

Digitalisierung in FuE-schwachen KMU – ein IT-gestützter Ansatz zur Steigerung der Innovationsleistung

Von der Fakultät für Maschinenbau, Elektro- und Energiesysteme der
Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus–Senftenberg zur
Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Dipl.-WirtschaftsIng.

Wolfgang Groher

geboren am 26.08.1971 in Nürnberg

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Ralf Woll

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Uwe Meinberg

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Friedrich-Wilhelm Rademacher

Tag der mündlichen Prüfung: 29.08.2022

DOI: 10.26127/BTUOpen-6106

<https://doi.org/10.26127/BTUOpen-6106>

Vorwort

Dynamik und Veränderungsgeschwindigkeit im Unternehmensumfeld nehmen fortlaufend zu. In der frühen Phase des Innovationsprozesses, dem Front-End of Innovation (FEI) stehen Unternehmen vor der Herausforderung, eine stetig wachsende Menge an Informationen in immer kürzerer Zeit zu evaluieren, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Entweder investieren sie einen beträchtlichen Zeitaufwand in eine strukturierte Daten- und Informationsanalyse mit der Gefahr eines zu späten Markteintritts, oder sie folgen ihrer Intuition, mit der Gefahr nicht die Kunden- und Markterwartungen zu treffen. Beide Szenarien stellen ein beträchtliches Risiko für den Fortbestand eines Unternehmens dar, insbesondere wenn dieses keine Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten betreibt und somit kein formaler Innovationsprozess etabliert ist.

Die vorliegende Arbeit greift dieses Dilemma auf und entwickelt dafür ein IT-gestütztes Bewertungsmodell, das datenbasierte Entscheidungen in kurzer Zeit ermöglicht. Dieser systematische Ansatz zur Bewertung von Marktchancen hilft, die unklaren Abläufe im frühen FEI zu strukturieren und die hohe Unsicherheit zu reduzieren. Damit wird die Voraussetzung für einen durchgängigen, integrierten Innovationsprozess geschaffen, der auch das frühe FEI einschließt.

Danksagen möchte ich an dieser Stelle meinem Doktorvater Prof. Dr.-Ing. Uwe Meinberg, Prof. Dr.-Ing. Friedrich-Wilhelm Rademacher für die motivierende und inspirierende Begleitung meiner Arbeit über alle Phasen hinweg, sowie Prof. Dr.-Ing. Ralf Woll für seine Arbeit als Vorsitzender des Promotionsausschusses.

Bedanken möchte ich mich auch bei Jörg Schönhärl, Karin Streit-Heizmann mit ihrem Geschäftsleitungsteam und Prof. Dr. André Csillaghy für die wichtigen konstruktiven Impulse, die sie mir für meine Arbeit gegeben haben.

Einen großen Dank möchte ich auch meiner Frau Sabine, sowie meinen Kindern Daniel, Natalie und Pascal aussprechen für ihre Geduld und Nachsicht in den Zeiten, in denen ich für sie wenig präsent war. Ebenso bedanke ich mich bei meinen Eltern und Schwiegereltern für ihre vielfältige Unterstützung. Widmen möchte ich diese Arbeit meinem Vater, der den erfolgreichen Abschluss leider nicht mehr erleben durfte.

Konstanz - September 2022

Wolfgang Groher

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abkürzungsverzeichnis.....	VIII
Abbildungsverzeichnis.....	IX
Tabellenverzeichnis	XII
1 Einleitung.....	1
1.1 Situation und Problemstellung	1
1.2 Motivation.....	4
1.3 Zielsetzung und Vorgehensweise	7
1.4 Forschungsdesign.....	9
2 Der Innovationsprozess in Schweizer MU im Technischen Handel.....	12
2.1 Wirtschaftliche Bedeutung der Branche Technischer Handel in der Schweiz	12
2.1.1 Innovation in KMU.....	12
2.1.2 Der Technische Handel in der Schweiz.....	17
2.2 Abgrenzung und Strukturierung des frühen Innovationsprozesses (FEI).....	19
2.2.1 Systemabgrenzung, Ziele und Inhalte des FEI.....	19
2.2.2 Terminologische Grundlagen.....	27
3 Vorgehensmodelle und Methoden im FEI	34
3.1 Vorgehensmodelle im FEI	34
3.1.1 Zielsetzung und Vorgehensweise	34
3.1.2 Typologie zur Prozessklassifikation.....	34
3.1.3 Lineare, meilensteinbasierte Modelle	36
3.1.4 Iterative Modelle.....	43
3.1.5 Weiterentwickelte Modelle	45
3.1.6 Vergleichende Betrachtung der Vorgehensmodelle	48
3.2 Methoden für das Front End of Innovation (FEI)	50
3.2.1 Methoden zur Identifizierung und Analyse von Marktchancen	51
3.2.2 Methoden zur Entscheidungsfindung	59
3.3 Zusammenfassung Prozess- und Methodenunterstützung.....	66
4 IT-basierte Ansätze zur Unterstützung des Innovationsprozesses.....	68
4.2 Ursprung und Entwicklungsrichtungen von CAI	68
4.3 Typologisierung der verfügbaren CAI-Tools	69
4.4 Nutzen durch den Einsatz von CAI	72
4.4.1 Effizienzsteigerung.....	72
4.4.2 Effektivitätssteigerung	72

4.4.3	Kompetenzförderung.....	73
4.4.4	Kreativitätsförderung	74
4.5	Interdependenzen der CAI-Nutzenkategorien.....	74
4.6	Entwicklungsrichtungen beim Angebot von CAI-Software	75
4.7	Zusammenfassung der Analyse.....	76
5	Konzeption eines Bewertungsmodells zur Chancenevaluation im FEI.....	78
5.1	Zielsetzung und Vorgehensweise	78
5.2	Wahl der geeigneten Forschungsmethode	78
5.2.1	Der Design-Science-Research-Ansatz	80
5.2.2	Grundlegende Konzepte.....	80
5.2.3	Vorgehensansatz	83
5.3	Anforderungen an das Bewertungsmodell.....	84
5.3.1	Inhaltliche und prozessuale Anforderungen.....	84
5.3.2	Anforderungen an die Struktur des Bewertungsmodells	86
5.4	Bestimmung der Eingangsinformationen	87
5.4.1	Innovations-Suchfeld.....	87
5.4.2	Informationsarten und -quellen	93
5.4.3	Informationsgewinnung	94
5.5	Festlegung der Führungsgrößen.....	98
5.5.1	Elemente der Innovationsstrategie.....	98
5.5.2	Führungsgröße Timingstrategie	100
5.5.3	Führungsgröße Technologiestrategie.....	101
5.5.4	Zusammenfassung.....	104
5.6	Bewertungskriterien	105
5.7	Ableitung der Bewertungsmetriken	108
5.7.1	Grundgedanken zum Messverfahren	108
5.7.2	Vorgehensweise: Goal-Question-Metric	109
5.7.3	Marktreife	112
5.7.4	Marktorientierung	114
5.7.5	Anschlussfähigkeit	116
5.7.6	Zusammenfassung der Erkenntnisse	118
5.8	Auswahl des Messverfahrens	119
5.9	Wahl des Bewertungsverfahrens	128
5.9.1	Informationsbewertung durch Fuzzy-Logik	131
5.9.2	Grundlagen der Fuzzy-Logik.....	132
5.9.3	Definition linguistischer Variablen	136
5.9.4	Verarbeitungsregeln.....	136

6	Vorgehensmodell zur Bewertung von Marktchancen im FEI	139
6.1	Zielsetzung und Vorgehensweise	139
6.2	Überblick	139
6.3	Innovations-Suchfeld beschreiben	140
6.4	Kernkompetenzen beschreiben	142
6.5	Datenbasis bereitstellen	144
6.6	Marktreife bewerten	146
6.7	Marktorientierung bewerten	150
6.8	Anschlussfähigkeit bewerten	153
6.9	Ergebnisse ganzheitlich darstellen.....	154
6.9.1	Grundgedanken.....	154
6.9.2	Visualisierung der Ergebnisse.....	155
6.10	Zusammenfassung und Validierung.....	158
7	Minimaler Prototyp für die Suchfeld-Bewertung	161
7.1	Zielsetzung.....	161
7.2	Anforderungen.....	161
7.3	Latent Semantic Analysis	161
7.3.1	Motivation.....	161
7.3.2	Textvorbereitung.....	162
7.3.3	Term-Document-Matrix.....	166
7.3.4	Singulärwertzerlegung.....	167
7.3.5	Dimensionsreduktion.....	169
7.4	Technische Realisierung	170
7.5	Zusammenfassung	170
8	Praktische Validierung des Bewertungsmodells	172
8.1	Zielsetzung und Vorgehensweise	172
8.2	Auswahl des Validierungsansatzes.....	172
8.3	Validierung durch Fokusgruppen	175
8.3.1	Inhaltliche und organisatorische Vorbereitung	175
8.3.2	Übertragbarkeit auf andere Branchen	176
8.3.3	Auswahl der evaluierenden Personen für die Fokusgruppen.....	180
8.3.4	Vorgehen und Ablauf der Evaluation.....	181
8.3.5	Qualitative Auswertung.....	182
8.3.6	Zusammenfassung.....	186
8.4	Zusammenfassung der Erkenntnisse	188

9	Schlussbetrachtung und Ausblick	189
9.1	Schlussbetrachtung.....	189
9.2	Ausblick für die Managementpraxis.....	190
9.3	Ausblick für die Forschung	190
10	Literaturverzeichnis.....	192
Anhang A	206	
Anhang B	207	
Anhang C	212	
Anhang D	216	

Abkürzungsverzeichnis

B2B	Business-to-Business
CAI	Computer Aided Innovation
CAX	Oberbegriff für computergestützte Prozesse oder Technologien
CI	Computational Intelligence
CRM	Customer Relationship Management
DSR	Design Science Research
DSS	Decision Support Systems, Entscheidungsunterstützungssystem
ERP	Enterprise Resource Planning
EU	Europäische Union
FuE	Forschung und Entwicklung
FEI	Front End of Innovation
GDSS	Group Decision Support Systems, Entscheidungsunterstützungssystem für Gruppen
GQM	Goal Question Metric
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IR	Information Retrieval
IT	Informationstechnologie
KI	Künstliche Intelligenz
LSA	Latent Semantic Analysis
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
MAIS	Marketing-Informationssystem
MIS	Management-Informationssystem
MU	Mittelunternehmen
PLM	Product Lifecycle Management
SCM	Supply Chain Management
SVD	Singular Value Decomposition
TDM	Term-Document Matrix
TFIDF	Term Frequency – Inverse Document Frequency
TRIZ	Theorie des erfinderischen Problemlösens (Methode)
TUL	Transport-, Umschlags- und Lagerleistungen
VNL	Verein Netzwerk Logistik Schweiz
VPRA	Value Proposition Readiness Assessment
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Aufbau der Arbeit	8
Abbildung 2: Design-Science-Rahmenwerk.....	10
Abbildung 3: Arbeitsstätten der Handelssegmente in der Schweiz.....	17
Abbildung 4: Einordnung des Front End of Innovation (FEI) in den Innovationsprozess	20
Abbildung 5: Verlauf des Unsicherheitsgrades im Innovationsprozess.....	22
Abbildung 6: Zusammenhang zwischen Formalisierungsgrad und Ergebnis des Innovationsprozesses.....	26
Abbildung 7: Abgrenzung des Innovationsverständnisses	32
Abbildung 8: Abgrenzung des Betrachtungsfeldes der Arbeit auf Basis der Dimensionen von Innovation.....	33
Abbildung 9: Meilensteinprozess nach Cooper und Kleinschmidt.....	37
Abbildung 10: Iteratives Vorgehen im Rahmen des Innovationsprozesses unter Einbeziehung von Kundenrückmeldungen.....	38
Abbildung 11: Skalierbarer Meilensteinprozess	39
Abbildung 12: Öffnung des Meilensteinprozesses für Open Innovation.....	40
Abbildung 13: Prozessmodell für das FEI von Khurana und Rosenthal.....	42
Abbildung 14: Das New Concept Development Modell (NCD).....	43
Abbildung 15: Prozessmodell von Boeddrich für das FEI	46
Abbildung 16: Integriertes Front-End Prozessmodell.....	47
Abbildung 17: Value Proposition Cycle.....	52
Abbildung 18: Exemplarische Darstellung der Ergebnisse aus einer Team-Bewertung.....	54
Abbildung 19: Barrieren für Innovation beim Abgleich von Technologie und Markt.....	57
Abbildung 20: Zusammenhang zwischen Begrenzungen und Chancen	58
Abbildung 21: FEI-Modell für radikale Innovation mit den Funktionen: Boundary Spanner – Gatekeeper – Project Broker.....	61
Abbildung 22: Intuition als zweistufiger Prozess.....	62
Abbildung 23: Typologisierung von CAI-Software	70
Abbildung 24: Vorteile von Computer Aided Innovation (CAI) Tools.....	74
Abbildung 25: Forschungszyklus aus beschreibungs- und gestaltungsorientierter Forschung.....	79
Abbildung 26: Zusammenfassung der wesentlichen Konzepte des Design Science Ansatzes	81
Abbildung 27: Vorgehensansatz für Design Science Research	84

