompetenzen auf, um bestehende Alleinstellungsmerkmale beim Wechsel in neue Geschäftsfelder zu erhalten. Die Berücksichtigung dieser Kompetenzbasis ist daher eine Voraussetzung für das Vorgehensmodell. In Phase 1 widmet sich Schritt 1.3 dieser Aufgabe. Die Herausforderung besteht darin, die Wertschöpfungskompetenzen der Fokusindustrie möglichst umfassend zu beschreiben, die sich nicht nur aus technologischem Wissen und Ressourcen, sondern auch aus lokalen Standortbedingungen zusammensetzen. Zur Systematisierung der Analyse werden die Kompetenzen anhand der strukturierten Komponenten und Technologiefelder aufbereitet, während die Standortfaktoren anhand bewährter Modelle aus der Literatur analysiert werden. Auf Basis der Kompetenzen werden passgenaue Strategien für die einzelnen Technologiefelder abgeleitet. Die Anforderung A2 ist im Vorgehensmodell damit ebenfalls umgesetzt.

A3. Außensicht einnehmen – Erfassung der Umfeldentwicklungen

Anforderung A3 setzt gemäß Kapitel 5 eine ganzheitliche Betrachtungsebene voraus. So können dominante Systemelemente des transformativen Wandels aus Technologien, Marktstrukturen, der Industriestruktur, der Politik oder auch der regulatorischen Basis bestehen. Im Vorgehensmodell wird die Erfassung der Umfeldentwicklung insbesondere an zwei Stellen berücksichtigt: Bereits im ersten Schritt 1.1 ist eine genaue Abgrenzung des Betrachtungsrahmens für die weiteren Schritte erforderlich. Mit Hilfe von Umfeldanalysen werden zur Abgrenzung die Akteure und Schnittstellen im Umfeld beleuchtet und deren Einfluss auf den Untersuchungsraum erfasst. Die Außensicht wird auch in der Szenarioanalyse aufgegriffen, in der auf allen Systemebenen des Umfelds, von der Wertschöpfungskette über die Politik bis hin zur Gesellschaft, nach Einfluss- und Schlüsselfaktoren gesucht wird, die die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie maßgeblich beeinflussen. Die Maßnahmen werden daher unter Berücksichtigung verschiedener Zukunftsprojektionen im Umfeld der Industrie entwickelt.

A4. Methodenkombination unter Einhaltung wissenschaftlicher Gütekriterien

Die Forderung nach einer wissenschaftlichen Methodenkombination ist bereits in der Forschungsfrage FF3 verankert. Die logische Trennung von Technologie- und Wettbewerbsanalysen bis hin zur Standardisierung der Ergebnisse durch einheitliche Methoden (z. B. semiquantitative Likert-Skalen) wurde bereits erwähnt. Darüber hinaus bezieht sich Anforderung A4 auf Eigenschaften wie Nachvollziehbarkeit, methodische Transparenz und terminologische Klarheit. Durch die gewählte Methodenkombination wird das Vorgehensmodell angesichts der vielfältigen Einflussfaktoren und Störgrößen in viele kleine, aber beherrschbare Schritte und Teilaufgaben zerlegt und damit die Komplexität hinreichend reduziert. Dadurch werden Wirkzusammenhänge deutlich, um Entscheidungen, die im Rahmen des Vorgehens-

modells getroffen werden, transparent offenzulegen. Um passgenaue Ergebnisse zu erarbeiten, wurde bei der Wahl der methodischen Basis in allen Phasen auch darauf geachtet, den Input direkt von Vertreterinnen und Vertretern der Industrie oder politischen Akteuren einzubeziehen und umgekehrt die Ergebnisse von diesen bewerten zu lassen. Von explorativen Umfragen in der ersten Phase über vertiefende Workshops zur ersten Ableitung von Handlungsbedarfen bis hin zu konfirmatorischen Expertinnen- und Experteninterviews werden die Ergebnisse kontinuierlich vom Groben zum Feinen verfeinert und bedarfsgerecht weiterentwickelt. Transparenz ist somit nicht nur durch die Verknüpfung der Schritte des Vorgehensmodells in Kapitel 6.1 gegeben, sondern auch in Bezug auf die Inhalte während der Erarbeitung.

A5. Berücksichtigung unterschiedlicher zukünftiger Entwicklungen

Die Szenarioanalyse ist im Vorgehensmodell das verbindende Element, um Einflussfaktoren und Stellhebel zu identifizieren sowie unterschiedliche Zukunftsausprägungen und Transformationspfade bewerten zu können. Die Methodik der Szenarioanalyse ist in ihrer Struktur sehr offen gestaltet, so dass sowohl technologische als auch regulatorische, volkswirtschaftliche oder marktbezogene Faktoren berücksichtigt werden können. Sie bietet damit einen geeigneten Rahmen, um Teilergebnisse aus technologischen und wettbewerbsbezogenen Analysen zusammenführen zu können. Gleichzeitig ermöglicht die Methodik die Ausrichtung der Analyse auf ein konkretes Ziel, in dieser Arbeit den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der Fokusindustrie. Durch die Definition alternativer Pfadausprägungen, von der Beibehaltung des Status quo im Sinne der Pfadfortsetzung bis hin zur aktiven Investition in die Elektromobilität im Sinne der Pfadmodernisierung, werden mit Hilfe der Szenarioanalyse unterschiedliche Zukünfte auf Basis der definierten Zielsetzung abgedeckt. Das Vorgehensmodell erfüllt somit auch die gesetzte Anforderung A5.

8.2 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

Gerade wenn regulatorische, technologische oder konsumentengetriebene Veränderungen zu einem Strukturwandel führen, der einen ganzen Industriezweig betrifft, ist ein ganzheitlicher Bewertungsansatz notwendig. Für betroffene Unternehmen gilt es, Marktpotenziale durch innovative Geschäftsmodelle oder neue Produkte und Technologien zu sichern. Für den Standort wiederum ist es von großer gesellschafts- und arbeitsmarktpolitischer Bedeutung, Wertschöpfungsanteile im Land zu halten und weiter zu fördern. An den Produktionsstandorten hängen nachweislich ganze unternehmerische Ökosysteme sowie unzählige weitere Beschäftigte in Forschung und Entwicklung, die letztlich das Rückgrat des Technologiestandortes Europa bilden.

Das in dieser Arbeit vorgestellte Vorgehensmodell kann Entscheidungsträgerinnen und -träger dabei unterstützen, erfolgversprechende Hebel für die Gestaltung technologieinduzierter Transformationen zu identifizieren, um daraus geeignete Instrumente abzuleiten. Um diese Forschungsarbeit abzugrenzen und weitere Entwicklungspotenziale aufzuzeigen, seien abschließend zwei Punkte angemerkt:

- **Makrotrends im Mobilitätssystem:** Im Fallbeispiel dieser Arbeit wurde der Fokus auf die Entwicklung des Mobilitätssystems hin zu elektrifizierten Antriebssystemen gelegt. Ziel der Arbeit war es, aufzuzeigen, ob und wie der Wirtschaftsstandort von der Veränderung der technologischen Basis profitieren kann. Neben dem Wandel zur Elektromobilität prägen weitere technologische Makrotrends das Mobilitätssystem, das Verhalten der Nutzergruppen und damit die zukünftige Entwicklung von Kraftfahrzeugen. Ein Beispiel ist die zunehmende Autonomisierung der Fahrzeuge. So argumentieren Forscherinnen und Forscher, dass autonome Fahrzeuge die Gesamtzahl der Fahrzeuge im Verkehr reduzieren werden, da weniger Menschen ein eigenes Fahrzeug besitzen und stattdessen vermehrt auf elektrisch betriebene, selbstfahrende Taxis zurückgreifen werden. Durch die längere Nutzung wird auch der Verschleiß der Fahrzeuge zunehmen, so dass diese schneller ersetzt werden müssen und damit die Gesamtproduktion steigt. Im Bereich der Autonomisierung werden Wertschöpfungspotenziale vor allem im Bereich Elektrik/Elektronik und Interieurkomponenten gesehen. Da bei autonomen Fahrzeugen Lenkrad und Pedale entfallen können, kann der Innenraum mit mehr Unterhaltungselementen ausgestattet werden. Hierfür werden Sensoren und Displays benötigt, die ebenfalls Wachstum in diesen Bereichen generieren.⁶²² Die Abschätzung weiterer Potenziale und Handlungsempfehlungen kann am Beispiel der Autonomisierung und anderer technologischer Trends mit dem gleichen Vorgehensmodell durchgeführt werden.

⁶²² vgl. Kuhnert und Stürmer 2018, S. 6.