Abbildung 28: Suchfeldmatrix nach Geschka.....	89
Abbildung 29: Bedürfnishierarchie nach Maslow.....	90
Abbildung 30: Vorgehensmodell zur Lösung technischer Problemstellungen	91
Abbildung 31: Analyseschritte zur Informationsgewinnung	95
Abbildung 32: Präskriptiver Ansatz von Suche und Entdeckung	97
Abbildung 33: Teilbereiche der Innovationsstrategie und ihre Relevanz für Innovations-Suchfelder	100
Abbildung 34: Kernkompetenzen, Kern- und Endprodukte	102
Abbildung 35: Portfolio der Unternehmenskompetenzen.....	104
Abbildung 36: Technologielebenszyklus-Modell von Ford und Ryan.....	106
Abbildung 37: Zusammenfassung der Bewertungskriterien	107
Abbildung 38: Goal-Question-Metric-Ansatz	110
Abbildung 39: Goal-Question Pyramide für die Bewertung eines Innovations-Suchfeldes..	112
Abbildung 40: Metriken für den Indikator „Marktreife“	113
Abbildung 41: Metriken für den Indikator „Marktorientierung“.....	115
Abbildung 42: Metriken für den Indikator „Anschlussfähigkeit“	117
Abbildung 43: Verallgemeinertes Modell des Information Retrieval.....	121
Abbildung 44: Prinzipieller Aufbau eines Fuzzy-Inferenz-Systems.....	131
Abbildung 45: Prinzipdarstellung unterschiedlicher Zugehörigkeitsfunktionen $\mu(x)$ für eine scharfe Menge und eine unscharfe Menge.....	132
Abbildung 46: Beispiel einer linguistischen Variablen mit linguistischen Werten und deren Zugehörigkeitsfunktionen	133
Abbildung 47: Beispiel für Fuzzy-Inferenz.....	135
Abbildung 48: Linguistische Variable für die Kennzahl „Patentrelevanz“	136
Abbildung 49: Linguistische Variable für die aggregierte Kennzahl „Marktreifegrad“	137
Abbildung 50: Vollständiger Bewertungsprozess im Überblick.....	139
Abbildung 51: Prozesslandkarte eines KMU im Technischen Handel für Schläuche.....	143
Abbildung 52: Konsolidierung der Indikatoren „Anzahl“ und „Ähnlichkeit“ am Beispiel der Dokumentenkategorie Patente.....	148
Abbildung 53: Schematische Einordnung der Datenquellen in die Abschnitte des Produktlebenszyklus.....	148
Abbildung 54: Schematische Berechnung der Marktreife	149
Abbildung 55: Schematische Berechnung der Marktorientierung.....	152
Abbildung 56: Schematische Berechnung der Anschlussfähigkeit	153
Abbildung 57: Schematische Darstellung des Bewertungsprozesses für das Innovations-Suchfeld Alpha	154
Abbildung 58: Markt-/Technologieabstimmung	156

Abbildung 59: Grafische Darstellung der Ergebniskennzahlen.....	156
Abbildung 60: Trendanalyse der betrachteten Innovations-Suchfelder.....	158
Abbildung 61: Hierarchie der Textdaten-Strukturen.....	163
Abbildung 62: Der Vorbereitungsprozess für Textdaten	163
Abbildung 63: Prinzip der Singulärwertzerlegung (SVD) bei Latent Semantic Analysis (LSA).....	169
Abbildung 64: Auswahl des geeigneten Evaluationsansatzes.....	173
Abbildung 65: Fokusgruppen im Design Science Research.....	175
Abbildung 66: Möglichkeitsraum für die Evaluation durch Prototyping.....	175
Abbildung 67: Segmentierung des Schweizer Logistikmarktes	177
Abbildung 68: Logistik-Innovationsfelder	179
Abbildung 69: Wortvorschläge für die Navigation im Ergebnisraum	184

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Gegenüberstellung der Phasen Front End of Innovation (FEI) und Entwicklung	21
Tabelle 2: Merkmale und Ausprägungen zur Typologie von Prozessen	35
Tabelle 3: Vergleich der beschriebenen Prozessmodelle	49
Tabelle 4: Gruppierung der Erfolgsfaktoren	53
Tabelle 5: Vorteile des Einsatzes von Intuition für die Entscheidungsfindung im FEI	64
Tabelle 6: Nachteile des Einsatzes von Intuition für die Entscheidungsfindung im FEI	65
Tabelle 7: Gegenüberstellung deskriptiv und präskriptiv ausgerichteter Forschungsansätze	83
Tabelle 8: Zwischenkonsolidierung der linguistischen Eingangsvariablen für die Kennzahl „Marktreife“	137
Tabelle 9: Ermittlung des Marktreifegrades auf Basis der Werte der Zwischenkonsolidierung	138
Tabelle 10: Beispiel für den Zusammenhang von Abstraktionsstufe eines Innovations-Suchfeldes und angestrebtem Innovationsgrad	141
Tabelle 11: Datenquellen für die Bewertung	145
Tabelle 12: Kenngröße „Marktreife“ der drei beispielhaften Innovations-Suchfelder	150
Tabelle 13: Kenngröße „Marktorientierung“ der drei beispielhaften Innovations-Suchfelder	152
Tabelle 14: Kenngröße „Anschlussfähigkeit“ der drei beispielhaften Innovations-Suchfelder	154
Tabelle 15: Datenquellen – Größe und Anzahl Dimensionen k	169
Tabelle 16: Regelbasis zur Ermittlung der Zwischenstufen (Ebene-1) der linguistischen Variablen „Marktreifegrad“	212
Tabelle 17: Regelbasis zur Ermittlung der linguistischen Variablen „Marktreifegrad“ (Ebene-2)	213
Tabelle 18: Regelbasis zur Ermittlung der linguistischen Variablen „Marktorientierung“ (Ebene-2)	214
Tabelle 19: Regelbasis zur Ermittlung der linguistischen Variablen „Anschlussfähigkeit“ (Ebene-2)	215

1 Einleitung

1.1 Situation und Problemstellung

Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ändern sich aufgrund der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung aller Lebensbereiche, der fortschreitenden Globalisierung der Märkte und des demografischen Wandels rapide. Die Dynamik und die Veränderungsgeschwindigkeit im Unternehmensumfeld nehmen fortlaufend zu. Für Unternehmen ergibt sich so eine Situation, in der Volatilität, Unsicherheit, Komplexität und Uneindeutigkeit herrschen, was mit dem aus dem angelsächsischen Sprachkreis stammenden Akronym „VUCA¹“ zusammengefasst wird. Diese Entwicklung macht es immer schwieriger, „richtige“ Entscheidungen zu treffen. Das zeigt sich insbesondere beim Management von Innovationen, einem entscheidenden Baustein für die Weiterentwicklung von Unternehmen in einem dynamischen Markt- und Wettbewerbsumfeld (Brem und Vahs 2013, S. 2): Lediglich 13 Prozent der innovativen Ideen werden in marktgängige Angebote umgesetzt und bei nur 50 Prozent von diesen verläuft die Markteinführung erfolgreich (Kerka et al. 2007, S. 21). Innovationen sind damit einerseits eine große Chance beziehungsweise sogar eine Notwendigkeit für Unternehmen, andererseits bergen sie aber auch ein hohes Risiko. Mit diesem Dilemma sind insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU)² konfrontiert, weil sie nur über sehr begrenzte finanzielle und personelle Ressourcen verfügen (Spielkamp und Rammer 2006, S. 16–18). Für solche Unternehmen kann es existenzbedrohend sein, wenn eine Innovation nicht den erhofften Erfolg am Markt erzielt.

Ein Blick auf Deutschland verdeutlicht beispielhaft diese Bedrohung. Im europäischen Vergleich zählt Deutschland mit seinen Unternehmen zwar zu den „starken Innovatoren“ (Hollanders und Es-Sadki 2018a, S. 54), doch zeigt die Detailbetrachtung der zugehörigen Indikatoren, dass die Innovationskraft bei KMU sinkt. Werden die Aufwendungen für Innovationsaktivitäten und die erzielten Ergebnisse, erfasst als Anteil innovativer Produkte am Umsatz, zueinander in Relation gesetzt, dann lässt sich bei KMU ein Schereneffekt erkennen: Während die Innovationsaufwendungen, bezogen auf den Umsatz, nahezu konstant bleiben, nimmt der Anteil, den Produktinnovationen zum Umsatz beitragen, stark ab (Rammer 2019). Gleichzeitig geht die Bedeutung von Forschung und Entwicklung (FuE) für Innovationen in KMU zurück; ein Beleg dafür ist der seit 2014 sinkende FuE-Anteil an den Gesamtausgaben

¹ Das Akronym „VUCA“ wird aus den Anfangsbuchstaben der Begriffe „Volatility“, „Uncertainty“, „Complexity“ und „Ambiguity“ gebildet.

² Als KMU gelten nach Definition der Europäischen Kommission Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten, die einen Jahresumsatz von bis zu 50 Millionen EUR oder alternativ eine Bilanzsumme von bis zu 43 Millionen EUR aufweisen (vgl. European Commission 2015, S. 10).

für Innovationen (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) 2019). Der strukturierte und technologiegetriebene Innovationsprozess, der heute als eine zentrale Erklärungsvariable für die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit von Unternehmen gilt (Rammer et al. 2010, S. 27), verliert an Bedeutung. KMU müssen sich deswegen der Frage stellen, wie sich Innovation ohne FuE künftig erfolgreich gestalten lässt.

Selbst in der Schweiz, die in volkswirtschaftlichen Statistiken und Rankings regelmäßig Spitzenplatzierungen erreicht,³ zeigt sich, dass die Innovationskraft der dortigen KMU ähnlich bedroht ist.

Im europäischen Vergleich erreicht die Schweiz beim Indikator „KMU mit Prozess- und Produktinnovationen“ zwar den zweiten Platz, büßt dabei allerdings 25 Prozentpunkte⁴ gegenüber 2011 ein (Hollanders und Es-Sadki 2018b, S. 17). Ergänzend ist zu berücksichtigen, dass bei diesem Indikator nicht weiter unterschieden wird, ob eine Innovation neu für den Markt oder lediglich neu für das eigene Unternehmen ist (Hollanders und Es-Sadki 2018c, S. 7). Der Aspekt Neuigkeitsgrad wird hierbei großzügig ausgelegt, womit das Anspruchsniveau gesenkt wird.⁵ Die starke Position Schweizer KMU im Bereich Innovation bröckelt also. Dieser Trend ist für Schweizer KMU von zentraler Bedeutung und erfasst annähernd zehn Prozent aller Schweizer Unternehmen⁶ (Fueglistaller et al. 2018, S. 3).

Eine hohe Bedeutung innerhalb der Schweizer KMU kommt den Mittelunternehmen zu. Dazu zählen Unternehmen, die 50 bis 249 Mitarbeiter beschäftigen. In der Schweiz fallen zwar lediglich 1,5 Prozent aller Unternehmen in diese Kategorie, doch sie sind zentral für den Arbeitsmarkt, weil in ihnen 20 Prozent aller Beschäftigten tätig sind (Fueglistaller et al. 2018, S. 3). Mittelunternehmen sind somit in der Schweiz eine wesentliche Stütze der Volkswirtschaft. Gerade dieser volkswirtschaftliche Stützpfeiler aber ist von dem Rückgang bei Produkt- und Prozessinnovationen am stärksten betroffen (Bergmann und Volery 2016, S. 11 Abbildung 1)⁷: In den Bereichen „Handel“ und „Sonstige Dienstleistungen“ kommen sie im branchenübergreifenden Vergleich anhand des Indikators „Unternehmen mit Produkt und/ oder Prozessinnovationen“ lediglich auf die hinteren Plätze. Hier schaffen es vergleichsweise wenige Unternehmen, Produkt- und/oder Prozessinnovationen erfolgreich umzusetzen (Bergmann und Volery 2016, S. 12 Abbildung 2) – nur der Bausektor schneidet schlechter ab. Stellvertretend für die beiden Branchen „Handel“ und „Sonstige Dienstleistungen“ wird in der vorliegenden Arbeit die

³ Beim Global Innovation Index verteidigt die Schweiz 2018 den ersten Platz zum achten Mal in Folge (Dutta et al. 2018, S. 61). Im European Innovation Scoreboard 2018 schafft es die Schweiz auf Platz 1 (Hollanders und Es-Sadki 2018a, S. 26).

⁴ Auf einer normalisierten Skala.

⁵ Eine differenzierte Betrachtung des Neuigkeitsgrades von Innovationen findet sich in Kapitel 2.2.2.

⁶ 58.000 Unternehmen mit zehn bis 249 Mitarbeitenden.

⁷ Zeitraum der Betrachtung: 1996 bis 2013.

Teilbranche „Technischer Handel“ näher untersucht. Diese Eingrenzung schafft die Voraussetzung für Detailbetrachtungen und fundierte Erkenntnisse.