- **Diversifikationspotenziale außerhalb der Automobilindustrie:** Die Potenziale der technologischen Transformation wurden im Rahmen des Vorgehensmodells auf der Ebene der Fahrzeugkomponenten bewertet. Für produzierende Unternehmen besteht dabei im Rahmen der Diversifizierung neben der Möglichkeit der Spezialisierung auf Komponenten der Elektromobilität auch das Potenzial, neue Märkte außerhalb der Automobilindustrie zu erschließen. Bei dieser, in Kapitel 2.3 angeführten sogenannten *unverbundenen* oder *lateralen* Diversifikation, welche dem Szenario der „Pfadtransplantation“ folgt, hat das neue Aktivitätsfeld kaum Gemeinsamkeiten mit den angestammten Geschäftsfeldern des Unternehmens. Im Gegensatz zu den oben genannten technologischen Trends außerhalb der Elektrifizierung können Diversifikationspotenziale außerhalb der betrachteten Industrie mit dem vorgestellten Vorgehensmodell aufgrund des Umfangs nicht bewertet werden. Hierfür sind ergänzende Forschungsarbeiten notwendig. Für die Gültigkeit der Aussagen im Fallbeispiel der Transformation der österreichischen Automobilindustrie ist dies jedoch unproblematisch: So wurden im Rahmen der Analyse die aktuellen Strategien der produzierenden Unternehmen in der Transformation mittels einer Befragung erhoben. Dabei wurde festgestellt, dass eine laterale Diversifikation im Sinne der Erschließung neuer Geschäftsfelder außerhalb der Automobilindustrie nur von einem sehr kleinen Teil der befragten Unternehmen in Betracht gezogen wird. Der Ausbau der Marktleistungen in produktverwandten Segmenten, z. B. im Umfeld der Elektromobilität, steht bei den meisten Unternehmen an erster Stelle der Maßnahmen.⁶²³ Die Ansiedlung neuer Industriezweige von außen stellt dennoch insbesondere für periphere Regionen mit schwach ausgeprägten Innovationssystemen eine elementare Standortstrategie dar. Maßnahmen in diese Richtung, wie z. B. die Ansiedlung von universitären Forschungseinrichtungen zum Aufbau neuen externen Wissens,⁶²⁴ sollten daher für erfolgversprechende Themenfelder gesondert geprüft werden.

Die jüngst stark wachsende Nachfrage nach elektrischen Fahrzeugen stellt eine Chance für die österreichische Automobilindustrie dar. Durch die gesicherte Position deutscher OEMs im Premiumsegment sollten auch die österreichische Zulieferindustrie zumindest mittelfristig von steigenden Absätzen in diesem Segment profitieren. Durch den geringen Anteil von OEMs an der österreichischen Industrie und der in Folge breiten Diversifizierung der Unternehmen besteht die Chance, Kompetenzen und neue Märkte außerhalb traditionell gewachsener Automobilcluster aufzubauen. Gleichzeitig wird rund ein Viertel des Produktionswertes im Bereich von Verbrennungsmotoren und Getrieben erwirtschaftet. Dies setzt signifikante Anstrengungen aller

⁶²³ vgl. Sala et al. 2022, S. 30f.

⁶²⁴ vgl. Tripl und Frangenheim 2018, S. 62.

beteiligten Akteure voraus, um bestehende Strukturen und Produktionsstandorte auf Zukunftsfelder auszurichten.

Neben der Qualifizierung und Überführung von Fachkräften in neue Beschäftigungsverhältnisse, der Modernisierung bestehender (Test-)Infrastrukturen und dem Aufbau einer österreichischen Wasserstoffwirtschaft sind vor allem starke Kooperations- und Entwicklungspartnerschaften notwendig, um systematisch Kompetenzen aufzubauen und wettbewerbsfähige Produkte anbieten zu können. Die Digitalisierung der Produktion ist erforderlich, um Lohnstückkosten vor allem im Vergleich zu osteuropäischen Fertigungsstandorten auf einem wettbewerbsfähigen Niveau zu halten. Industrie- und wirtschaftspolitische Instrumente können geeignete Incentives bieten und das Risiko im Aufbau neuer Geschäftsfelder zu reduzieren. Im Oktober 2022 wurden auf Seite der österreichischen Bundesregierung eine Klima- und Transformationsoffensive zur Modernisierung und ökologischen Ausrichtung der österreichischen produzierenden Industrie angekündigt. Dazu gehören auch finanzielle Mittel zur Unterstützung einer nachhaltigen Technologietransformation u.a. in der Automobilindustrie.⁶²⁵ Es gilt nun, die angekündigten Fördermaßnahmen so auszugestalten, dass österreichische Leitbetriebe und KMU diese Unterstützungsleistungen unbürokratisch in Anspruch nehmen können, sodass neue Lösungen und Innovationen in Serie gebracht werden und die Transformation hin zu elektrifizierten Antrieben am Standort gelingt.

⁶²⁵ vgl. Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft 2023.

10 Literaturverzeichnis

Abele, Thomas (2013): Suchfeldbestimmung und Ideenbewertung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Acemoglu, Daron; Aghion, Philippe; Bursztyn, Leonardo; Hémous, David (2012): The Environment and Directed Technical Change. In: *The American economic review* 102 (1), S. 131–166. DOI: 10.1257/aer.102.1.131.

Adam, C.; Borrmann, J.; Brunner, P.; Demiroglu, D.; Dick, N.; Dworak, O. et al. (2021): Industriebuch 2021 des Industrierwissenschaftlichen Institutes. Wien.

Advanced Propulsion Centre (Hg.) (2021): Funding Competition | Niche Vehicle Network Production Readiness Competition. Online verfügbar unter <https://www.apcuk.co.uk/niche-vehicle-network-production-readiness-competition/>, zuletzt geprüft am 11.09.2022.

Advantage Austria (Hg.) (2017): Fresh VIEW on Automotive. A joint Initiative with the Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology (NO 162).

Ahrens, Kornelia; Sala, Alessandro; Schaff, Arnd (2021): Studie zum Technologie- und Innovationsmanagement - Methodeneinsatz, Ausgestaltung und Erfolgsfaktoren. Hg. v. Arnd Schaff und Thomas Abele. Essen: MA Akademie Verlags- und Druck-Gesellschaft mbH (KCT Schriftenreihe, Band 6).

Albers, Sönke; Gassmann, Oliver (2011): Technologie- und Innovationsmanagement. In: Sönke Albers und Oliver Gassmann (Hg.): Handbuch Technologie- und Innovationsmanagement. 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Gabler, S. 3–20.

Alt, Rainer (2020): Definition: Transformation. In: *Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH*, 30.03.2020. Online verfügbar unter <https://www.gabler-banklexikon.de/definition/transformation-70694/version-376018>, zuletzt geprüft am 15.01.2023.

Altenmüller, G. H. (1998): Zukunftsaufgabe „Kompetenzcluster“ zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. In: *Naturwissenschaften Aktuell* (85), S. 512–514.

Anderl, Michael; Friedrich, Angela; Gangl, Marion; Haider, Simone; Köther, Traute; Kriech, Martin et al.: Austria's National Inventory Report 2021. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Hg. v. Umweltbundesamt GmbH. Wien.

Andrachuk, Mark; Armitage, Derek (2015): Understanding social-ecological change and transformation through community perceptions of system identity. In: *E&S* 20 (4). DOI: 10.5751/ES-07759-200426.

Arndt, Olaf; Freitag, Kathleen; Karg, Carolin; Knetsch, Florian; Heinze, Rolf G.; Beckmann, Fabian et al. (2015): Lehren aus dem Strukturwandel im Ruhrgebiet für die Regionalpolitik. Projekt-Nr. 08/14. Hg. v. Prognos AG und InWIS-Institut.

Austrian Association for Advanced Propulsion Systems (A3PS) (Hg.) (2022): Austrian Roadmap for Sustainable Mobility – a long-term perspective.

Bachmann, Hedi (2015): Methode zur Bestimmung der Logik einer Technologiestrategie. 1. Aufl. Aachen: Apprimus-Verl. (Edition Wissenschaft - Apprimus, Bd. 2015,20).

Barney, Jay B. (1995): Looking inside for competitive advantage. In: *Academy of Management Executive* (Vol. 9 No. 4), S. 49–61.

Bathelt, Harald; Glückler, Johannes (2003): Wirtschaftsgeographie. Ökonomische Beziehungen in räumlicher Perspektive ; 16 Tabellen. 2., korr. Aufl. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer (UTB, 8217).

Bauer, Wilhelm; Riedel, Oliver; Herrmann, Florian; Borrmann, Daniel; Sachs, Carolina (2018): ELAB 2.0. Wirkung der Fahrzeugelektrifizierung auf die Beschäftigung am Standort Deutschland. Hg. v. Fraunhofer IAO.

Beck, Nikolaus; Brüderl, Josef; Woywode, Michael (2008): Momentum or Deceleration? Theoretical and Methodological Reflections on the Analysis of Organizational Change. In: *AMJ* 51 (3), S. 413–435. DOI: 10.5465/amj.2008.32625943.

Bernardes, Ednilson S.; Hanna, Mark D. (2009): A theoretical review of flexibility, agility and responsiveness in the operations management literature. In: *International Journal of Operations & Production Management* 29 (1), S. 30–53. DOI: 10.1108/01443570910925352.

Brandt, Veronika; Kordel, Kim (2019): Wertschöpfungsnetzwerk im Internet der Dinge. In: Stefan Meinhardt und Alexander Pflaum (Hg.): Digitale Geschäftsmodelle. Geschäftsmodell-Innovationen, digitale Transformation, digitale Plattformen, Internet der Dinge und Industrie 4.0. Wiesbaden: Springer Vieweg (Edition HMD), S. 139–153.

Breitenfellner, Andreas; Fenz, Gerhard; Vondra, Klaus (2018): Volkswirtschaftliche Auswirkungen der jüngsten Umweltschutzmaßnahmen im Bereich der Kfz-Industrie. Hg. v. Oesterreichische Nationalbank (OeNB).

Brockhoff, Klaus K. (1992): Instruments for patent data analyses in business firms. In: *Technovation* 12 (1), S. 41–59. DOI: 10.1016/0166-4972(92)90031-C.

Brown, David; Flickenschild, Michael; Mazzi, Caio; Gasparotti, Alessandro; Panagiotidou, Zinovia; Dingemans, Juna; Bratzel, Stefan (2021): The Future of the EU Automotive Sector.

Brunnengräber, Achim; Haas, Tobias (Hg.) (2020): Baustelle Elektromobilität. Bielefeld, Germany: transcript Verlag (95).

Bullinger, Hans-Jörg (1994a): Einführung in das Technologiemanagement. Modelle, Methoden, Praxisbeispiele. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag (Technologiemanagement - Wettbewerbsfähige Technologieentwicklung und Arbeitsgestaltung).

Bullinger, Hans-Jörg (1994b): Was ist Technikfolgenabschätzung? In: Hans-Jörg Bullinger (Hg.): Technikfolgenabschätzung (TA). Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag (Technologiemanagement - Wettbewerbsfähige Technologieentwicklung und Arbeitsgestaltung), S. 3–31.

Bundeskanzleramt (Hg.) (2023): Einigung im Verkehrsbereich: Neuwagen ab 2035 emissionsfrei - Bundeskanzleramt Österreich. Online verfügbar unter <https://www.bundeskanzleramt.gv.at/themen/europa-aktuell/2023/03/einigung-im-verkehrsbereich-neuwagen-ab-2035-emissionsfrei.html>, zuletzt aktualisiert am 06.04.2023, zuletzt geprüft am 06.04.2023.

Bundesministerium der Finanzen (BMF) (Hg.) (2022): Klima- und Transformationsfonds: In Klimaneutralität und Versorgungssicherheit investieren – Menschen und Betriebe entlasten. Online verfügbar unter <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Pressemitteilungen/Finanzpolitik/2022/07/2022-07-27-klima-und-transformationsfonds.html>, zuletzt aktualisiert am 20.09.2022, zuletzt geprüft am 20.09.2022.

Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft (2023): Klima- und Transformationsoffensive: Unterstützung beim Umstieg auf erneuerbare Energie. Online verfügbar unter <https://www.bmaw.gv.at/Presse/News/Klima--und-Transformationsoffensive.html>, zuletzt aktualisiert am 23.05.2023, zuletzt geprüft am 23.05.2023.

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF); Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK); Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMDW) (Hg.) (2021): Österreichischer Forschungs- und Technologiebericht 2021. Wien.

Bundesministerium für Klimaschutz Umwelt Energie Mobilität Innovation und Technologie (BMK); Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMDW) (Hg.) (2022): Wasserstoffstrategie für Österreich. Wien.

Burr, Wolfgang; Stephan, Michael (2007): Wertschöpfungsstrategien in einer schrumpfenden Industrie — Das Beispiel der Glasfasernetzausrüsterbranche. In: *Schmalenbachs Z betriebswirtsch Forsch* 59 (5), S. 646–672. DOI: 10.1007/BF03371716.

Busch, A.; Coonan, C.; Friedrich, H. A.; Grünberg, F.; Gupta, P. L.; Hus, Chr. et al. (2011): Die Diversifikation kehrt zurück. Unternehmen gehen in die Breite – und tun oft gut daran. In: *Roland Berger Strategy Consultants (think:act)* (11).

Christensen, Clayton M.; Matzler, Kurt; Eichen, Stephan Friedrich von den (2011): *The Innovator's Dilemma. Warum etablierte Unternehmen den Wettbewerb um bahnbrechende Innovationen verlieren.* München: Vahlen (Business book summary).

Chung, S. (2002): Building a national innovation system through regional innovation systems. In: *Technovation* 22 (8), S. 485–491. DOI: 10.1016/S0166-4972(01)00035-9.

ConLabour (Hg.) (2023): Die österreichische Autoindustrie. Online verfügbar unter <https://con-labour.at/home/oesterreichische-autoindustrie/>, zuletzt aktualisiert am 28.05.2023, zuletzt geprüft am 28.05.2023.

COWI (Hg.) (2009): Bridging the Valley of Death: public support for commercialisation of eco-innovation. Final Report. Lyngby.

Danner-Schröder, Anja; Geiger, Daniel (2016): Organisationale Resilienz. Wie Unternehmen Krisen erfolgreich bewältigen können. In: *Zeitschrift Führung + Organisation (ZfO.)* (Vol.85), S. 201–208.

Dewald, Jim; Bowen, Frances (2010): Storm Clouds and Silver Linings: Responding to Disruptive Innovations Through Cognitive Resilience. In: *Entrepreneurship Theory and Practice* 34 (1), S. 197–218. DOI: 10.1111/j.1540-6520.2009.00312.x.

Di Bella, Jessica (2014): Unternehmerische Resilienz. Protektive Faktoren für unternehmerischen Erfolg in risikoreichen Kontexten. Dissertation. Universität Mannheim, Mannheim. Fakultät für Betriebswirtschaftslehre.

Dispan, Jürgen (2021): Branchenanalyse Kraftfahrzeuggewerbe. Digitale Transformation, Technologiewandel und Beschäftigungstrends in Autohäusern und Kfz-Werkstätten.

Dispan, Jürgen; Pfäfflin, Heinz (2014): Nachhaltige Wertschöpfungsstrategie. Unternehmensstrategie im Kontext von Industriepolitik und Megatrends. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung (Edition / Hans-Böckler-Stiftung, 283).

Dispan, Jürgen; Schwarz-Kocher, Martin; Stieler, Sylvia (2021): Industriepolitische Herausforderungen für die Automobilindustrie. In: Wolfgang Lemb (Hg.): *Perspektiven eines Industriemodells der Zukunft.* Marburg: Metropolis-Verlag, S. 159–173.

Dorda, Andreas; Kastberger, Katharina; Wolfbeisser, Astrid; Mauritsch, Walter; Raimann, Peter (2020): Fahrzeugtechnologien in und aus Österreich. Forschung und Entwicklung für eine innovative und nachhaltige Mobilität der Zukunft. Hg. v.

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Wien.

Drews, Günter; Hillebrand, Norbert (2010): Lexikon der Projektmanagement-Methoden. Die wichtigsten Methoden im Projektmanagement-Life-Cycle. 2. Aufl. [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: Haufe Verlag.

Drucker, Peter F. (1989): *Managing for results. Economic tasks and risk-taking decisions.* paperback ed. Oxford [u.a.]: Heinemann Professional (Heinemann business paperbacks).

Eisenhardt, Kathleen M.; Martin, Jeffrey A. (2000): Dynamic capabilities: what are they? In: *Strat. Mgmt. J.* 21 (10-11), S. 1105–1121. DOI: 10.1002/1097-0266(200010/11)21:10/11<1105::AID-SMJ133>3.0.CO;2-E.

Endres, Herbert; Weber, Kathrin; Helm, Roland (2015): Resilienz-Management in Zeiten von Industrie 4.0. In: *IM+io Fachzeitschrift für Innovation, Organisation und Management* (Heft 3).

Erlach, Klaus; Berchtold, Marc-André; Gessert, Stephan; Kaucher, Christian; Ungern-Sternberg, Roman (2022): Flexibilität, Wandlungsfähigkeit und Agilität in der Fabrikplanung. In: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 117 (7-8), S. 442–447. DOI: 10.1515/zwf-2022-1102.

Ernst, Holger (1996): Patentinformationen für die strategische Planung von Forschung und Entwicklung. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag; Imprint (Betriebswirtschaftslehre für Technologie und Innovation, 18).

Europäische Kommission (Hg.) (2022a): Europäischer Innovationsanzeiger. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_de, zuletzt aktualisiert am 19.11.2021, zuletzt geprüft am 06.02.2022.

Europäische Kommission (Hg.) (2022b): The Digital Economy and Society Index (DESI). Shaping Europe's digital future. Online verfügbar unter <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>, zuletzt aktualisiert am 04.02.2022, zuletzt geprüft am 06.02.2022.

Europäische Kommission (Hg.) (2022c): Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. Automotive industry. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/growth/sectors/automotive-industry_en, zuletzt aktualisiert am 06.02.2022, zuletzt geprüft am 06.02.2022.

Europäische Kommission (Hg.) (2023): Europäischer Grüner Deal. Erster klimaneutraler Kontinent werden. Online verfügbar unter https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de, zuletzt aktualisiert am 23.06.2023, zuletzt geprüft am 23.06.2023.

Eurostat (Hg.) (2023): Glossar: Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft (NACE). Online verfügbar unter [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Statistical_classification_of_economic_activities_in_the_European_Community_\(NACE\)/de](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Statistical_classification_of_economic_activities_in_the_European_Community_(NACE)/de), zuletzt aktualisiert am 06.01.2023, zuletzt geprüft am 18.03.2023.

Fachverband der Fahrzeugindustrie (Hg.) (2022): Statistik Jahrbuch 2022.

Falck, Oliver; Czernich, Nina; Koenen, Johannes (2021): Auswirkungen der vermehrten Produktion von E-Pkw auf die Beschäftigung in Deutschland. Hg. v. ifo Institut - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München e.V. und ifo Zentrum für Industrieökonomik und neue Technologien. München.

Fasold, Frank; Engelke-Denker, Arne (Hg.) (2020): Technikfolgenabschätzung zu den Auswirkungen der Elektromobilität. Transferzentrum Elbe-Weser. Online verfügbar unter https://tzew.de/downloads/TZEW_BRO_Studie_eMobilitaet_2020.pdf, zuletzt geprüft am 14.12.2021.

Feichter, Andreas; Ruthner, Raoul (2016): Agilität und Resilienz von Unternehmen unterstützen. In: *Controlling & Management Review* (Sonderheft 3).

Fichtner, Katja (2008): Strategisches Risiko- und Diversifikationsmanagement. Zugl.: Chemnitz, Techn. Univ., Diss, 2007. Chemnitz: Verl. der GUC Gesellschaft f. Unternehmensrechnung u. Controlling (Dissertationsreihe / GUC, Gesellschaft für Unternehmensrechnung und Controlling, 26). Online verfügbar unter http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=3110026&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm.