Die Innovationsstatistiken für die Schweiz zeigen noch einen weiteren Trend auf. Im Bereich „Traditionelle Dienstleistungen“⁸, zu denen „Handel“ und „Sonstige Dienstleistungen“ zählen, hat sich die Anzahl der Unternehmen mit FuE-Aktivitäten über 15 Jahre hinweg halbiert.⁹ Die neueste Statistik der Konjunkturforschungsstelle weist aus, dass im Bereich traditionelle Dienstleistungen nur noch rund sieben Prozent aller Unternehmen FuE betreiben (Stucki et al. 2017, S. 11). Es findet also eine Konzentration der FuE-Aktivitäten auf weniger Unternehmen statt. Gleichzeitig geht seit 2012 der Anteil der FuE-Ausgaben am Umsatz zurück und liegt aktuell bei 1,5 Prozent. Beide Veränderungen führen dazu, dass es immer seltener klare, strukturierte Vorgehensweisen gibt, um Innovationen zu ermöglichen (vgl. Thamhain 2003, S. 307). In der Folge gewinnt Innovation ohne FuE an Bedeutung. Dies wirft die Frage auf, wie unter diesen Umständen Innovation erfolgreich realisiert werden kann. Diese Situation trifft analog auf Deutschland zu und kann, einem induktiven Vorgehen folgend, auf andere westeuropäische Industrieländer mit vergleichbaren Wirtschaftsstrukturen übertragen werden.

Während bei den „Traditionellen Dienstleistungen“ die FuE-Ausgaben rückläufig sind, steigt der Anteil der gesamten Innovationsausgaben am Umsatz an (Stucki et al. 2017, S. 11). Dazu zählen Ausgaben für Konstruktion, Design und Folgeinvestitionen (z. B. Versuchsproduktion, Markteinführungskosten, Umschulung des Personals) (Stucki et al. 2017, S. 4). Innovationen erfordern von den Unternehmen demnach immer höhere Investitionen. Angesichts zunehmenden Wettbewerbsdrucks infolge globalisierter Wertschöpfungsketten sind viele Unternehmen dazu jedoch finanziell immer weniger in der Lage. Dies spiegelt sich in einer Konzentration der FuE-Aktivitäten wider: Immer weniger Unternehmen können sich Innovationen noch leisten. Insbesondere Mittelunternehmen sind einem steigenden Kostendruck ausgesetzt: Während Großunternehmen Skaleneffekte und eine Internationalisierung ihrer Wertschöpfungsketten für Kostensenkungen nutzen können, ist die Wirkung dieser Hebel bei Mittelunternehmen reduziert (vgl. Pertusa-Ortega et al. 2009, S. 519). Mit abnehmender Innovationskraft nimmt der Kostendruck für sie noch weiter zu, um erfolgreich im Wettbewerb bestehen zu können. Folglich legen sie ihren Fokus verstärkt auf Maßnahmen zur Kostensenkung und/oder Kostenflexibilisierung. Dies lässt sich aus der Statistik der Schweizer Konjunkturforschungsstelle ablesen: In weniger als zehn Jahren hat sich bei Prozessinnovationen der Anteil derjenigen Innovationen, die auf Kostensenkungen ausgelegt sind, verdoppelt und liegt in der aktuellsten Auswertung bei über 60 Prozent (Stucki et al. 2017, S. 11- Grafik 2.5).

⁸ Traditionelle Dienstleistungen umfassen: Groß- und Detailhandel, Gastgewerbe, Verkehr/Logistik, Immobilien/Vermietung sowie persönliche Dienstleistungen (Stucki et al. 2017, S. 10).

⁹ Erfassungszeitraum 1997–1999 bis 2012–2014.

Parallel dazu nimmt der Innovationsgrad ab: Im Betrachtungszeitraum 2004 bis 2014 ging der Umsatzanteil mit Produkten, die neu für den Markt sind, von 15 auf fünf Prozent zurück, der Umsatzanteil mit Produkten, die lediglich neu für die Firma sind, verdoppelt sich hingegen auf 30 Prozent (Stucki et al. 2017, S. 11, Grafik 2.5). In diesen Entwicklungen lässt sich ein reaktives Verhalten der Unternehmen erkennen: Inkrementelle Anpassungen an Veränderungen im Unternehmensumfeld haben Priorität gegenüber strategischen Richtungsentscheidungen. Auf längere Sicht schränkt das die Innovationskraft ein. Es besteht das Risiko, dass daraus ein *Circulus vitiosus* entsteht, in dem diese Unternehmen gefangen sind. Dies stellt eine ernste volkswirtschaftliche Gefahr dar.

1.2 Motivation

Wie lässt sich diese Gefahr nun abwenden? Gassmann und Schweitzer betonen, dass die frühe Phase des Innovationsprozesses, das „Front End of Innovation“ (Eling und Herstatt 2017, S. 864), im Weiteren mit FEI abgekürzt, der entscheidende Erfolgsfaktor für erfolgreiche Innovation ist und Unternehmen zu einem Wettbewerbsvorteil verhilft (Gassmann und Schweitzer 2014, S. 3–4). Am Beispiel der Entwicklung des Airbus A380 zeigen sie auf, dass Änderungen, die erst während der laufenden Entwicklung initiiert werden, zu deutlichen Verzögerungen und Mehrkosten im Gesamtprojekt führen.

Deswegen wird es immer wichtiger, bereits in der frühen Phase Markterwartungen und technologische Möglichkeiten aufeinander abzustimmen. Grundlage dafür ist eine umfassende Datenbasis aus Markt- und Technologieanalysen, um entscheiden zu können, welche Innovationsvorhaben mit hoher Wahrscheinlichkeit technisch realisierbar und am Markt erfolgreich sind (Durst und Durst 2016, S. 220–221). Sorgfältige Planung berücksichtigt das und schafft die Voraussetzung dafür, Entscheidungen frühzeitig so zu treffen, dass die Anzahl von späteren Änderungen und die daraus resultierenden Folgekosten minimiert werden. Die besondere Schwierigkeit im FEI liegt jedoch darin, dass noch keine vollständige und abgesicherte Datenbasis für ein Innovationsvorhaben verfügbar ist (Kim und Wilemon 2002, S. 270–271). In der Unternehmenspraxis ist dies ein zentrales Problem: Einerseits gilt es, Innovationsmöglichkeiten mit Aussicht auf Markterfolg so früh wie möglich zu identifizieren, andererseits fehlt aber oftmals das Wissen über Methoden und Prozesse, die die Entscheidungsfindung im FEI verbessern (Gassmann und Schweitzer 2014, S. 5).

Zahlreiche Prozessmodelle und Methoden wurden bereits konzipiert, um diesem Problem zu begegnen und durch Strukturierung des Vorgehens die Unsicherheit zu reduzieren. Cooper und Kleinschmidt (1991) haben ein Meilensteinmodell entwickelt, das den Innovationsprozess strukturiert und sicherstellt, dass die nächste Prozessphase erst dann angegangen wird, wenn alle erforderlichen Vorarbeiten dafür abgeschlossen sind. Dieses Modell wurde mehrfach

überarbeitet, wobei sogenannte *Generationen* die Versionierung dieses Modells beschreiben. In dem ursprünglich linear konzipierten Modell werden zunächst Aktivitäten parallelisiert, um die Innovationszeit zu verkürzen. Daran schließt sich eine Differenzierung gemäß Komplexität eines Innovationsprojektes an. Ein skalierbarer Prozess ermöglicht, dass bei inkrementellen Innovationen nicht alle bei radikalen Innovationen nötigen Schritte durchlaufen werden müssen (Cooper 2008, S. 223). Als Reaktion auf die zunehmende Verbreitung von „Open Innovation“¹⁰ sehen neueste Anpassungen die Öffnung des Modells über das eigene Unternehmen hinaus vor und führen eine agile Vorgehensweise ein. Folgeaktivitäten können bereits dann begonnen werden, wenn noch nicht alle Voraussetzungen am vorausgehenden Meilenstein erfüllt sind. Allen Generationen dieses Modells ist gemeinsam, dass sie mit der Ideenfindung und -bewertung starten. Unklar bleibt dabei, in welchen Themenfeldern nach Ideen gesucht wird und wie diese Bereiche auf die Strategie des Unternehmens abgestimmt sind. Diese Form eines Prozessmodells zeigt somit bereits zu Prozessstart Schwächen bei der Effektivität, weil die Ideenfindung nicht zielgerichtet erfolgt.

Andere Modelle, wie das „Drei Phasen Front End“-Modell (Khurana und Rosenthal 1998, S. 59), schalten eine Phase vor, in der Marktchancen gesichtet und bewertet werden. Erst im Anschluss daran startet die Ideensammlung, die auf die identifizierten Marktchancen ausgerichtet wird. Das genannte Modell bleibt allerdings generisch und beschreibt weder, wie die Bewertung der Marktchancen tatsächlich erfolgt, noch wie ein Unternehmen zu den dafür erforderlichen Informationen kommt.

Koen et al. 2002 detaillieren in ihrem Modell diese Vorphase weiter und unterscheiden die Tätigkeitsblöcke „Marktchancen identifizieren“ und „Marktchancen analysieren“. Inhaltlich bleiben Koen et al. jedoch bei generischen Aussagen. Sie beschränken sich darauf, mögliche Methoden aufzulisten, die in diesen beiden Phasen angewendet werden sollten. Wie diese Methoden im Detail anzuwenden sind und insbesondere, unter welchen Kriterien die Analyse von Marktchancen durchgeführt werden soll, bleibt unerwähnt. Das ist jedoch entscheidend, um den Innovationsprozess frühzeitig und zielgerichtet zu starten und die Unsicherheit zu reduzieren. Gerade weil diese Phase mit einem erheblichen Zeitaufwand verbunden ist,¹¹ müssen die Ressourcen zielführend eingesetzt werden. KMU mit ihrer starken Ausrichtung auf das operative Tagesgeschäft und ihrer hohen Effizienzorientierung können sich solch einen Aufwand in der Regel nicht leisten.

¹⁰ Open Innovation: Öffnung des Innovationsprozesses über die Unternehmensgrenze hinaus (Chesbrough 2004, S. 23).

¹¹ Koen et al. 2002, S. 18, veranschlagen für die Analyse einer neuen Marktchance 60–90 Tage für ein drei- bis fünfköpfiges Team.

Zusammenfassend lässt sich Folgendes festhalten: Die bislang bekannten wissenschaftlichen Ansätze vernachlässigen die initiale Phase des Innovationsprozesses, in der die für das Unternehmen attraktiven Marktfelder eruiert werden sollten. **Zudem sind bestehende Prozessmodelle entweder nicht auf die Unternehmensstrategie ausgerichtet und können damit nicht zu zielgerichteten Innovationen führen, oder sie berücksichtigen zwar die Unternehmensstrategie, bleiben in ihrer Beschreibung aber abstrakt und verhindern somit die Anwendung in KMU.**

Die methodische Unterstützung des FEI beruht derzeit überwiegend auf generischen Beschreibungen. Für deren Anwendung wird der Idealzustand einer vollständigen Datenbasis vorausgesetzt, der aber aufgrund der hohen Unsicherheit in dieser Phase nicht gegeben ist (Kim und Wilemon 2002, S. 270–271). Dieses Informationsdefizit wurde bislang bei der Beschreibung von Methoden im FEI nicht berücksichtigt; ein fundierter Abgleich von Markterwartungen und technologischen Möglichkeiten ist so nicht möglich. Im Folgeprozess kann dies zu zeit- und kostenintensiven Anpassungen, bis hin zur vollständigen Einstellung eines Innovationsprojektes, führen.

Die Informationsbeschaffung im FEI ist derzeit mit einem hohen Aufwand verbunden. Unternehmen wenden dafür bis zu zehn Stunden in der Woche auf, wobei sie überwiegend auf Internet-basierte Suchmaschinen zurückgreifen (Spath et al. 2010, S. 18). Daran wird sichtbar, dass neben praxistauglichen Methoden auch geeignete Werkzeuge aus der Informationstechnologie (IT) fehlen, die den manuellen Aufwand für die Erstellung der erforderlichen Datenbasis deutlich reduzieren und in der Lage sind, die Entscheidungsfindung bei der Auswahl geeigneter Marktfelder zu unterstützen.

Hier zeigt sich, dass die Möglichkeiten der Digitalisierung noch lange nicht vollständig ausgeschöpft sind. Unter Digitalisierung wird dabei in der vorliegenden Arbeit, die sich mit der Steuerung der Aktivitäten im FEI auseinandersetzt, kontextbezogen die Digitalisierung von Geschäftsprozessen mithilfe von IT-Unterstützung verstanden und damit auf den Begriff der „Prozessdigitalisierung“ eingegrenzt. Das Verständnis von Prozessdigitalisierung umfasst dabei deutlich mehr als die Automatisierung von Standardprozessen (Brucker-Kley et al. 2018, S. 10). Die weitere Betrachtung des FEI in dieser Arbeit zeigt, dass die IT-Unterstützung wenig strukturierter, wissensintensiver Prozesse, wie im Fall des FEI, noch immer schwach ausgeprägt ist. Dies belegt ein Blick auf die am Markt angebotene Software.

Bislang wird Innovationsmanagement-Software mit dem Fokus entwickelt, die unternehmensinterne und unternehmensübergreifende Zusammenarbeit zu verbessern. Die zugehörigen Funktionalitäten, die bereits in zahlreichen Software-Produkten am Markt angeboten werden, werden als Ideenmanagement-Software oder Software für „Open Innovation“ bereitgestellt

und sind dann wertvoll, wenn bereits feststeht, in welchen Marktfeldern Ideen entwickelt und verfeinert werden sollen. Die IT-gestützte Auswahl geeigneter Innovationsfelder ist jedoch nur möglich, wenn die Softwareunterstützung früher im Prozess ansetzt, um Marktchancen zu identifizieren und zu bewerten. Mit eben dieser Anforderung setzt sich die vorliegende Arbeit vertieft auseinander.