Fredriksson, Gustav; Roth, Alexander; Tagliapietra, Simone; Veugelers, Reinhilde (2018): Is the European automotive industry ready for the global electric vehicle revolution? Policy Contribution Issue n°26. Hg. v. Bruegel AISBL.

Friesenbichler, Klaus S.; Hölzl, Werner; Köppl, Angela; Meyer, Birgit (2021): Investitionen in die Digitalisierung und Dekarbonisierung in Österreich. Treiber, Hemmnisse und wirtschaftspolitische Hebel. Treiber, Hemmnisse und wirtschaftspolitische Hebel. Hg. v. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung.

Frieske, Benjamin; Huber, Alexander; Stieler, Sylvia; Mandler, Laura (2022): Studie: Zukunftsfähige Lieferketten und neue Wertschöpfungsstrukturen in der Automobilindustrie. Hg. v. e-mobil BW GmbH. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. – Institut für Fahrzeugkonzepte; IMU Institut GmbH.

Fritz, Oliver; Huber, Peter; Mayerhofer, Peter; Palme, Gerhard; Adametz, Christoph; Gassler, Helmut; Gruber, Markus et al. (2003): Wirtschaftsraum Südösterreich. Teil II: Konzeptionelle Überlegungen. Hg. v. Wirtschafts- und Forschungsinstitut (WIFO). Wien.

Fuchs, Benedikt; Schumacher, Andreas; Eggelin, Eva; Schlund, Sebastian (2022): Fraunhofer Austria KI-Studie. Künstliche Intelligenz in Österreichs Unternehmen. Hg. v. Fraunhofer Austria Research GmbH. Wien.

Gausemeier, Jürgen; Bauer, Wilhelm; Dumitrescu, Roman (2019a): Vorausschau und Technologieplanung. In: *15. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung*.

Gausemeier, Jürgen; Dumitrescu, Roman; Echterfeld, Julian; Pfänder, Tomas; Steffen, Daniel; Thielemann, Frank (2019b): Innovationen für die Märkte von morgen. Strategische Planung von Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen. München: Hanser.

Gausemeier, Jürgen; Pfänder, Thomas; Lehner, Anne-Christin (2016): Strategische Unternehmensführung mit Szenario-Management. In: Dieter Spath und Engelbert Westkämper (Hg.): *Handbuch Unternehmensorganisation*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 1–13.

Geels, Frank W. (2002): Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. In: *Research Policy* 31 (8-9), S. 1257–1274. DOI: 10.1016/S0048-7333(02)00062-8.

Gemünden, Hans Georg; Birke, Franka (2007): Patentbasierte Messung von technologischer Kompetenz junger technologieorientierter Unternehmen. In: Harald Pechlaner, Hans H. Hinterhuber, Wolf von Holzschuher und Eva-Maria Hammann (Hg.): *Unternehmertum und Ausgründung. Wissenschaftliche Konzepte und praktische Erfahrungen*. 1. Auflage. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag (Gabler Edition Wissenschaft), S. 107–124.

Gerhold, Lars (Hg.) (2015): *Standards und Gütekriterien der Zukunftsforschung*. Ein Handbuch für Wissenschaft und Praxis. Wiesbaden: Springer VS (Zukunft und Forschung, 4).

Geringer, B.; Sihn, W.; Bauer, C.; Gommel, H. (2012): Elektromobilität – Chancen für die österreichische Wirtschaft. In: *Elektrotech. Inftech.* 129 (3), S. 118–122. DOI: 10.1007/s00502-012-0089-x.

Gerpott, Torsten J. (1999): *Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement. Eine konzentrierte Einführung*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag (Uni-Taschenbücher, 2017).

Gikadi, Martina (2020): Bericht des Expertenausschuss zum Zukunftsfonds Automobilindustrie. Förderschwerpunkte für den Weg in die Mobilität der Zukunft.

Gittenberger, Ernst; Kleissner, Anna; Voithofer, Peter (2021): Resilienz und Relokalisierung. Wie KMU Krisen besser bewältigen können. Hg. v. Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMDW). Wien.

Gobierno de España (Hg.) (2020): Plan de Impulso de la cadena de valor de la Industria de la Automoción. Hacia una movilidad sostenible y conectada.

Gobierno de España (2021): PERTE del Vehículo Eléctrico y Conectado. Online verfügbar unter <https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/pertes/perte-del-vehiculo-electrico-y-conectado>, zuletzt aktualisiert am 11.09.2022, zuletzt geprüft am 11.09.2022.

Goebel, Christiane; Hamm, Rüdiger; Kaldasch, Anja; Pflipsen, Judith (2008): Überlegungen zur Identifizierung regionaler Clusterpotentiale. In: *List Forum* 34 (4), S. 322–343. DOI: 10.1007/BF03373305.

Gommel, Henrik (2016): Vorgehensweise zur Ermittlung quantitativer und qualitativer Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte von Produkt- und Prozessinnovationen in produzierenden Unternehmen. Dissertation. Technische Universität Wien, Wien. Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften.

Gommel, Henrik; Leidl, Clemens; Lemmerer, Christina; Aichmaier, Heimo; Ludwig, Bertram; Bacher, Christian (2016): E-MAPP. E-Mobility and the Austrian Production Potential. Hg. v. Fraunhofer Austria Research GmbH, Austrian Mobile Power GmbH und Virtual Vehicle Research GmbH.

Gornig, Martin (2000): Gesamtwirtschaftliche Leitsektoren und regionaler Strukturwandel. Eine theoretische und empirische Analyse der sektoralen und regionalen Wirtschaftsentwicklung in Deutschland 1895-1987. Berlin: Duncker und Humblot (Schriften zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte, 59).

Griliches, Zvi (1990): Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey. Cambridge, MA.

Grin, John; Rotmans, Jan; Schot, J. W. (2010): Transitions to sustainable development. New directions in the study of long term transformative change. New York: Routledge (Routledge studies in sustainability transitions).

Grunwald, Armin (2002): Technikfolgenabschätzung. Eine Einführung. Berlin: Sigma (Gesellschaft, technik, umwelt, 1).

Haag, Christoph; Schuh, Günther; Kreysa, Jennifer; Schmelter, Kristin (2011): Technologiebewertung. In: Günther Schuh und Sascha Klappert (Hg.): Technologiemanagement. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 309–366.

Hagedorn, Marcus; Hartmann, Sandra; Heilert, Daniela; Harter, Christian; Olschewski, Ingo; Baum, Markus et al. (2019): Automobile Wertschöpfung 2030/2050. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Hg. v. IPE Institut für Politikevaluation GmbH, fka GmbH, Institut für Kraftfahrzeuge, RWTH Aachen University und Roland Berger GmbH.

- Hamm, Rüdiger (2013): Verflechtungen zwischen Industrie und unternehmensorientierten Dienstleistungen – eine empirische Analyse für das Rheinland. In: *Raumforschung und Raumordnung* 71 (2), S. 87–98. DOI: 10.1007/s13147-013-0214-2.
- Hefti, Jacques; Rawitzer, Heike (2014): Nicht jede Stärke ist eine Kernkompetenz: Das VRIO-Modell zur Identifikation wahrer Kernkompetenzen. In: *Zeitschrift Führung + Organisation (ZfO.)* (Vol. 83), S. 41–45.
- Helming, Andy; Buchholz, Wolfgang (2008a): Identifikation von Kernkompetenzen in der Produktentwicklung. Erarbeitung und Anwendung einer innovativen Methode in einem Technologiekonzern. In: *ZFO Zeitschrift Führung und Organisation* (5), S. 301–309. Online verfügbar unter <https://www.proquest.com/trade-journals/identifikation-von-kernkompetenzen-der/docview/751997517/se-2?accountid=39579>.
- Helming, Andy; Buchholz, Wolfgang (2008b): Identifikation von Kernkompetenzen in der Produktentwicklung. Erarbeitung und Anwendung einer innovativen Methode in einem Technologiekonzern. In: *Zeitschrift Führung + Organisation (ZfO.)* 77. Jg., S. 301–309.
- Hettesheimer, Tim (2017): Strategische Produktionsplanung in jungen Märkten. Dissertation. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:swb:90-778697>.
- Heubach, Daniel (2009): Eine funktionsbasierte Analyse der Technologierelevanz von Nanotechnologie in der Produktplanung. Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss. Heimsheim: Jost-Jetter (IPA-IAO Forschung und Praxis, 478).
- Hevner, Alan R.; March, Salvatore T.; Park, Jinsoo; Ram, Sudha (2004): Design Science in Information Systems Research. In: *MIS Quarterly Vol. 28 No. 1*, S. 75–105.
- Hochmayr, Maria (2021): Auswirkungen digitaler Technologien auf das Kundenbeziehungsmanagement in Industriegütermärkten. Eine empirische Analyse auf Basis eines Szenario-Ansatzes. Dissertation. Johannes Kepler Universität Linz, Linz. Institut für Handel, Absatz und Marketing / Abteilung B2B Marketing.
- Hofer, Andreas; Schnell, Joscha; Beck, Benedict; Reinhart, Gunther (2019): Potential-based Technology Planning for Production Companies. In: *Procedia CIRP* 81, S. 1400–1405. DOI: 10.1016/j.procir.2019.04.051.
- Högelsberger, Heinz; Maneka, Danyal (2020): Konversion der österreichischen Auto(zuliefer)industrie? Perspektiven für einen sozial-ökologischen Umbau. In: Achim Brunnengräber und Tobias Haas (Hg.): Baustelle Elektromobilität. Bielefeld, Germany: transcript Verlag (95), S. 409–440.