Die Aktualität dieser Anforderung wurde am europäischen Markt erkannt und es wurden erste Pionierlösungen¹² entwickelt, die Teilfunktionen für die IT-unterstützte Identifikation und Bewertung von Marktchancen im Innovationsprozess bereitstellen. Ein durchgängiger Ansatz, der im frühen Innovationsprozess auch eine Entscheidungsunterstützung bei der Bewertung von Marktchancen gibt, fehlt in dieser Phase bislang jedoch.

Aus der dargelegten Problemsituation und dem aufgedeckten Forschungsbedarf leitet sich die zentrale Forschungsfrage dieser Arbeit ab:

Wie lassen sich Marktchancen im frühen Innovationsprozess hinsichtlich ihrer Attraktivität für ein Unternehmen bewerten?

1.3 Zielsetzung und Vorgehensweise

Ziel dieser Arbeit ist, ein Bewertungsmodell für die frühe Phase des Innovationsprozesses zu entwickeln, mit dem Marktchancen hinsichtlich ihrer Attraktivität für ein Unternehmen bewertet werden können. Die Zielerreichung steht zugleich unter der Prämisse, den manuellen Aufwand unter zielgerichtetem IT-Einsatz signifikant zu reduzieren.

Einen Überblick über die Struktur und die generelle Vorgehensweise in dieser Arbeit geben die folgenden Kurzbeschreibungen der Kapitelinhalte sowie Abbildung 1:

- **Kapitel 1.** Im ersten Schritt werden die aktuellen Probleme, mit denen KMU bei der Bewertung von Marktchancen im frühen Innovationsprozess konfrontiert sind, beschrieben. Im zweiten Schritt wird daraus eine konkrete Forschungsfrage abgeleitet.
- **Kapitel 2.** Hier wird das Betrachtungsfeld der Arbeit schrittweise eingegrenzt. Zudem werden die zentralen Begriffe aus dem Bereich Innovation diskutiert und anschließend für diese Arbeit festgelegt.
- **Kapitel 3.** Gegeben wird ein Überblick über Prozessmodelle und Methoden für den frühen Innovationsprozess. Es wird geprüft, ob die untersuchten Prozessmodelle und Methoden adäquat zur Lösung der beschriebenen Probleme beitragen können und welche Lücken bestehen.

¹² Dazu zählt das ITONICS Trend RadarTM, das von der Firma Itonics in D-90489 Nürnberg angeboten wird.

Einleitung	Kapitel 1	<ul style="list-style-type: none"> Was ist das Problem? Warum ist das Problem wichtig? Welche Forschungsfrage wird aus dem Problem abgeleitet?
Der Innovationsprozess in Schweizer MU im Technischen Handel	Kapitel 2	<ul style="list-style-type: none"> Wie wird das Untersuchungsfeld abgegrenzt? Was sind die zentralen Begriffe und Konzepte? Wie sind sie in dieser Arbeit definiert?
Vorgehensmodelle und Methoden im FEI	Kapitel 3	<ul style="list-style-type: none"> Welche Prozessmodelle und Methoden sind für die Aktivitäten im FEI vorhanden? Was sind ihre Stärken und Schwächen?
IT-gestützte Ansätze zur Unterstützung des Innovationsprozesses	Kapitel 4	<ul style="list-style-type: none"> Welche IT-Unterstützung ist für den Innovationsprozess aktuell verfügbar? Welche Defizite bei der IT-Unterstützung resultieren daraus?
Konzeption eines Bewertungsmodells zur Chancenevaluation im FEI	Kapitel 5	<ul style="list-style-type: none"> Was sind die zentralen Anforderungen an das Bewertungsmodell? Welche Kriterien sind für die Bewertung zu berücksichtigen? Welches Messverfahren eignet sich für die Bewertung?
Vorgehensmodell zur Bewertung von Marktchancen im FEI	Kapitel 6	<ul style="list-style-type: none"> Wie wird bei der Bewertung vorgegangen? Welche Resultate und Ergebnisdarstellungen werden erzeugt?
Minimaler Prototyp	Kapitel 7	<ul style="list-style-type: none"> Welche Anforderungen muss der Prototyp erfüllen? Mit welcher IT-Unterstützung können diese Anforderungen realisiert werden?
Evaluation des Bewertungsmodells	Kapitel 8	<ul style="list-style-type: none"> Ist die Vorgehensweise für den Praxiseinsatz geeignet? Welche Entscheidungsunterstützung bieten die Ergebnisse?
Schlussbetrachtung und Ausblick	Kapitel 9	<ul style="list-style-type: none"> Welche Konsequenzen ergeben sich für den Einsatz in KMU? Wie lauten neue, relevante Forschungsfragen?

Abbildung 1: Aufbau der Arbeit

- **Kapitel 4.** Es wird geprüft, welche IT-Anwendungen existieren, um die Analyse und Bewertung von Marktchancen im frühen Innovationsprozess zu unterstützen, und bei welchen Funktionalitäten Defizite bestehen.
- **Kapitel 5.** Vorgestellt wird die theoretische Grundlage des neuen Bewertungsmodells. Die wesentlichen Anforderungen werden aus den Erkenntnissen der vorhergehenden Kapitel abgeleitet. Anschließend wird auf Basis des Design-Science-Forschungsansatzes ein „Maßstab“ erarbeitet und für die Bewertung von Marktchancen operationalisiert.
- **Kapitel 6.** Die einzelnen Schritte des Vorgehensmodells und deren logische Abfolge werden beschrieben. Es wird ein Modell erarbeitet, mit dem Marktchancen auf Basis des in Kapitel 5 entwickelten Maßstabs bewertet werden können.

- **Kapitel 7.** Erläutert werden die zentralen Funktionalitäten eines minimalen Prototyps, um die technische Machbarkeit des Bewertungsmodells zu demonstrieren.
- **Kapitel 8.** Die praktische Relevanz der Forschungsergebnisse wird auf Basis einer systematischen Evaluation validiert.
- **Kapitel 9.** Abschließend wird ein Fazit aus praktischer und aus wissenschaftlicher Perspektive gezogen.

1.4 Forschungsdesign

Im Bereich der Wirtschaftsinformatik, dem die beschriebene Problemstellung zuzuordnen ist, wird Forschung vorwiegend aus zwei unterschiedlichen Blickwinkeln betrieben (Österle et al. 2011, S. 7). Die eine Perspektive ist der behavioristische oder verhaltensorientierte Ansatz, bei dem Informationssysteme und Nutzerverhalten aus einer beobachtenden Perspektive untersucht werden. Die andere Perspektive ist der designorientierte Ansatz, der darauf abzielt, praxisrelevante Ergebnisse für reale Anwendungsfälle zu erarbeiten.

Da das zentrale Ziel der vorliegenden Arbeit, die Entwicklung einer IT-unterstützten Methode für die Bewertung von Marktchancen im frühen Innovationsprozess, für die Unternehmenspraxis von Bedeutung ist, wurde der designorientierte Ansatz für das Forschungsdesign gewählt, wie er von Hevner für die Wirtschaftsinformatik beschrieben wird (Hevner et al. 2004, S. 75–90). Abbildung 2 zeigt den Rahmen für den designorientierten Ansatz. Dessen Inhalte werden nachfolgend erläutert. Vertieft wird auf diesen Ansatz in Kapitel 5.2 eingegangen.

Beim designorientierten Ansatz, aufgrund seiner angelsächsischen Herkunft als „Design Science“-Ansatz geführt, definiert die Umgebung das Problemfeld, das betrachtet wird (Simon 1996, S. 6). Im Bereich der Wirtschaftsinformatik wird dieses Problemfeld durch die Kategorien „Mensch“ (People), „Organisation“ (Organization) und „Technologie“ (Technology) beschrieben. In der vorliegenden Arbeit konzentriert sich das Problemfeld auf Innovationsverantwortliche in KMU ohne FuE. Betrachtet werden die verfügbaren und angewendeten Innovationsprozesse und deren Unterstützung durch die Informationstechnologie (IT). Aus der Interaktion zwischen „Mensch“, „Organisation“ und „Technologie“ resultieren Unternehmensanforderungen (Business Needs), die die Forschung aufgreift. Indem die Forschungsaktivitäten auf die Unternehmensanforderungen ausgerichtet werden, wird deren Relevanz (Relevance) für die Praxis gewährleistet. Der Herleitung der zentralen Forschungsfrage in Kapitel 1.2 folgend, stellt die Evaluation von Marktchancen hinsichtlich ihrer Attraktivität für ein Unternehmen die maßgebliche Unternehmensanforderung dar, die im Weiteren betrachtet wird.

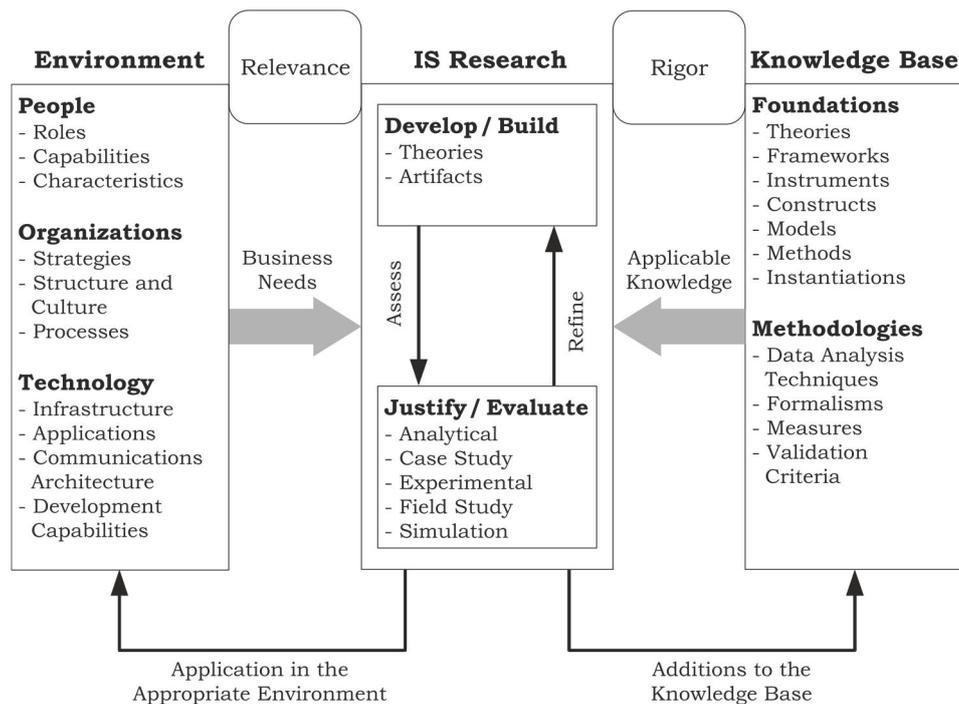


Abbildung 2: Design-Science-Rahmenwerk nach Hevner et al. (2004) (Frauchiger 2017, S. 109)

Die Wissensbasis (Knowledge Base) stellt die Werkzeuge bereit, mit denen die Forschung durchgeführt werden kann. Die Wissensbasis besteht aus Grundlagen (Foundations) und Methodiken (Methodologies). Zu den Grundlagen zählen insbesondere Konstrukte (Constructs), Modelle (Models), Methoden (Methods) und Instanzen, respektive Implementierungen (Instantiations). Methodiken stellen Leitlinien dafür zur Verfügung, wie Theorien oder Konstrukte zu prüfen oder evaluieren sind. Exaktheit (Rigor) wird im Forschungsvorgehen dadurch erreicht, dass bestehende Grundlagen und Methodiken adäquat eingesetzt werden. Ausgerichtet auf diese Anforderung an Exaktheit werden an den betreffenden Stellen in dieser Arbeit die eingesetzten Grundlagen jeweils näher erläutert und in den Bezugsrahmen des Design-Science-Ansatzes eingeordnet.

Die Anwendung des Design-Science-Forschungsansatzes in dieser Arbeit orientiert sich an dem Leitfaden von Hevner (Hevner et al. 2004, S. 82–90), der auf sieben konkreten Richtlinien für die Forschenden beruht:

1. *Design as an Artifact*: Design-Science-Forschung erzeugt ein realisierbares Artefakt in Form eines Konstrukts, Modells, einer Methode oder Implementierung (Instanz).
2. *Problem Relevance*: Ziel der Design-Science-Forschung ist, technologiegestützte Lösungen zu bedeutenden Problemen aus der Wirtschaft zu entwickeln.
3. *Design Evaluation*: Die Nützlichkeit, Qualität und Effizienz eines Design-Artefakts werden mittels geeigneter Evaluation fundiert nachgewiesen.

4. *Research Contributions*: Wirksame Design-Science-Forschung liefert klare und nachweisbare Beiträge auf den Gebieten Design-Artefakte, Design-Grundlagen und/oder Design-Methode.
5. *Research Rigor*: Design-Science-Forschung beruht auf der Anwendung formaler Methoden hinsichtlich Konstruktion und Evaluation des Design-Artefakts.
6. *Design as a Search Process*: Die Suche nach einem zielführenden Artefakt setzt voraus, dass die vorhandenen Mittel zur Erreichung des gewünschten Ergebnisses unter Einhaltung der gegebenen Rahmenbedingungen im Problemumfeld eingesetzt werden.
7. *Communication of Research*: Design-Science-Forschung muss wirkungsvoll kommuniziert werden, und zwar sowohl gegenüber der technisch als auch der management-orientierten Interessengruppe.

Diese Richtlinien werden folgendermaßen in der vorliegenden Arbeit berücksichtigt:

- Das entwickelte Bewertungsmodell wird als funktionaler IT-Prototyp realisiert und stellt das Artefakt dar.
- Im ersten Teil der Arbeit wird als Problemstellung die Evaluation von Marktchancen im frühen Innovationsprozess hergeleitet, wobei die spezifischen Anforderungen von KMU ohne FuE berücksichtigt werden.
- Das Bewertungsmodell wird als funktionaler IT-Prototyp umgesetzt und systematisch durch Experten evaluiert.
- Das in der Forschung angewendete Vorgehen wird reflektiert und es werden Empfehlungen für mögliche Verbesserungen abgeleitet.
- Für die Konstruktion und Evaluation des IT-Prototyps werden formale Methoden eingesetzt, die jeweils erläutert und begründet werden.
- Die Umsetzung des Bewertungsmodells folgt einem iterativen Vorgehen. Angesichts der hohen Komplexität des Betrachtungsfeldes wird keine im mathematischen Sinne „optimale“ Lösung verfolgt, sondern eine Lösung, die die Anforderungen „zufriedenstellend“ erfüllt (Simon 1996, S. 118–119). Das bedeutet, dass die Lösung die gewählte Problemstellung gut löst und sich durch „zertifiziertes Wissen“ auszeichnet (Meehl 1986, S. 317).
- Das Vorgehen bei der Entwicklung des Lösungsansatzes wird in einem Detailgrad beschrieben, der diesen für Interessierte aus der Wissenschaft nachvollziehbar macht.

2 Der Innovationsprozess in Schweizer MU im Technischen Handel

2.1 Wirtschaftliche Bedeutung der Branche Technischer Handel in der Schweiz

Im Folgenden werden die in Kapitel 1.2 aufgezeigten Schwächen im Innovationsprozess von KMU hinsichtlich der Kriterien „Effektivität“, „Effizienz“ und „Qualität“, im Sinne des Neuigkeitsgrades am Markt eingeführter Innovationen, weiter herausgearbeitet. Berücksichtigt wird dabei, dass FuE als „*Conditio sine qua non*“ für Innovationen gerade im KMU-Bereich an Bedeutung verliert.

Für die Betrachtung wird ein induktives Vorgehen gewählt. Hierzu wird der Innovationsprozess von KMU in Deutschland und in der Schweiz analysiert, um die gewonnenen Erkenntnisse nachfolgend auf andere westeuropäische Länder zu übertragen. Parallel dazu wird der Branchenausschnitt der Schweizer Wirtschaft hergeleitet, der im Weiteren fokussiert wird.

2.1.1 Innovation in KMU

Das Management von Innovationen ist eine wesentliche Voraussetzung für die Weiterentwicklung von Unternehmen in einem dynamischen Markt- und Wettbewerbsumfeld (Brem und Vahs 2013, S. 2). Innovationen bieten einerseits die Möglichkeit, neue Produkt-Markt-Felder zu eröffnen, andererseits können auf vorhandenen Märkten Differenzierungs- und Kostenvorteile gegenüber Konkurrenten erzielt werden (Gerpott 2013, S. 1). Innovationen sind jedoch auch mit zahlreichen Risiken verbunden: Technische Probleme können die Umsetzung innovativer Ideen verhindern oder der Erfolg am Markt bleibt aus, weil sich Kundenanforderungen verändert haben (von Ahsen 2010, S. 1). Das gilt insbesondere für KMU, die häufig stark entwicklungs- und konstruktionsorientiert sind (von Ahsen 2010, S. 2). Hier stehen zur Entwicklung neuer Produkte und Lösungen nur sehr begrenzte finanzielle und personelle Ressourcen zur Verfügung, bei oft nur schmaler Produktpalette (Spielkamp und Rammer 2006, S. 16–18). Für solche Unternehmen kann es bereits existenzbedrohend sein, wenn eine Innovation nicht den erhofften Erfolg am Markt erzielt.

Um die Charakteristika des Innovationsprozesses in KMU genauer zu beschreiben, werden diese an einem Beispiel herausgearbeitet. Gut geeignet dafür ist Deutschland, wo KMU auf einen Anteil von mehr als 99 Prozent aller Unternehmen¹³ (statista 2019, S. 7) kommen und aus volkswirtschaftlicher Sicht eine tragende Rolle einnehmen. KMU beschäftigen hier rund 61 Prozent aller in Unternehmen Erwerbstätigen (statista 2019, S. 15) und generieren 33 Prozent des Unternehmensumsatzes (statista 2019, S. 21). Doch die jährliche Erhebung der

¹³ Bezugsbasis sind alle rechtlich selbstständigen Unternehmen der nicht-finanziellen gewerblichen Wirtschaft.

Innovationsleistung in EU Mitgliedsstaaten, das „European Innovation Scoreboard“, zeigt, dass deutsche KMU an Innovationskraft verlieren (Hollanders und Es-Sadki 2018a, S. 54). Bei der Erhebung werden KMU mittels der eigenen Dimension „Innovatoren“ differenziert betrachtet. Diese Dimension schließt drei Indikatoren ein, die den Anteil der KMU erfassen, die Innovationen am Markt oder unternehmensintern eingeführt haben.¹⁴ Blicken wir zurück.

2017 beträgt der Rückgang über alle Indikatoren dieser Dimension hinweg im Vergleich zu 2010 24 Prozent (Hollanders und Es-Sadki 2018a, S. 54). Die größten Einbußen weist der Indikator „KMU mit Produkt- oder Prozessinnovationen“ mit 29 Prozent auf. Dieser Indikator erfasst die Zahl der KMU, die mindestens eine Produkt- oder Prozessinnovation umgesetzt haben. Ergänzend zeigt die Analyse des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), dass der Umsatzanteil von Produktinnovationen bei deutschen KMU ebenfalls rückläufig ist. Dieser sinkt von rund neun Prozent im Jahr 2010 auf 6,6 Prozent im Jahr 2017 (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) 2019). Aus der Entwicklung dieser beiden Indikatoren resultiert, dass sich für KMU die Ergebnisse aus dem Innovationsprozess zunehmend verschlechtern. Nach dem Neuigkeitsgrad der Innovation – neu für das Unternehmen oder den Markt – wird in beiden Fällen nicht weiter differenziert.¹⁵ Die Detaildaten des ZEW zeigen jedoch, dass sich der Anteil der KMU mit Marktneuheiten im Zehnjahresvergleich von 2007 bis 2017 nahezu halbiert und zuletzt noch bei sieben Prozent liegt (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) 2019).

Auf der Aufwandsseite fällt auf, dass die Innovationsausgaben, die nicht durch FuE verursacht werden, deutlich stärker zunehmen als die FuE-Ausgaben selbst. So weist der Indikator „Nicht FuE-bezogene Innovationsaufwendungen“¹⁶, gemessen in Prozent vom Umsatz, im Zeitraum 2010 bis 2017 eine Zunahme um 49 Prozent auf (Hollanders und Es-Sadki 2018a, S. 54), während die FuE-Ausgaben insgesamt nur um neun Prozent steigen. Der Indikator „Nicht FuE-bezogene Innovationsaufwendungen“ differenziert jedoch nicht nach Unternehmensgröße. Um eine Aussage für KMU zu treffen, werden die Kernindikatoren zum Innovationsverhalten der deutschen Unternehmen betrachtet (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) 2019). An diesen wird deutlich, dass bei den KMU einerseits die Innovationsausgaben, gemessen am Umsatzanteil, nahezu stabil bleiben, während der darin enthaltene FuE-Anteil rückläufig ist. FuE verliert demnach für Innovationen in KMU an Bedeutung.

¹⁴ Für eine vollständige Übersicht der Indikatoren vgl. Hollanders und Es-Sadki 2018a, S. 54.

¹⁵ Für eine vollständige Definition des Indikators vgl. Hollanders und Es-Sadki 2018c, S. 7, und Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) 2019.

¹⁶ Für eine vollständige Definition des Indikators vgl. Hollanders und Es-Sadki 2018c, S. 7.

Aus den beschriebenen Entwicklungen lässt sich folgendes Fazit ziehen:

- Beim Vergleich von Innovationsinput und -output über die Zeitachse lässt sich bei KMU ein Schereneffekt erkennen: Trotz einer nahezu konstanten Relation der Innovationsaufwendungen am Umsatz nimmt der Anteil, den Produktinnovationen zum Umsatz beitragen, stark ab (Rammer 2019). Die Wirksamkeit der Innovationsaufwendungen schwindet also und ein wirtschaftlicher Mitteleinsatz im Innovationsprozess ist nicht gegeben.
- Der Neuigkeitsgrad der von KMU hervorgebrachten Innovationen nimmt spürbar ab. Beleg dafür ist der starke Rückgang an Marktneuheiten. Daraus resultiert ein niedrigeres Qualitätsniveau des Innovationsergebnisses.
- Die Bedeutung von FuE für Innovationen sinkt. Damit tritt der strukturierte und technologiegetriebene Innovationsprozess in den Hintergrund, der heute vielfach noch als zentraler Faktor für die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit von Unternehmen genannt wird (Spielkamp und Rammer 2006, S. 16); (Rammer et al. 2010, S. 27). Aus einer hohen FuE-Intensität resultiert jedoch nicht zwangsläufig eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit, weil die endogene Wachstumstheorie, auf die sich die Argumentation stützt, nicht alle relevanten Erklärungsfaktoren einbezieht (Rammer et al. 2010, S. 18).

Diese Ergebnisse zeigen den Handlungsbedarf auf, der in deutschen KMU beim Management von Innovationen besteht. Zum einen sind gezielte Maßnahmen notwendig, um die Effektivität und die Qualität des Innovationsprozesses zu erhöhen. Zum andern ist herauszuarbeiten, welche Konsequenzen die sinkende FuE-Intensität hat, um diese berücksichtigen zu können. Dieser Fragestellung wird im Folgenden nachgegangen.

Mit fehlender oder wenig intensiver FuE wird in der Regel ein Stillstand der Unternehmensentwicklung oder ein Niedergang des Unternehmens assoziiert (Som 2012, S. 2). Konkret betrifft das Branchen mit einem FuE-Anteil unter drei beziehungsweise 2,5 Prozent, die als „nicht FuE-intensive“ oder „Low tech“-Branchen geführt werden (Som 2012, S. 6). „Nicht FuE-intensiv“ besagt jedoch nicht, dass solche Unternehmen volkswirtschaftlich unbedeutend sind. So beschäftigen „nicht FuE-intensive“ Branchen des verarbeitenden Gewerbes in elf OECD-Ländern immer noch rund die Hälfte aller Arbeitskräfte und tragen im Mittel zur Hälfte der industriellen Wertschöpfung bei (Som 2012, S. 6). Auf Deutschland bezogen liefern neuere Studien sogar Hinweise, dass „nicht FuE-intensive“ Branchen an Bedeutung gewinnen (Gehrke et al. 2010, S. 2); (Som et al., S. 163–164). Innovation ohne interne FuE spielt somit eine tragende Rolle, auch wenn das in wissenschaftlichen Betrachtungen bislang erst selten thematisiert wird. Aus diesem Grund legt die vorliegende Arbeit den Schwerpunkt der Betrachtung auf KMU ohne interne FuE.

Som (2012) liefert einen weiteren wichtigen Hinweis, der die Ausgestaltung des Innovationsprozesses von innovativen KMU ohne interne FuE betrifft. Meist wird bei diesen Unternehmen in Studien unterstellt, dass deren Innovationsprozess mit dem von KMU mit FuE vergleichbar ist (Som 2012, S. 12). Gesucht wird dann nach einem Ersatz für FuE, unter der Annahme, dass alle übrigen Prozessschritte identisch ablaufen. Die Untersuchung typischer Innovationsstrategien ohne FuE kommt aufgrund dieses linearen Denkens oftmals zu keinen verwertbaren Ergebnissen. Diese Argumentation belegt, dass Innovation ohne FuE einer eigenständigen Betrachtung bedarf. Dies wird in der vorliegenden Arbeit entsprechend berücksichtigt.

Bislang wurde die beschriebene Problematik anhand des Beispiels für Deutschland untersucht und hergeleitet. Mit dem Ziel, eine Verallgemeinerung auf westeuropäische Länder mit einer ähnlich strukturierten KMU-Landschaft zu ermöglichen, wird ein weiteres Land betrachtet. Aufgrund der regionalen Nähe und einer vergleichbar hohen Dichte an KMU (vgl. Fueglistaller et al. 2018, S. 3) bietet sich dafür die Schweiz an. Zudem ist für dieses Land detaillierteres Datenmaterial auf KMU-Ebene, differenziert nach FuE-Tätigkeit, verfügbar. Wenn aufgrund dieser Betrachtung die bisher gewonnenen Ergebnisse gestützt werden, lässt das den induktiven Schluss zu, dass sich die Erkenntnisse auf Länder mit vergleichbaren Strukturen in Westeuropa übertragen und verallgemeinern lassen.

Für Schweizer KMU zeigt der Indikator „KMU mit Produkt- oder Prozessinnovationen“ im „European Innovation Scoreboard“ einen Rückgang um 14 Prozent für die Zeitstrecke von 2010 bis 2017 (Hollanders und Es-Sadki 2018a, S. 83). Der Umsatzanteil von Produktinnovationen bewegt sich zwischen 30 und 34 Prozent und bleibt damit relativ konstant (Stucki et al. 2017, S. 7). Allerdings sinkt ab dem Jahr 2010 der Neuigkeitsgrad abrupt ab. Marktneuheiten, die bis dato einen Anteil von rund 50 Prozent ausmachen, liegen 2014 nur noch bei rund 15 Prozent. Auf der Aufwandsseite nehmen die gesamten Innovationsaufwendungen einschließlich FuE gegenüber 2010 um 25 Prozent zu.