Holling, Crawford S.: Resilience and Stability of Ecological Systems. In: Annual Review of Ecology and Systematics 1973 (Vol. 4), S. 1–23.

Huber, Joseph (2011): Allgemeine Umweltsoziologie. 2., vollständig überarbeitete Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Husdal, Jan (2010): A Conceptual Framework for Risk and Vulnerability in Virtual Enterprise Networks. In: John Wang und Stavros Ponis (Hg.): Managing Risk in Virtual Enterprise Networks: IGI Global (Advances in Logistics, Operations, and Management Science), S. 1–27.

Imhof, Kurt (2014): Reputationskrisen. In: Ansgar Thiessen (Hg.): Handbuch Krisenmanagement. 2. Aufl. 2014. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint: Springer VS, S. 69–92.

Industriellenvereinigung (IV) (Hg.) (2019): Internationale Leitbetriebe in Österreich. Kooperation – Schlüssel zum Erfolg.

Industriellenvereinigung (IV) (Hg.) (2021): Die österreichische Fahrzeugindustrie. innovativ, technologieoffen & nachhaltig.

ISO 22316:2017(en). Security and resilience - Organizational resilience - Principles and attributes (2022). Online verfügbar unter <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:22316:ed-1:v1:en>, zuletzt aktualisiert am 26.10.2022, zuletzt geprüft am 26.10.2022.

Jacob, Klaus; Bär, Holger; Graaf, Lisa (2015): Was sind Transformationen? Begriffliche und theoretische Grundlagen zur Analyse von gesellschaftlichen Transformationen. Teilbericht 1 des Projektes „Nachhaltiges Deutschland 2030 bis 2050 – Wie wollen wir in Zukunft leben?“. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.

Kato-Beiderwieden, Anna-Lena; Schlicher, Katharina D.; Ötting, Sonja K.; Heppner, Holger; Maier, Günter W. (2021): Prospektive Kompetenzanalyse (ProKA) – Ein Verfahren zur Einschätzung von zukünftigen Kompetenzveränderungen. In: *Gr Interakt Org* 52 (2), S. 245–260. DOI: 10.1007/s11612-021-00577-7.

Kauffeld, Simone; Albrecht, Arnd (2021): „Kompetenzen und ihre Entwicklung in der Arbeitswelt von Morgen: branchenunabhängig, individualisiert, verbunden, digitalisiert?“. In: *Gr Interakt Org* 52 (1), S. 1–6. DOI: 10.1007/s11612-021-00564-y.

Kempermann, Hanno; Ewald, Johannes; Fritsch, Manuel; Koppel, Oliver; Zink, Benita; Potinecke, Thomas et al. (2021): Wirtschaftliche Bedeutung regionaler Automobilnetzwerke in Deutschland. Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Hg. v. IW Consult GmbH.

Keuschnigg, Christian; Ecker, Brigitte; Sardadvar, Sascha; Reiner, Christian (2017): Innovationsland Österreich. F&E, Unternehmensentwicklung und

Standortattraktivität. Hg. v. Wirtschaftspolitisches Zentrum – St. Gallen (WPZ). St. Gallen.

Kiese, Matthias (2019): Strukturwandel 2.0: Das Ruhrgebiet auf dem Weg zur Wissensökonomie? In: *Standort* 43 (2), S. 69–75. DOI: 10.1007/s00548-019-00581-6.

Kim, Jungho; Lee, Chang-Yang; Cho, Yunok (2016): Technological diversification, core-technology competence, and firm growth. In: *Research Policy* 45 (1), S. 113–124. DOI: 10.1016/j.respol.2015.07.005.

Kim, W. Chan (1989): Note—Developing a Global Diversification Measure. In: *Management Science* 35 (3), S. 376–383. DOI: 10.1287/mnsc.35.3.376.

Kinkel, Steffen; Maloca, Spomenka (2009): Produktionsverlagerung und Rückverlagerung in Zeiten der Krise. Entwicklungen und Treiber von Produktionsverlagerungen und Rückverlagerungen im deutschen Verarbeitenden Gewerbe. Hg. v. Fraunhofer-Institut ISI (Modernisierung der Produktion, Ausgabe 52).

Kinkel, Steffen; Zanker, Christoph (2007): Globale Produktionsstrategien in der Automobilzulieferindustrie. [New York]: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Klappert, Sascha; Schuh, Günther; Aghassi, Susanne (2011a): Einleitung und Abgrenzung. In: Günther Schuh und Sascha Klappert (Hg.): *Technologiemanagement*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 5–10.

Klappert, Sascha; Schuh, Günther; Möller, Henning; Nollau, Sebastian (2011b): Technologieentwicklung. In: Günther Schuh und Sascha Klappert (Hg.): *Technologiemanagement*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 223–240.

Kleebinder, Hans-Peter; Kleissner, Anna; Helmenstein, Christian; Semmer, Michael (2019): Auf der Siegerstraße bleiben. Automotive Cluster der Zukunft bauen. Hg. v. Council 4 GmbH.

Klodt, Henning (2018a): Definition: regionaler Strukturwandel. In: *Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH*, 19.02.2018. Online verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/regionaler-strukturwandel-44537>, zuletzt geprüft am 15.01.2023.

Klodt, Henning (2018b): Definition: sektoraler Strukturwandel. In: *Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH*, 19.02.2018. Online verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/sektoraler-strukturwandel-42153>, zuletzt geprüft am 15.01.2023.

Klodt, Henning (2018c): Definition: struktureller Wandel. In: *Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH*, 19.02.2018. Online verfügbar unter

<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/struktureller-wandel-43599>, zuletzt geprüft am 15.01.2023.

Kohne, Andreas (2016): Business Development. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Koppelman, Udo (1993): Beschaffungsmarketing. Berlin: Springer-Verl. (Springer-Lehrbuch).

Koryak, Oksana; Lockett, Andy; Hayton, James; Nicolaou, Nicos; Mole, Kevin (2018): Disentangling the antecedents of ambidexterity: Exploration and exploitation. In: *Research Policy* 47 (2), S. 413–427. DOI: 10.1016/j.respol.2017.12.003.

Koschatzky, Knut (2018a): Innovationsbasierter regionaler Strukturwandel - Theoretische Grundlagen und politische Handlungsspielräume. In: Knut Koschatzky und Thomas Stahlecker (Hg.): Innovationsbasierter regionaler Strukturwandel in Deutschland. Chancen, Risiken und politische Perspektiven. Stuttgart: Fraunhofer Verlag (ISI-Schriftenreihe "Innovationspotenziale"), S. 5–50.

Koschatzky, Knut (2018b): Schlussfolgerungen und politische Implikationen für einen innovationsbasierten regionalen Strukturwandel Knut Koschatzky. In: Knut Koschatzky und Thomas Stahlecker (Hg.): Innovationsbasierter regionaler Strukturwandel in Deutschland. Chancen, Risiken und politische Perspektiven. Stuttgart: Fraunhofer Verlag (ISI-Schriftenreihe "Innovationspotenziale"), 207-216.

Koschatzky, Knut; Stahlecker, Thomas (Hg.) (2018): Innovationsbasierter regionaler Strukturwandel in Deutschland. Chancen, Risiken und politische Perspektiven. Stuttgart: Fraunhofer Verlag (ISI-Schriftenreihe "Innovationspotenziale").

Kosfeld, Reinhold (2019): Methoden der Raumanalyse. In: ARL - Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. Hannover.

Kosow, Hannah; Gaßner, Robert (2008): Methoden der Zukunfts- und Szenarioanalyse. Überblick, Bewertung und Auswahlkriterien. Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (WerkstattBericht, 103). Online verfügbar unter https://www.izt.de/fileadmin/publikationen/IZT_WB103.pdf, zuletzt geprüft am 14.12.2021.

KPMG International (2021): 22nd Annual Global Automotive Executive Survey 2021. Industry leaders foresee dramatic changes. Where the opportunities may lie.

Kröll, Markus (2007): Methode zur Technologiebewertung für eine ergebnisorientierte Produktentwicklung. Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss., 2007 (Nicht für den Austausch). Heimsheim: Jost-Jetter-Verl. (IPA-IAO Forschung und Praxis, 468).

Krüger, Wilfried; Bach, Norbert (2014): Excellence in Change. Wiesbaden: Gabler Verlag.

Krystek, Ulrich; Lentz, Mischa (2014): Unternehmenskrisen: Beschreibung, Ursachen, Verlauf und Wirkungen überlebenskritischer Prozesse in Unternehmen. In: Ansgar Thiessen (Hg.): Handbuch Krisenmanagement. 2. Aufl. 2014. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint: Springer VS, S. 29–52.

Krystek, Ulrich; Moldenhauer, Ralf (2007): Handbuch Krisen- und Restrukturierungsmanagement. Generelle Konzepte, Spezialprobleme, Praxisberichte. Stuttgart: Kohlhammer ([W:]).

Kügler, Agnes; Friesenbichler, Klaus S.; Hölzl, Werner; Reinstaller, Andreas (2020): Herausforderungen und Bestimmungsfaktoren der Wettbewerbsfähigkeit österreichischer Industrieunternehmen. Ergebnisse der WIFO-Industriebefragung 2019. In: *WIFO Monatsberichte* 3/2020.

Kuhnert, Felix; Stürmer, Christoph (2018): The turning of the tide – impacts of the automotive transformation on the value chain. PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft.

Kutschke, Anke; Rese, Alexandra; Baier, Daniel (2014): Kristallisationspunkte in Clustern: Universitäten als Ausgangspunkte von Netzwerken im Bereich innovativer Energietechnologien. In: Harald Pechlaner und Benedict C. Doepfer (Hg.): Wertschöpfungskompetenz und Unternehmertum. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 145–164.