Damit sind in der Schweiz analoge Entwicklungen zu Deutschland erkennbar. Die Effektivität der Innovationsaktivitäten geht zurück und ist verknüpft mit sinkender Effizienz des Mitteleinsatzes. Gleichzeitig nimmt aufgrund des nachlassenden Neuigkeitsgrades die Qualität der Innovationsergebnisse ab. Der Anteil der Unternehmen mit FuE geht von 2010 bis 2014 um 25 Prozent zurück; das zeigt, dass formale Innovationsprozesse immer seltener werden. In Deutschland und in der Schweiz ist die Problematik im Innovationsmanagement von KMU also vergleichbar. Somit kann davon ausgegangen werden, dass es sich um eine generelle Problematik bei KMU handelt, die so auch in anderen westeuropäischen Ländern mit vergleichbaren Strukturen besteht.

Um der Bedeutung von Innovation ohne FuE gerecht zu werden und das Betrachtungsfeld weiter einzugrenzen, wird nachfolgend das Datenmaterial für die Schweiz eingehender analysiert. Die Basis dafür bildet die aktuell verfügbare 10. Innovationserhebung zur Schweizer Wirtschaft (Stucki et al. 2017). Der Teilssektor mit dem geringsten Anteil an FuE betreibenden, innovierenden Unternehmen, 6,9 Prozent, sind danach die „Traditionellen Dienstleistungen“ (Stucki et al. 2017, S. 11). Der Umsatzanteil der FuE-Ausgaben, 1,5 Prozent, klassifiziert diesen Teilssektor, der die Branchengruppen Groß- und Einzelhandel, Gastgewerbe, Verkehr/Logistik, Immobilien/Vermietung und persönliche Dienstleistungen umfasst, eindeutig als „nicht FuE-intensiv“. Im Erfassungszeitraum 2010–2012 ist dabei ein deutlicher Rückgang um 29 Prozent bei der Anzahl der Unternehmen zu beobachten, die Produktinnovationen auf den Markt bringen. Im Folgezeitraum 2012–2014 wurden Produktinnovationen nur noch von jedem vierten Unternehmen umgesetzt. Das ist, im Vergleich mit den anderen erfassten Teilssektoren¹⁷, der mit Abstand niedrigste Wert. Darüber hinaus zeigt sich im Zeitraum 2004–2014 ein steter Abwärtstrend für den Umsatzanteil mit Innovationen, die neu für den Markt sind – er sinkt von 15 auf fünf Prozent (Stucki et al. 2017, S. 11). Kompensiert wird dies durch Innovationen, die lediglich Firmenneuheiten darstellen, also bereits von anderen Anbietern auf den Markt gebracht wurden.

Daraus lässt sich ableiten: Auch bei sinkendem Neuigkeitsgrad sind im Teilssektor „Traditionelle Dienstleistungen“ immer weniger Unternehmen in der Lage, Produktinnovationen erfolgreich umzusetzen. Hier besteht akuter Handlungsbedarf, um die betroffenen Unternehmen zu befähigen, diesen Abwärtstrend zu durchbrechen. Um dieses Problem detaillierter beschreiben und weiter einzugrenzen zu können, werden im Folgenden die Strukturen im Teilssektor „Traditionelle Dienstleistungen“ näher untersucht.

Grundlage dafür ist die Studie von Bergmann und Volery (2016), die bei ihrer Betrachtung nach Unternehmensgrößen differenzieren. Hier wird deutlich, dass im Zeitraum von 1996–2013 über alle Branchen und Unternehmensgrößen hinweg der Anteil der Firmen mit Produkt- oder Prozessinnovationen sinkt. Den größten Rückgang um 19 Prozentpunkte verzeichnen hierbei Mittelunternehmen, was auf eine spezifische Schwäche dieser Unternehmensgröße hindeutet. Beim Indikator „Unternehmen mit Produktinnovationen“ weisen Mittelunternehmen im branchenübergreifenden Quervergleich mit 35 Prozent den niedrigsten Wert auf (Bergmann und Volery 2016, S. 13 Abbildung 3). Mittelunternehmen im Teilssektor „Traditionelle Dienstleistungen“ bieten damit beste Voraussetzungen für die weitere Analyse, die nachfolgend exemplarisch für die Branche „Technischer Handel“ erfolgt. Ziel ist, die dort vorliegenden branchenspezifischen Schwachstellen im Innovationsprozess herauszuarbeiten.

¹⁷ In der Erhebung werden die Teilssektoren „Hightech-Industrie“, „Lowtech-Industrie“, „Moderne Dienstleistungen“ und „Traditionelle Dienstleistungen“ betrachtet (vgl. Stucki et al. 2017, S. 7–11).

2.1.2 Der Technische Handel in der Schweiz

Der Technische Handel gehört „Handel Schweiz“, dem gesamtschweizerischen Dachverband des Handels mit insgesamt 33 Branchenverbänden und 3.700 Unternehmen, an. Innerhalb des Dachverbandes werden sieben Segmente unterschieden:

- Landwirtschaftliche Produkte, Nahrungs- und Genussmittel;
- Konsumgüter;
- Rohstoffe, Baumaterialien, Energieträger;
- Detailhandel;
- Informations- und Kommunikationstechnologie;
- Maschinen, Apparate, Transportmittel;
- Sonstiges.

Der Technische Handel im Sinne der vorliegenden Arbeit wird in obiger Aufstellung durch das Segment „Maschinen, Apparate, Transportmittel“ abgebildet, das Waren wie Automobile, Motorräder, Maschinen jeglicher Anwendungsart, medizinische Apparate und Uhren sowie sämtliche zugehörigen Teile umfasst. Diesem Segment gehören 22.281 Arbeitsstätten an, in denen 116.339 Mitarbeiter beschäftigt sind (vgl. Handel Schweiz 2017, S. 23–24) (siehe Abbildung 3). Damit nimmt der Technische Handel im segmentübergreifenden Vergleich den zweiten Platz ein.

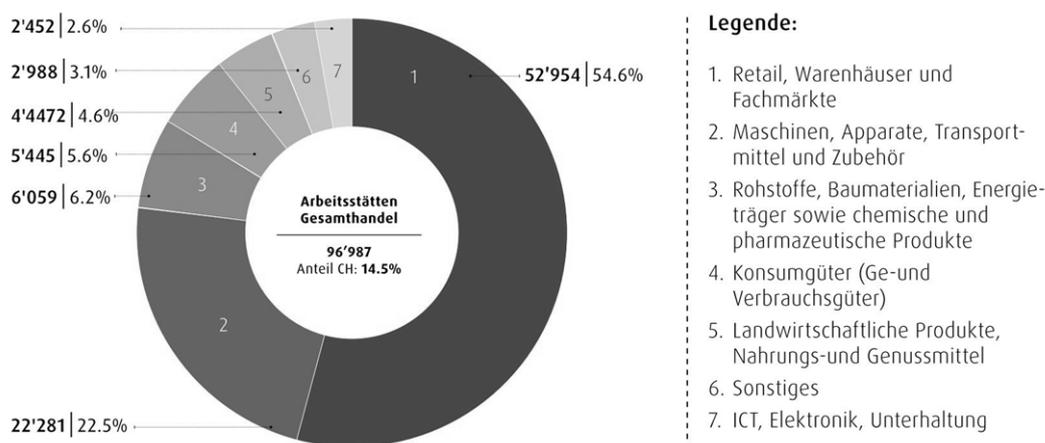


Abbildung 3: Arbeitsstätten der Handelssegmente in der Schweiz (Handel Schweiz 2017, S. 24)

Im Umsatzvergleich der Segmente kommt der Technische Handel mit mehr als 68 Milliarden CHF auf den dritten Platz. Das entspricht einem Anteil von 9,4 Prozent am Schweizer Bruttoinlandsprodukt¹⁸, was den hohen volkswirtschaftlichen Stellenwert belegt.

¹⁸ BIP-Wert für die Schweiz im Jahr 2013: 638,2 Mrd. CHF (vgl. statista 2019).

Bei den vom Technischen Handel vertriebenen Produkten handelt es sich vorwiegend um Norm- und Spezialartikel, die als Ersatzteile in der Instandhaltung von Industrieanlagen und -anlagen benötigt werden, damit es nicht zum Stillstand der Produktion oder zur Unterbrechung des Warenstroms kommt. Daneben umfasst das Sortiment auch zahlreiche Artikel, die von Maschinen- und Anlagenbauern als Bauteile in der Erstausrüstung nachgefragt werden (VTH Verband Technischer Handel 2021). Komplettiert wird das Portfolio durch produktnahe Dienstleistungen. Dazu zählen logistische Dienstleistungen wie das C-Teile-Management, IT-Dienstleistungen wie Predictive Maintenance und Finanzierungslösungen.

Im Umfeld des Technischen Handels wird die klassische Aufgabenteilung in der Wirtschaft infrage gestellt: „Hersteller erkennen zunehmend die Attraktivität digitaler Vertriebskanäle zum Endkunden“ (Handel Schweiz ohne Datum, S. 7). Digitale Plattformen wie Amazon, Ebay, Galaxus oder Alibaba verschärfen das Problem. Rund die Hälfte der Unternehmen, die vom Verband „Handel Schweiz“ befragt wurden, sieht darin eine Bedrohung, insbesondere kleinere Unternehmen. Derzeit ist der Schweizer Handel auf digitalen Marktplätzen kaum präsent. Mehr als zwei Drittel der befragten Unternehmen nutzen diese Plattformen nicht. Stattdessen fokussieren sie sich auf eigene Initiativen zur digitalen Kundenbindung, um bestehende Kunden zu halten. Neuartige Instrumente, beispielsweise digitale Coupons oder Push-Notifikationen, werden jedoch von zwei Drittel der Unternehmen nicht eingesetzt.

Hier zeigt sich, dass viele Unternehmen im Technischen Handel bei der Prozessdigitalisierung keinen ganzheitlichen Ansatz verfolgen. Stattdessen überwiegen isolierte Aktivitäten. Entweder wird eine Optimierung des Kundenerlebnisses durch neue digitale Angebote angestrebt oder die internen Abwicklungsprozesse werden mit IT-Unterstützung effizienter gestaltet (vgl. Brucker-Kley et al. 2018, S. 10). Durchgängige, flexible Prozesse, die sowohl Effizienz als auch Kundenerlebnis verbessern, setzen allerdings voraus, dass Front- und Back-End-IT-Systeme zusammengeführt und integriert werden. Hier fehlt gerade KMU die geeignete Infrastruktur, um diese Integration zu realisieren. Zudem werden weitere Möglichkeiten der Prozessdigitalisierung, neben der Automatisierung von Standardprozessen, oftmals nicht ausgeschöpft. So ist die IT-Unterstützung schwach strukturierter, wissensintensiver Prozesse, zu denen auch der Innovationsprozess gehört, kaum ausgeprägt. Stattdessen werden Innovationen intuitiv angegangen, was ein hohes Risiko birgt.

Die von „Handel Schweiz“ durchgeführte Erhebung zeigt auf, dass digitale Plattformen die klassische Rolle des Handels als Intermediär zwischen Hersteller und Kunden bedrohen. Demnach kann sich der Technische Handel zwischen zwei Alternativen entscheiden: Entweder stellt er sich dem direkten, internationalen Wettbewerb auf einer der großen Plattformen oder aber er erschließt eigenverantwortlich neue technologische Möglichkeiten mit dem Ziel, bestehende Kunden zu halten und darüber den Strukturwandel zu bestehen.

Derzeit ist es jedoch der Mehrheit der Unternehmen nicht möglich, eine der Alternativen bewusst aufzugreifen. Ihnen fehlt eine Entscheidungshilfe, die in der Lage ist, auf Basis der relevanten Informationen Markterwartungen und technologische Möglichkeiten für verschiedene Alternativen abzugleichen und zu bewerten. Diese Anforderung nimmt die vorliegende Arbeit auf und berücksichtigt sie bei der Entwicklung eines IT-gestützten Bewertungsmodells für Marktchancen im frühen Innovationsprozess.

2.2 Abgrenzung und Strukturierung des frühen Innovationsprozesses (FEI)

2.2.1 Systemabgrenzung, Ziele und Inhalte des FEI

In diesem Abschnitt werden die Charakteristika des FEI herausgearbeitet, um seine Bedeutung für den Innovationsprozess aufzuzeigen. Dazu erfolgt zunächst eine Einordnung des FEI in den gesamten Innovationsprozess und seine Abgrenzung gegenüber anderen Phasen (siehe Abbildung 4). Von dieser Basis aus wird das FEI weiter aus der Perspektive der Informationsverarbeitung differenziert, um die Problematik im Entscheidungsprozess bei der Analyse und Auswahl von Marktchancen und Ideen zu verdeutlichen. Hierfür sind drei Aspekte relevant, deren Interdependenzen herausgearbeitet werden: der Unsicherheitsgrad, die verfügbare Informationsbasis und die daraus resultierenden Probleme für die Entscheidungsfindung.