Langvardt, Guy D. (2007): Resilience and Commitment to Change: A Case Study of a Nonprofit Organization. Dissertation. Capella University, Minneapolis, Minnesota.

Lee, Gyumin; Kim, Daejin; Lee, Changyong (2020): A sequential pattern mining approach to identifying potential areas for business diversification. In: *Asian Journal of Technology Innovation* 28 (1), S. 21–41. DOI: 10.1080/19761597.2019.1693900.

Lehner, Markus (2014): Verfahren zur Entwicklung geschäftsmodellorientierter Diversifikationsstrategien. Dissertation.

Lemb, Wolfgang (Hg.) (2021): Perspektiven eines Industriemodells der Zukunft. Marburg: Metropolis-Verlag.

Lerner, Joshua (1994): The Importance of Patent Scope: An Empirical Analysis. In: *The RAND Journal of Economics* 25 (2), S. 319. DOI: 10.2307/2555833.

Leyer, Ilona; Wesche, Karsten (2007): Multivariate Statistik in der Ökologie. Eine Einführung. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch).

Lichtenthaler, Eckhard (2005): Corporate diversification: identifying new businesses systematically in the diversified firm. In: *Technovation* 25 (7), S. 697–709. DOI: 10.1016/j.technovation.2003.12.005.

- Lichtenthaler, Eckhard (2008): Methoden der Technologie-Früherkennung und Kriterien zu ihrer Auswahl. In: Martin G. Möhrle und Ralf Isenmann (Hg.): Technologie-Roadmapping. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 59–84.
- Longo, Francesco; Nicoletti, Letizia; Padovano, Antonio (2019): A system for supply chains diversification and (re)design: supporting managers' perspective in the face of uncertainty. In: *IJLSM* 32 (2), Artikel 97583, S. 35. DOI: 10.1504/IJLSM.2019.097583.
- Luks, Fred (2020): Resilienz – Krise – Leadership. Über den nachhaltigen Umgang mit großen Herausforderungen. Im Auftrag von respACT.
- Lüthge, Adrian; Pidun, Ulrich; Knyphausen-Aufseß, Dodo zu (2020): Approximating relatedness from a business model perspective: towards a taxonomic approach. In: *Rev Manag Sci* 15 (3), S. 813–846. DOI: 10.1007/s11846-019-00375-y.
- March, James G. (1991): Exploration and Exploitation in Organizational Learning. In: *Organization Science* 2 (1), S. 71–87. DOI: 10.1287/orsc.2.1.71.
- Mayerhofer, Peter (2017): Oberösterreichs Wirtschaft im europäischen Konkurrenzumfeld. Zweiter Bericht zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit. Hg. v. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung (WIFO).
- McKinsey Center for Future Mobility (Hg.) (2021): Why the automotive future is electric. Mainstream EVs will transform the automotive industry and help decarbonize the planet.
- Merten, Klaus (2014): Krise, Krisenmanagement und Krisenkommunikation. In: Ansgar Thiessen (Hg.): Handbuch Krisenmanagement. 2. Aufl. 2014. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint: Springer VS, S. 153–174.
- Meyer, Birgit; Friesenbichler, Klaus S.; Hirz, Mario (2021): Dekarbonisierung als ein Treiber des Wandels der österreichischen Kfz-Zulieferindustrie. Strukturwandel in der Kfz-Branche. In: *WIFO Monatsberichte* 11/2021, S. 829–839.
- Miller, Douglas J. (2006): Technological diversity, related diversification, and firm performance. In: *Strat. Mgmt. J.* 27 (7), S. 601–619. DOI: 10.1002/smj.533.
- Möhrle, Martin G.; Isenmann, Ralf (Hg.) (2008): Technologie-Roadmapping. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Möhrle, Martin G.; Isenmann, Ralf (2017a): Grundlagen des Technologie-Roadmapping. In: Martin G. Möhrle und Ralf Isenmann (Hg.): Technologie-Roadmapping. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 1–16.
- Möhrle, Martin G.; Isenmann, Ralf (Hg.) (2017b): Technologie-Roadmapping. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Mönnig, Anke; Schneemann, Christian; Weber, Enzo; Zika, Gerd; Helmrich, Robert (2018): Elektromobilität 2035. Effekte auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit durch die

Elektrifizierung des Antriebsstrangs von Personenkraftwagen. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB-Forschungsbericht, 8/2018). Online verfügbar unter <https://doku.iab.de/forschungsbericht/2018/fb0818.pdf>, zuletzt geprüft am 14.12.2021.

Mun, Changbae; Kim, Yongmin; Yoo, Donghyun; Yoon, Sejun; Hyun, Heesu; Raghavan, Nagarajan; Park, Hyunseok (2019): Discovering business diversification opportunities using patent information and open innovation cases. In: *Technological Forecasting and Social Change* 139, S. 144–154. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.11.006.

Müser, Martin (1999): Ressourcenorientierte Unternehmensführung. Zentrale Bestandteile und ihre Gestaltung. Lohmar [u.a.]: Eul (Reihe: Planung, Organisation und Unternehmensführung, 64).

Natrium statt Lithium: China führt Revolution bei E-Batterien an (2023). In: *ORF.at*, 15.04.2023. Online verfügbar unter <https://orf.at/stories/3312463/>, zuletzt geprüft am 09.05.2023.

Neemann, Christoph W.; Schuh, Günther (2011): Technologieschutz. In: Günther Schuh und Sascha Klappert (Hg.): *Technologiemanagement*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 283–308.

Neuhaus, Christian; Steinmüller, Karlheinz; Grunwald, Armin; Uerz, Gereon; Schüll, Elsmar; Dienel, Hans-Liudger (2015): Grundlagen der Standards Gruppe 1. In: Lars Gerhold (Hg.): *Standards und Gütekriterien der Zukunftsforschung. Ein Handbuch für Wissenschaft und Praxis*. Wiesbaden: Springer VS (Zukunft und Forschung, 4), S. 17–81.

Niels Westergård-Nielsen, Ioana Neamtu: *How Are Firms Affected by the Crisis and How Do They React?* Institute for the Study of Labor. Bonn (IZA DP No. 6671).

OECD (Hg.): *Towards green growth. A summary for policy makers*.

OECD (Hg.) (2021): *OECD Economic Surveys: Austria*.

oesterreich.gv.at - Österreichs digitales Amt (2023): Fahrzeugklassen. Online verfügbar unter https://www.oesterreich.gv.at/themen/freizeit_und_strassenverkehr/kfz/Seite.061800.html, zuletzt aktualisiert am 04.07.2023, zuletzt geprüft am 04.07.2023.

Oswald, Gerhard; Krcmar, Helmut (2018): *Digitale Transformation*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Ou, Shiqi; Hao, Xu; Lin, Zhenhong; Wang, Hewu; Bouchard, Jessey; He, Xin et al. (2019): Light-duty plug-in electric vehicles in China: An overview on the market and its comparisons to the United States. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 112, S. 747–761. DOI: 10.1016/j.rser.2019.06.021.

Pechlaner, Harald; Doepfer, Benedict C. (2014a): Wertschöpfungskompetenz – Eine einführende Betrachtung der theoretischen Zugänge und praktischen Themenstellungen. In: Harald Pechlaner und Benedict C. Doepfer (Hg.): Wertschöpfungskompetenz und Unternehmertum. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 3–23.

Pechlaner, Harald; Doepfer, Benedict C. (Hg.) (2014b): Wertschöpfungskompetenz und Unternehmertum. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Peneder, Michael; Bittschi, Benjamin; Köppl, Angela; Mayerhofer, Peter; Url, Thomas (2021): Das WIFO-Radar der Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Wirtschaft 2021. In: *WIFO Monatsberichte 12/2021*, S. 869–881.

Pfeiffer, Stephan (1992): Technologie-Frühaufklärung. Identifikation und Bewertung zukünftiger Technologien in der strategischen Unternehmensplanung. Hamburg: S + W Steuer- und Wirtschaftsverlag (Duisburger betriebswirtschaftliche Schriften, Bd. 3).

Pfeiffer, W.; Dögl, R. (1990): Das Technologie-Portfolio-Konzept zur Beherrschung der Schnittstelle Technik und Unternehmensstrategie. In: Dietger Hahn und Bernard Taylor (Hg.): *Strategische Unternehmensplanung / Strategische Unternehmensführung*. Heidelberg: Physica-Verlag HD, S. 254–282.

Pfeiffer, Werner; Weiß, Enno (1995): Methoden zur Analyse und Bewertung technologischer Alternativen. In: Erich Zahn (Hg.): *Handbuch Technologiemanagement*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. 663–679.

Picot, Arnold (1991): Ein neuer Ansatz zur Gestaltung der Leistungstiefe. In: *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (zfbf)* 43. Jahrgang.

Porter, M. E. (1998): Clusters and the new economics of competition. In: *Harvard Business Review* 76 (6), S. 77–90.

Porter, Michael E. (2013): Wettbewerbsstrategie. Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten. 12. erweiterte und aktualisierte Auflage. Frankfurt am Main: Campus Verlag.

Prahalad, C. K.; Hamel, Gary (1990): The Core Competence of the Corporation. In: *Harvard Business Review*, S. 79–91.

Priddat, Birger P. (2012): Die Zukunft der Industrie: technologiefundierte Dienstleistungen. In: *Wirtschaftsdienst* 92 (9), S. 626–631. DOI: 10.1007/s10273-012-1429-5.

Puls, Thomas; Olle, Werner; Proff, Heike; Falck, Oliver; Czernich, Nina; Koenen, Johannes et al. (2021): Strukturwandel in der Automobilindustrie – wirkt die Pandemie als Beschleuniger? In: *ifo Schnelldienst* 74 (5), S. 3–35. Online verfügbar unter <https://www.ifo.de/DocDL/sd-2021-05-puls-et-al-automobilindustrie-strukturwandel.pdf>, zuletzt geprüft am 14.12.2021.

- Rat der Europäischen Union (Hg.) (2023): „Fit für 55“. Online verfügbar unter <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>, zuletzt aktualisiert am 06.04.2023, zuletzt geprüft am 06.04.2023.
- Reinmoeller, Patrick; van Baardwijk, Nicole (2005): The Link Between Diversity and Resilience. In: *MIT Sloan Management Review* (Reprint Number 46411), S. 61–65.
- RFTE (2021): Ratsempfehlung für eine Neuausrichtung der österreichischen Industriepolitik. Hg. v. RFTE Rat für Forschung und Technologieentwicklung.
- Röhl, Klaus-Heiner (2019): Das Ruhrgebiet: der anhaltende industrielle Strukturwandel im Spiegel der Regionalpolitik. In: *Wirtschaftsdienst* 99 (S1), S. 49–55. DOI: 10.1007/s10273-019-2432-x.
- Roland Berger (Hg.) (2021): Vollbremsung oder Spurwechsel bei voller Fahrt? Ergebnisse einer Umfrage in der Mittelständischen Automobilzulieferindustrie. Online verfügbar unter https://resources.mynewsdesk.com/image/upload/fl_attachment/uvxhfhmcp3ulqfezuxo, zuletzt geprüft am 26.11.2021.
- Rothaermel, Frank T.; Deeds, David L. (2004): Exploration and exploitation alliances in biotechnology: a system of new product development. In: *Strat. Mgmt. J.* 25 (3), S. 201–221. DOI: 10.1002/smj.376.
- Rotzinger, Joachim (2017): Unternehmen erfolgreich in (die) Zukunft führen. In: *Gr Interakt Org* 48 (4), S. 273–278. DOI: 10.1007/s11612-017-0387-1.
- Rübelke, René: Systematik zur innovationsorientierten Kompetenzplanung. Dissertation. Universität Paderborn.
- Sakhartov, Arkadiy V.; Folta, Timothy B. (2015): Getting beyond relatedness as a driver of corporate value. In: *Strat. Mgmt. J.* 36 (13), S. 1939–1959. DOI: 10.1002/smj.2327.
- Sala, Alessandro; Lütkemeyer, Marius; Birkmaier, Alexandra; Martineau, Stephan; Schieder, Peter; Bruckmüller, Thomas et al. (2020): E-MAPP 2. E-Mobility - Austrian Production Potential, Qualification and Training needs. Fraunhofer Austria Research GmbH; Technische Universität Wien IFA; Smart Mobility Power GmbH. Wien.
- Sala, Alessandro; Nowak, Maximilian; Sihn, Wilfried; Schieder, Peter; Aichmaier, Heimo (2022): Transformation der österreichischen Fahrzeugindustrie. Hg. v. Fraunhofer Austria Research GmbH.
- Scharte, B.; Hiller, D.; Leismann, T.; Thoma, K. (2014): Resilien-Tech. “Resilience by Design”: a strategy for the technology issues of the future. Hg. v. Klaus Thoma. Online verfügbar unter <https://www.acatech.de/publikation/resilien-tech-resilience-by-design-strategie-fuer-die-technologischen-zukunftsthemen-2/download-pdf?lang=en>.

Schmitz, Michael; Spath, Dieter; Bullinger, Hans-Jörg (2017): Ein Verfahren zur Formulierung von Suchstrategien für die Identifikation neuer Technologien. Dissertation.

Schnabl, Hermann (2000): Struktur-Evolution: Innovation, Technologieverflechtung und sektoraler Strukturwandel: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Schneider, Herwig; Demirol, Daran; Fuchsreiter, Klara; Luptácik, Peter (2021a): Internationalisierung der automotiven Zulieferindustrie Österreichs. Eine vielschichtige und global vernetzte Branche zwischen Herausforderungen und Wandel. Hg. v. WKO Außenwirtschaft Austria.

Schneider, Herwig; Luptácik, Peter; Haas, Roman; Popko, Jonas; Demirol, Daran (2018): Die Automotive Zulieferindustrie Österreichs im internationalen Wettstreit. Strukturstudie. Hg. v. Industriewissenschaftliches Institut (IWI).

Schneider, Herwig; Pöchlacker-Tröscher, Gerlinde; Brunner, Philipp; Demirol, Daran; Dick, Nikias; Luptácik, Peter; Wagner, Karina (2021b): Evaluierung der Covid-19 Investitionsprämie. Hg. v. Industriewissenschaftliches Institut (IWI).

Schreckenberger, Felix; Motta, Marco; Sardesai, Saskia; Klink, Philipp; Kamphues, Josef (2021): ACES - Eine Revolution auch für das Risikomanagement in der Automobilbranche?

Schreiber, Hanna; Polsterer, Nicole; Stocker, Andrea (2012): Policy Paper Serie „Wachstum im Wandel“. Welche strukturellen Bedingungen sind notwendig, damit der Unternehmenssektor künftig möglichen Krisen und Wirtschaftsschwächen im Sinne der Nachhaltigkeit begegnen kann? Eine Initiative von Lebensministerium und Sustainable Europe Research Institute. Unter Mitarbeit von Harald Hutterer, Karin Grasenick und Konstantin Melidis.

Schröder, Jürgen; Wellensiek, Markus (2006): Technologiebasierte Produktionsoptimierung. Technologietransfer, Investitionsplanung, Produktionsmanagement. In: *wt Werkstattstechnik online* Jahrgang 96 (H. 4), S. 190–194.

Schuh, G. (2006): Erfolgsfaktor Technologiemanagement. Ausgangspunkt für nachhaltigen Unternehmenserfolg.

Schuh, Gunther; Mangoldt, Julius von; Drescher, Toni (2015a): Technological competences: Identifying, describing and exploiting. In: 2015 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). 2015 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). Portland, OR, USA, 02.08.2015 - 06.08.2015: IEEE, S. 2068–2078.

Schuh, Gunther; Patzwald, Marc; Scholz, Patrick (2019): Methodology for the Design of Technology Strategies in a Volatile Business Environment. In: 2019 60th International Scientific Conference on Information Technology and Management

Science of Riga Technical University (ITMS). 2019 60th International Scientific Conference on Information Technology and Management Science of Riga Technical University (ITMS). Riga, Latvia: IEEE, S. 1–8.

Schuh, Günther; Drescher, Toni; Beckermann, Fabian; Schmelter, Kristin (2011a): Technologieverwertung. In: Günther Schuh und Sascha Klappert (Hg.): Technologiemanagement. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 241–282.

Schuh, Günther; Klappert, Sascha; Moll, Torsten (2011b): Ordnungsrahmen Technologiemanagement. In: Günther Schuh und Sascha Klappert (Hg.): Technologiemanagement. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 11–23.

Schuh, Günther; Klappert, Sascha; Orilski, Simon (2011c): Technologieplanung. In: Günther Schuh und Sascha Klappert (Hg.): Technologiemanagement. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 171–222.

Schuh, Günther; Kreuzer, Ramon; Drescher, Toni (2015b): Systematische Diversifikation. In: *ZWF* Jahrg. 110.

Schuh, Günther; Patzwald, Marc; Krebs, Leonie; Dumitrescu, Roman; Rasor, Rik; Sihn, Wilfried et al. (2021): Resilienz im strategischen Management produzierender Unternehmen. Konzeptpapier.

Schuh, Günther; Scholz, Patrick; Seichter, Stefan (2020): Identification of Indicators for the Assessment of Technological Risks within Technology Selection. Hg. v. IEEE.

Schuh, Günther; Wellensiek, Markus; Mangoldt, Julius von (2013): Competence-based diversification: A conceptual approach for evaluating the attractiveness of new market opportunities. In: 2013 Proceedings of PICMET '13: Technology Management for Emerging Technologies., S. 2344–2352.

Schulte-Gehrmann, Anna-Lena; Klappert, Sascha; Schuh, Günther; Hoppe, Michael (2011): Technologiestrategie. In: Günther Schuh und Sascha Klappert (Hg.): Technologiemanagement. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 55–88.

Schulze, Gerhard (2011): Krisen. Das Alarmdilemma. Frankfurt am Main: S. Fischer.

Schwarzer, Christoph M. (2021): Elektromobilität: Warum Porsche plötzlich E-Bikes baut. In: *Die Zeit*, 20.10.2021. Online verfügbar unter <https://www.zeit.de/mobilitaet/2021-10/porsche-e-bikes-harley-elektromobilitaet-autoindustrie>, zuletzt geprüft am 01.12.2021.

Schwarz-Kocher, Martin; Stieler, Sylvia; Schnabel, Andreas; Tözün, Reha; Knüttgen, Isabell; Fischer, Wolfgang (2019): Strukturstudie BWe mobil 2019. Transformation durch Elektromobilität und Perspektiven der Digitalisierung. Hg. v. BWe mobil.

Searls, Doc (2012): The intention economy. When customers take charge. Boston, Mass: Harvard Business Review Press.