Abgrenzung und Definition des FEI

Um langfristig am Markt bestehen zu können, ist es für Unternehmen essenziell, neue Produkte oder Dienstleistungen erfolgreich auf den Markt zu bringen. Angesichts sich stetig verkürzender Produktlebenszyklen und eines sich rasch verändernden Wettbewerbsumfeldes müssen Unternehmen neue Ideen möglichst schnell in innovative Angebote umsetzen. Gleichzeitig ist sicherzustellen, dass die Kundenbedürfnisse getroffen werden.

Bei der Bewältigung dieser Aufgaben spielt die frühe Phase des Innovationsprozesses, das sogenannte „Front End of Innovation“ (FEI) eine Schlüsselrolle. Hier wird entschieden, welche Vorhaben weiterverfolgt und zur Umsetzung freigegeben werden. Qualität, Kosten und Zeitpunkt des Markteintritts werden maßgeblich im FEI bestimmt (Herstatt und Verworn 2001, S. 3). Zu diesem frühen Zeitpunkt ist der Aufwand noch gering, um ein Innovationsprojekt zu optimieren, die Kostenwirkung auf den gesamten Innovationsprozess jedoch hoch (Gassmann und Schweitzer 2014, S. 7–8). Zugleich bezeichnen viele Unternehmensverantwortliche das FEI als wesentliche Schwachstelle im Innovationsprozess (Khurana und Rosenthal 1998, S. 58); (Gassmann und Schweitzer 2014, S. 3).

Eine umfangreiche Studie von Cooper und Kleinschmidt (1987), die sich auf 203 Innovationsprojekte abstützt, belegt diese Aussage. Demnach unterscheiden sich erfolgreiche Projekte von nicht erfolgreichen am stärksten darin, wie sorgfältig die der Entwicklung vorgelagerten Aktivitäten ausgeführt wurden und wie gut das Innovationsprojekt selbst vor der eigentlichen Entwicklungsphase beschrieben wurde (Verworn et al. 2008, S. 2). Die Untersuchung von Koen (Koen et al. 2001, S. 53) identifiziert ebenfalls das FEI als Schlüsselfaktor, um regelmäßig wirklich neue Produkte auf den Markt zu bringen (vgl. Herstatt und Verworn 2001, S. 3).

Cooper (1988) analysierte, wie sich finanzieller Aufwand und Arbeitsaufwand auf den Innovationsprozess verteilen, und fand heraus, dass die Aktivitäten im FEI, verglichen mit den späteren Phasen, am wenigsten Beachtung finden: Auf diese entfallen lediglich sechs Prozent des finanziellen Aufwands und 16 Prozent des Arbeitsaufwands im gesamten Innovationsprozess (Herstatt und Verworn 2001, S. 3). Da bei erfolgreich beendeten Innovationsprojekten sowohl der finanzielle als auch der Arbeitsaufwand für das FEI etwa doppelt so hoch ist wie bei nicht erfolgreich abgeschlossenen Projekten (Herstatt und Verworn 2001, S. 3), werden hohe Misserfolgsraten oft auf eine mangelhafte Ausführung und eine schwache finanzielle Unterstützung im FEI zurückgeführt.

Dabei kann das FEI als Teil des Innovationsprozesses selbst noch in eine frühe und eine späte Phase mit jeweils charakteristischen Aufgaben unterteilt werden (siehe Abbildung 4, in Anlehnung an Koen et al. (2002) und Gassmann und Schweitzer (2014)). Auf die Charakteristika und Inhalte des FEI wird im Folgenden näher eingegangen. Zudem erfolgt eine Abgrenzung gegenüber dem nachfolgenden Entwicklungsprozess.

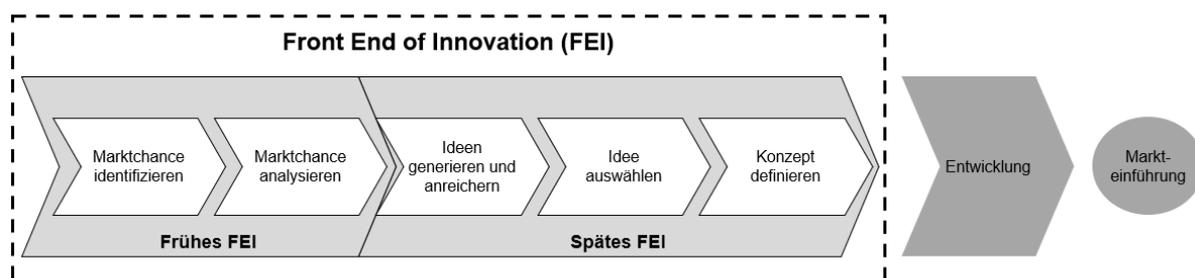


Abbildung 4: Einordnung des Front End of Innovation (FEI) in den Innovationsprozess

In der Literatur zum Innovationsmanagement wird das FEI unterschiedlich benannt und unter anderem als „pre-development“ (Cooper 1988), „pre-project activities“ (Verganti 1997), „fuzzy front end“ oder „pre-phase 0“ (Khurana und Rosenthal 1998) bezeichnet.

Im Gegensatz zur nachfolgenden Entwicklungsphase wird das FEI dadurch charakterisiert, dass es keine Routinetätigkeiten enthält sowie von Dynamik und Unsicherheit geprägt ist (Kim und Wilemon 2002, S. 270). Die Ideenentwicklung und die nachfolgenden Schritte bei der

Ideenauswahl umfassen typischerweise Ad-hoc-Entscheidungen und unklar beschriebene Prozesse (Montoya-Weiss und O'Driscoll 2000, S. 143). Auch wenn nicht alle Innovationsprojekte dem gleichen Muster folgen, so gibt es doch Charakteristika, die das FEI von der Entwicklungsphase unterscheiden. Diese sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Phasen Front End of Innovation (FEI) und Entwicklung, angelehnt an Brem und Voigt (2009) sowie Kim und Wilemon 2002

Kriterium	Ausprägung im Front End of Innovation (FEI)	Ausprägung im Abschnitt Entwicklung
Betrachtungsfokus (Breite, Tiefe)	Breit mit niedrigem Detaillierungsgrad	Fokussiert mit hohem Detaillierungsgrad
Charakter einer Idee	Möglich, unscharf, leicht änderbar	Klar und spezifisch formuliert, schwer änderbar
Charakter der für Entscheidungen verfügbaren Informationen	Qualitative, inoffizielle Informationen mit niedrigem Genauigkeitsgrad dominieren	Quantitative, offizielle Informationen mit hohem Genauigkeitsgrad dominieren
Arbeitsweise	Einzel- und Teamarbeit mit dem Ziel, die Marktchancen zu optimieren und Risiken zu minimieren	Vorwiegend multidisziplinär besetzte Entwicklungsteams
Formalisierungsgrad	Niedrig	Hoch
Zeitpunkt der Markteinführung	Ungewiss	Terminiert
Umsatzerwartungen	Spekulativ, mit hoher Unsicherheit behaftet	Verlässlich und mit Entwicklungsfortschritt zunehmender Genauigkeit

Die Abgrenzung des FEI ist nicht eindeutig geklärt. Moenaert et al. beschreiben, dass ein Unternehmen im Rahmen des FEI ein Produktkonzept formuliert und bestimmt, ob es weitere Ressourcen bereitstellt, um aus dem Konzept ein Produkt zu entwickeln (Moenaert et al. 1995, S. 243). Murphy und Kumar definieren auf Basis eines von Cooper (Cooper 1988) entwickelten Prozesses, dass die Phasen der Vorentwicklung aus Ideengenerierung, Produktdefinition und Projektevaluation bestehen (Murphy und Kumar 1997, S. 5). Khurana und Rosenthal stellen fest, dass das FEI das Formulieren der Produktstrategie, die Identifikation und Bewertung einer Marktchance, die Ideengenerierung, die Produktdefinition und die Planung des Innovationsprojektes mit regelmäßigen Statusabfragen durch die Geschäftsführung enthält (Khurana und Rosenthal 1998, S. 59). Allen aufgeführten Aktivitäten ist gemein, dass sie zeitlich der Phase der detaillierten Konstruktion und Entwicklung eines neuen Produktes vorangehen.

Diesem Verständnis folgend wird das FEI, in Anlehnung an Eling und Herstatt (2017) und Kim und Wilemon (2002), für die vorliegende Arbeit als die Zeitstrecke abgegrenzt, die zwischen dem Zeitpunkt der erstmaligen Erfassung einer Marktchance und dem Zeitpunkt der Entscheidung zur marktreifen Umsetzung einer diese Marktchance bedienenden Idee liegt.

Gassmann und Schweitzer differenzieren das FEI weiter in eine frühe und eine späte Phase. Das frühe FEI umfasst die Identifikation und Bewertung von Marktchancen. Ziel ist, aus Sicht der Unternehmensstrategie das Feld¹⁹ abzugrenzen, in dem innoviert werden soll. Die schwierigste Aufgabe ist dabei, die Marktchance mit den größten Erfolgsaussichten zu erkennen und

¹⁹ Hierfür wird in Kapitel 5.4.1 der Begriff „Innovations-Suchfeld“ eingeführt.

zu spezifizieren. Dazu zitieren Gassmann und Schweitzer den Träger des Wirtschaftsnobelpreises Herbert Simon. Dieser bemerkte, dass für das Problemlösen nicht nur die Suche nach Lösungsalternativen, sondern vor allem die Suche nach dem eigentlichen Problem, mit dem ein Kunde konfrontiert wird, erforderlich ist.

Das spätere FEI beinhaltet alle Aktivitäten, die dazu dienen, die identifizierten Marktchancen weiter zu spezifizieren und Lösungsansätze für Kundenanforderungen, die aus diesen Marktchancen resultieren, zu finden. Im Einzelnen zählen dazu die Ideengenerierung und -evaluation sowie die sich anschließende Konzeptentwicklung und -evaluation.

Das FEI hat im gesamten Innovationsprozess eine zentrale Bedeutung, weil hier, auf Basis identifizierter und bewerteter Marktchancen, der Fokus für sämtliche Folgeaktivitäten gesetzt wird. Die in dieser Phase getroffenen Entscheidungen wirken sich maßgeblich auf den späteren Markterfolg aus. Aus diesem Grund werden im Folgenden die Charakteristika des FEI im Detail analysiert.

Charakteristika des FEI

Das FEI ist geprägt von Unsicherheiten hinsichtlich Markt- und Technologieentwicklungen. Zu diesem Zeitpunkt liegen vor allem qualitative Informationen mit einem niedrigen Genauigkeitsgrad vor (siehe Tabelle 1). Moenaert et al. kommen zu der Erkenntnis, dass sich mit Innovationen erfolgreiche Unternehmen dadurch auszeichnen, dass sie in der Lage sind, die Unsicherheiten in der Planungsphase zu reduzieren (Moenaert et al. 1995, S. 243). Das verdeutlicht das nachstehende Schaubild (vgl. Abbildung 5).

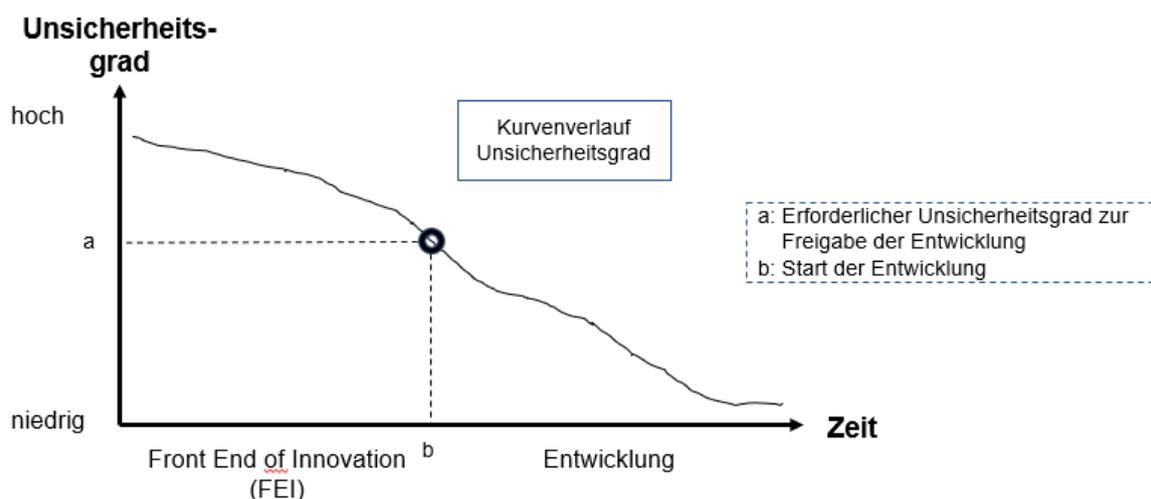


Abbildung 5: Verlauf des Unsicherheitsgrades im Innovationsprozess (Kim und Wilemon 2002, S. 270)

Abbildung 5 zeigt, dass sich der „Unsicherheitsgrad“ einer Idee mit Fortschritt des Innovationsprozesses allmählich verringert. Wenn die Unsicherheit den für ein Unternehmen „erforderlichen Unsicherheitsgrad“ unterschreitet (a), dann startet zum Zeitpunkt (b) im Allgemeinen die

Entwicklungsphase (Kim und Wilemon 2002, S. 271). Der erforderliche Unsicherheitsgrad ist definiert als der Punkt, an dem die Unternehmensleitung sich entscheidet, ein Innovationsvorhaben in die Entwicklungsphase zu bringen. Wo dieser Punkt genau liegt, hängt von internen und externen Faktoren ab, wie der Risikobereitschaft, der Unternehmensstrategie, dem Technologiereifegrad, der Verfügbarkeit der für die Entwicklung erforderlichen Ressourcen, der Unternehmenskultur und dem Wettbewerbsdruck. Die Freigabe-Entscheidung am Ende des FEI ist im Allgemeinen die erste formale Entscheidung für oder gegen eine Weiterführung des Projektes. Auch wenn jede Entscheidung im Innovationsprozess bedeutend ist, so ist die Entscheidung an diesem Punkt wegweisend, weil sie festlegt, ob ein Unternehmen Geld investieren wird und, wenn ja, wie groß das Budget für die Umsetzung ist.