- Shane, Scott (2001): Technological Opportunities and New Firm Creation. In: *Management Science* 47 (2), S. 205–220. DOI: 10.1287/mnsc.47.2.205.9837.
- Shin, Jiseon; Taylor, M. Susan; Seo, Myeong-Gu (2012): Resources for Change: the Relationships of Organizational Inducements and Psychological Resilience to Employees' Attitudes and Behaviors toward Organizational Change. In: *AMJ* 55 (3), S. 727–748. DOI: 10.5465/amj.2010.0325.
- Simonis, Udo E. (1999): Schrumpfen und Wachsen. Strukturwandel der Wirtschaft und Entlastung der Umwelt. Hg. v. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung GmbH. Berlin.
- Som, Oliver (2019): Indikatoren der Innovation und Innovationsmessung. In: Birgit Blättel-Mink, Ingo Schulz-Schaeffer und Arnold Windeler (Hg.): *Handbuch Innovationsforschung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 1–19.
- Spath, Dieter; Renz, Karl-Christof; Seidenstricker, Sven (2011a): Technologiemanagement. In: Sönke Albers und Oliver Gassmann (Hg.): *Handbuch Technologie- und Innovationsmanagement*. 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Gabler, S. 219–236.
- Spath, Dieter; Warschat, Joachim; Ardilio, Antonino (2011b): Technologiemanagement. Radar für Erfolg. Ludwigsburg: LOG_X.
- Specht, Dieter; Möhrle, Martin G. (2002): *Gabler Lexikon Technologie Management*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Statistik Austria (Hg.) (2020): ÖNACE 2008. Ö-Version der NACE Rev. 2 - Grundstruktur. Online verfügbar unter www.klassifikationsdatenbank.at.
- Statistik Austria (Hg.) (2022): *Abgestimmte Erwerbsstatistik und Arbeitsstättenzählung. Ergebnisse und Analysen*. Bundesanstalt Statistik Österreich. Wien.
- Statistik Austria (2023): *Leistungs- und Strukturhebung*. Online verfügbar unter <https://www.statistik.at/ueber-uns/erhebungen/unternehmen/leistungs-und-strukturhebung>, zuletzt aktualisiert am 05.07.2023, zuletzt geprüft am 05.07.2023.
- Steinmüller, Karlheinz (1997): *Grundlagen und Methoden der Zukunftsforschung. Szenarien, Delphi, Technikvorausschau*. Gelsenkirchen: Sekretariat für Zukunftsforschung (WerkstattBericht / Sekretariat für Zukunftsforschung, 21).
- Steinmüller, Karlheinz (2008): *Methoden der Zukunftsforschung - Langfristorientierung als Ausgangspunkt für das Technologie-Roadmapping*. In: Martin G. Möhrle und Ralf Isenmann (Hg.): *Technologie-Roadmapping*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 85–106.
- Stelzer, Birgit (2016): *Technologische Kompetenz, Technologiemanagement und Technologievorausschau*. Dissertation. Universität Ulm.

- Stephan, Michael. (2003): Technologische Diversifikation von Unternehmen. Ressourcentheoretische Untersuchung der Determinanten. Gabler edition Wissenschaft. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag; Imprint (Strategisches Kompetenz-Management).
- Striegel, Lena; Luppold, Stefan (2017): Pro und Contra Pitch-Teilnahme. Ein Handlungsrahmen für die richtige Entscheidung. 1. Aufl. 2017. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (essentials).
- Strina, Guiseppe; Becker, Florian; Schmidt, Werner (2019): Auswirkung der Elektromobilität auf mittelständischer Automobilzulieferer in Südwestfalen. VIA Consult. Online verfügbar unter <https://via-consult.de/wp-content/uploads/2019/09/Studie-Auswirkungen-der-Elektromobilit%C3%A4t-auf-mittelst%C3%A4ndische-Automobilzulieferer.pdf>, zuletzt geprüft am 14.12.2021.
- Tang, Christopher S. (2006): Robust strategies for mitigating supply chain disruptions. In: *International Journal of Logistics Research and Applications* 9 (1), S. 33–45. DOI: 10.1080/13675560500405584.
- Taylor, Alva; Helfat, Constance E. (2009): Organizational Linkages for Surviving Technological Change: Complementary Assets, Middle Management, and Ambidexterity. In: *Organization Science* 20 (4), S. 718–739. DOI: 10.1287/orsc.1090.0429.
- Thielmann, Axel; Wietschel, Martin; Funke, Simon; Grimm, Anna; Hettesheimer, Tim; Langkau, Sabine et al. (2020): Batterien für Elektroautos: Faktencheck und Handlungsbedarf. Sind Batterien für Elektroautos der Schlüssel für eine nachhaltige Mobilität der Zukunft? Hg. v. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. Karlsruhe.
- Thom, Norbert (1992): Innovationsmanagement. In: Die Orientierung. Bern (Vol. 100).
- Torkkeli, Marko; Tuominen, Markku (2002): The contribution of technologyselection to core competencies. In: *Int. J. Production Economics* 77 (2002) 271–284.
- Tranfield, David; Denyer, David; Smart, Palminder (2003): Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. In: *Br J Management* 14 (3), S. 207–222. DOI: 10.1111/1467-8551.00375.
- Trippel, Michaela; Frangenheim, Alexandra (2018): Regionaler Strukturwandel und neue Pfadentwicklung durch Innovation: Herausforderungen für die Politik. In: Knut Koschatzky und Thomas Stahlecker (Hg.): Innovationsbasierter regionaler Strukturwandel in Deutschland. Chancen, Risiken und politische Perspektiven. Stuttgart: Fraunhofer Verlag (ISI-Schriftenreihe "Innovationspotenziale"), S. 51–72.

Viñallonga, Mar; Sanllorente, Antonia H.; Pothen, Frank; Doll, Claus; Grimm, Anna; Sievers, Luisa (2022): Branchenausblick 2030+. Automotive mit Schwerpunkt Ostdeutschland. Hg. v. Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE. Berlin.

Vogt, Markus; Schneider, Martin (2018): Zauberwort Resilienz. 180-194 Seiten / Münchener Theologische Zeitschrift, Bd. 67 Nr. 3 (2016). DOI: 10.5282/mthz/5119.

Vorgriemer, Daniel; Wübben, Dirk (2003): Die Delphi-Methode und ihre Eignung als Prognoseinstrument. In: *Wirtschaft und Statistik : WISTA*, S. 763–774.

Wallentowitz, Henning; Freialdenhoven, Arndt; Olschewski, Ingo (2009): Strategien in der Automobilindustrie. Technologietrends und Marktentwicklungen. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Teubner (ATZ-MTZ-Fachbuch).

Walsh, Steven T.; Linton, Jonathan D. (2001): The Competence Pyramid: A Framework for Identifying and Analyzing Firm and Industry Competence. In: *Technology Analysis & Strategic Management* 13 (2), S. 165–177. DOI: 10.1080/09537320124246.

Wellensiek, Markus; Schuh, Günther; Hacker, Patrick A.; Saxler, Jörg (2011): Technologiefrüherkennung. In: Günther Schuh und Sascha Klappert (Hg.): *Technologiemanagement*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 89–170.

Westkämper, Engelbert; Löffler, Carina (2016): *Strategien der Produktion*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

WGBU (2011): *Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation ; [Hauptgutachten. 2., veränd. Aufl. Berlin: Wiss. Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU)*.

Wieland, Andreas; Wallenburg, Carl Marcus (2012): Dealing with supply chain risks. In: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 42 (10), S. 887–905. DOI: 10.1108/09600031211281411.

Wildemann, Horst (2010): *Professionelle Krisenbewältigung. Herausforderungen meistern - Chancen nutzen*. München: TCW, Transfer-Centrum (TCW-Report, Nr. 62).

Wimmer, Rudolf (2013): Die Bewältigung der Wirtschaftskrise als Führungsaufgabe. In: *KD* 2 (3), S. 126–233. DOI: 10.5771/2193-0147-2013-3-222.

Wirtschaft und Klimaschutz, Bundesministerium für (2022): *Zukunftsinvestitionen für Fahrzeughersteller und Zulieferindustrie*. BMWi. Online verfügbar unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Industrie/zukunftsinvestitionen-fahrzeughersteller-zulieferindustrie.html>, zuletzt aktualisiert am 11.09.2022, zuletzt geprüft am 11.09.2022.

Wirtschaftskammer Österreich (WKO) (Hg.) (2021): *Automotive Zulieferindustrie als Exporterfolg. Strategien für Post-COVID*.

Wittmayer, Julia; Hölscher, Katharina (2017): Transformationsforschung – Definitionen, Ansätze, Methoden. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>.

WKO (Hg.) (2021): Wertschöpfung nach Sektoren.

Wolf, Günther (2021): Branchenbericht Fahrzeugherzeugung. Hg. v. UniCredit Bank Austria AG.

Wuketich, Daniel; Geringer, Bernhard; Lischka, Gregor; Graf, Josef (2022): Studie: Technologische Analyse und Veränderung der Komponentenkosten elektrifizierter Antriebssysteme bis 2035. Hg. v. Technische Universität Wien IFA. Wien.

Wulf, Torsten (2007): Diversifikationserfolg. Eine top-management-orientierte Perspektive. Wiesbaden: DUV (SpringerLink Bücher).

Wulf, Torsten; Stubner, Stephan; Meißner, Philip; Brands, Christian (2012): Szenariobasierte strategische Planung in volatilen Umfeldern. In: *Z Control Manag* 56 (S2), S. 34–38. DOI: 10.1365/s12176-012-0380-z.

Yang, C. L.; Huang, R. H. (2011): Constructing a dynamic evaluation model for corporate diversification — The thin-film solar cell. In: 2011 IEEE International Conference 06.12.2011, S. 649–653.

Zloczyski, Petra; Faber, Cathleen (2007): Diversifikationsmaße im Praxistest – Ergebnisse auf der Grundlage von amtlichen Mikrodaten für Deutschland. In: *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung* 76 (3), S. 29–42. DOI: 10.3790/vjh.76.3.29.