Mit dem Wissen, welche Faktoren den Unsicherheitsgrad bedingen und in welchem Zusammenhang sie stehen, lassen sich geeignete Methoden entwickeln, um jeden Faktor gezielt zu beeinflussen. Ergänzend zum Verständnis der Ursachen für die Unsicherheit braucht es breite Methodenkenntnisse, um das FEI bewusst steuern zu können. Dazu gehören Kenntnisse zur Identifikation von Wissensträgern im Unternehmen, zur Informationsweitergabe und -verarbeitung und zum Prozess der Entscheidungsfindung (Kim und Wilemon 2002, S. 273).

Um im FEI einen effektiven Ablauf zu erreichen, ist es wichtig, die Vorgänge beim Filtern von Ideen zu kennen und zu verstehen. Insgesamt gibt es im FEI zwei Zeitabschnitte, in denen Ideen gefiltert werden: Im ersten wird darüber entschieden, ob eine Idee überhaupt ins FEI kommt oder nicht, im zweiten ist die Entscheidung zu fällen, ob eine Idee im FEI ausgesondert wird oder es weiter in die Entwicklung schafft. In jedem der Abschnitte gibt es zwei mögliche Fehlerformen: Fehlertyp 1 ist, eine Erfolg versprechende Idee zurückzuweisen, Fehlertyp 2, eine Idee ohne Erfolgsaussichten weiter zu verfolgen (Kim und Wilemon 2002, S. 273). Ein schwacher Evaluationsprozess versagt dabei, ungeeignete Ideen mit geringen Erfolgchancen auszusortieren, was zu einer erhöhten Anzahl von Fehlern des Typs 2 führt. Andererseits kann ein harter, konservativer Filterprozess bewirken, dass viele aussichtsreiche Projekte gestoppt, verzögert oder ausgefiltert werden, und so die Anzahl der Fehler vom Typ 1 erhöhen.

Deswegen muss weiter untersucht werden, welche Filterkriterien in jedem der beiden Abschnitte von Bedeutung sind. Kim und Wilemon (2002, S. 273) schlagen dazu vor, die Wichtigkeit der für die Entscheidung zu berücksichtigenden Kriterien unterschiedlich zu gewichten. So sind beispielsweise Kriterien wie das erwartete Marktpotenzial und die Übereinstimmung einer Idee mit der Unternehmensphilosophie von besonderer Bedeutung im ersten Abschnitt. Hingegen sollten die Reaktionen der Wettbewerber, die verfügbaren Ressourcen, Machbarkeit oder Profitabilität im zweiten Abschnitt höher gewichtet werden.

Neben den Filterkriterien ist jedoch vor allem eine umfangreiche Informationsbasis entscheidend (Kim und Wilemon 2002, S. 274). Der Kurvenverlauf des Unsicherheitsgrades (vgl. Abbildung 5) wird sowohl von den Merkmalen einer Marktchance als auch von den im FEI durchgeführten Aktivitäten beeinflusst. Der Ordinatenabschnitt des anfänglichen Unsicherheitsgrades einer Marktchance wird dadurch bestimmt, wie klar diese bereits formuliert ist; das Gefälle davon, mit welchen Verfahren und Hilfsmitteln eine Idee im FEI weiterentwickelt wird. Darunter fallen beispielsweise effektive Informationssysteme, Forschung oder Experimente. Wenn es, wie im Fall einer radikalen Innovation, noch wenig empirische Daten zum Zeitpunkt des FEI gibt, so müssen Projektmitglieder dennoch in der Lage sein, relevante Informationen zu suchen und schnell zu bewerten. Verlässliche Informationen können Unsicherheit systematisch reduzieren. Deswegen sollten fortlaufend Informationen über technologische Veränderungen, Märkte und Mitbewerber gesammelt werden, denn eine marktorientierte Ausrichtung der Aktivitäten hat einen starken, positiven Effekt auf die Leistungsfähigkeit des FEI hinsichtlich Effektivität und Effizienz (Atuahene-Gima 1995).

In den Unternehmen ist die Informationsbeschaffung im FEI derzeit jedoch mit einem hohen Aufwand verbunden. Es werden bis zu zehn Stunden in der Woche dafür aufgebracht, überwiegend, um Internet-basierte Suchmaschinen zu nutzen (Spath et al. 2010, S. 18). Dementsprechend wird der hohe Zeitaufwand auch als das größte Problem heutiger Internetrecherche genannt. Danach folgen eine schlechte Qualität der Suchergebnisse, fehlende Rankings nach Aktualität, mangelnde Eingrenzungsmöglichkeiten des Suchraumes und unzureichende Darstellungen der Suchergebnisse (vgl. Spath et al. 2010, S. 18). Dennoch darf auch ein weiterer Faktor nicht vergessen werden: Wenn dem Suchenden die Struktur eines für ihn neuen Wissensgebietes noch weitgehend unbekannt ist, dann ist für ihn die Identifikation der relevanten Informationen schwierig. Zunächst muss also eine gewisse Zeit in die Recherche investiert werden, um sich einen Überblick über den Aufbau und die Zusammenhänge des Gebietes zu verschaffen. Aus dieser Beschreibung resultieren, ergänzend zu der in Kapitel 2.1.2 abgeleiteten Anforderung an das zu entwickelnde Bewertungsmodell für Marktchancen,²⁰ noch zwei weitere Anforderungen: die Reduktion des Zeitaufwands für die Informationsrecherche sowie die Unterstützung bei der Strukturierung eines neuen Wissensgebietes.

Vergangenheitsdaten sowie Erfahrung und Intuition sind ebenfalls wichtig für das FEI. Abhängig vom angestrebten Neuigkeitsgrad ist zu bestimmen, wie stark historische Informationen in die Betrachtung eingehen sollen. Klassische Marktanalysen liefern oftmals irreführende Empfehlungen, wenn sie auf radikale Innovationen angewendet werden (Kim und Wilemon 2002,

²⁰ Diese Anforderung betrifft den Abgleich von Marktchancen mit der Unternehmensstrategie und die Abstimmung technologischer Möglichkeiten mit den Marktanforderungen.

S. 274). So prognostizierte Thomas Watson als Vorstandsvorsitzender von IBM im Kriegsjahr 1943: „Es gibt meiner Einschätzung nach lediglich einen Weltmarkt für fünf Computer.“ Spätestens mit der Markteinführung des ersten Personal Computers für den privaten Gebrauch, des „Apple I“ im Jahr 1976, wurde diese Einschätzung deutlich widerlegt. Dieses Beispiel zeigt, dass Marktanalysen, die den Status quo als gegeben voraussetzen, für radikale Innovationen ungeeignet sind.

Neben einer auf die Aufgabenstellung ausgerichteten Informationsbasis ist auch ein unterstützendes Vorgehen notwendig, um die verfügbaren Informationen für die Entscheidungsfindung aufzubereiten. Die empirische Studie von Cooper und Kleinschmidt (1987) zeigt, dass das Einhalten eines formalen Entwicklungsprozesses das Ergebnis des Innovationsprozesses verbessert. Wie formale Prozesse das Ergebnis der FEI-Phase beeinflussen, ist jedoch weitgehend unerforscht (Kim und Wilemon 2002, S. 274). Nach Moenaert et al. korreliert der Formalisierungsgrad eines Innovationsprojektes mit der Höhe der Unsicherheitsreduktion während der Planungsphase (Moenaert et al. 1995, S. 245). Griffin (1997) stellte fest, dass der Einsatz eines formalen Prozesses vor dem Start der eigentlichen Design- und Entwicklungsphase die Durchlaufzeit in der Entwicklung nicht verkürzt (Kim und Wilemon 2002, S. 274). Verworn und Herstatt (1999) sehen bei der Steuerung des FEI einen beständigen Konflikt zwischen Kreativität und Systematisierung.

Die frühe Phase des FEI ist mit hohem Risiko und hoher Unsicherheit, unscharf definierten Ergebniserwartungen und Ungewissheit darüber, wie Ziele gesetzt und erreicht werden können, behaftet (Gaubinger und Rabl 2014, S. 15). Deswegen ist es für die Organisation des FEI entscheidend, die richtige Balance zwischen Flexibilität und Kreativität (verbunden mit unscharf definierten Prozessen und Zielen) einerseits und Struktur sowie Bürokratie andererseits (gebunden an klar definierte Prozesse und Ziele) zu finden. Zuviel Struktur zerstört die Kreativität, während zu wenig Struktur das Ergebnis der FEI-Phase negativ beeinflusst (Gassmann et al. 2006, S. 51). Dieser Zusammenhang zwischen dem Ausmaß an Formalität und dem Ergebnis zeigt den Verlauf einer invertierten U-Kurve (s. Abbildung 6).

Dies bedeutet, dass sowohl zu wenige als auch zu viele Vorgaben einen negativen Einfluss haben (Gaubinger und Rabl 2014, S. 16). Eine der Hauptursachen lässt sich dem Unternehmensumfeld zuschreiben. Ein zunehmend dynamisches und komplexes Marktverhalten, schneller technischer Fortschritt und verkürzte Produktlebenszyklen erfordern flexible, anpassbare Prozesse (Calantone et al., S. 90–91). Auch Herstatt und Verworn (2007) betonen die Bedeutung einer situationskonformen Balance zwischen strukturierten Prozessen und ausreichend Freiraum für Kreativität.

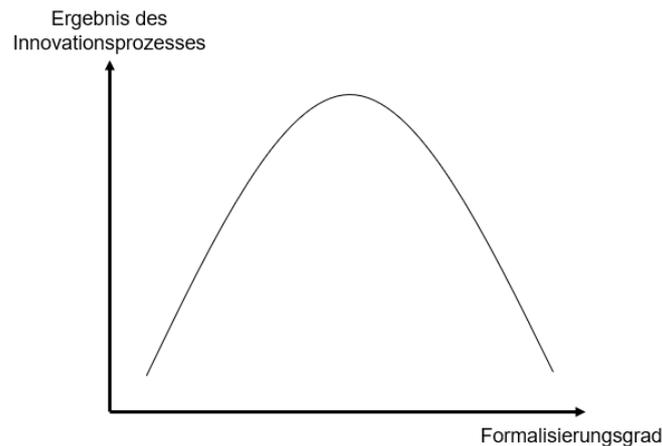


Abbildung 6: Zusammenhang zwischen Formalisierungsgrad und Ergebnis des Innovationsprozesses

Trotz der kontroversen Diskussion gibt es Hinweise, dass eine Formalisierung des Ablaufs im FEI viele Vorteile bietet. Informationen und ein strukturiertes Vorgehen können die Grundpfeiler sein, um die Phase des FEI zu systematisieren (Kim und Wilemon 2002, S. 274). Außerdem kann ein Erfahrungsaufbau über mehrere Innovationsprojekte dabei helfen, im Unternehmen einen Vorgehensplan für das FEI zu erstellen, etwa durch einen Wissenstransfer zwischen Projekten (Thomke und Fujimoto 2000, S. 128).

Auch die Erkenntnisse aus den Fallstudien von Khurana und Rosenthal (1998) sprechen für eine Formalisierung des Prozesses im FEI. Danach erzielten diejenigen Unternehmen den größten Erfolg bei Innovationsprojekten, die einen ganzheitlichen Ansatz verfolgen. So ein Ansatz führt Geschäftsstrategie, Produktstrategie und produktspezifische Entscheidungen im FEI zusammen. Hierbei bildet ein formaler Prozess die Basis für diese Zusammenführung und somit eine ganzheitliche Sichtweise.

Zusammenfassung der Analyse

Zusammenfassend lässt sich Folgendes festhalten: Das FEI umfasst die Zeitstrecke zwischen dem ersten Erkennen einer Marktchance und dem Zeitpunkt der Entscheidung, sie zu realisieren. Dazwischen findet ein Auswahl- und Detaillierungsprozess statt, der das FEI in zwei Abschnitte unterteilt. Die frühe Phase des FEI hat zum Ziel, die für den Markt und das Unternehmen bestgeeigneten Marktchancen zu selektieren. Die ausgewählten Marktchancen werden anschließend, in der späten Phase, weiter ausgeplant und zu Konzepten detailliert, anhand derer über die weitere Realisierung entschieden wird.

Im gesamten Innovationsprozess hat das FEI deswegen eine zentrale Bedeutung, weil hier, auf Basis der ausgewählten Marktchancen, der Fokus für sämtliche Folgeaktivitäten gesetzt wird. Daher wird das FEI in dieser Arbeit vertieft betrachtet.

Im FEI besteht zu Beginn ein hohes Informationsdefizit. Deshalb ist die Einschätzung einer Marktchance mit großer Unsicherheit behaftet. Die Informationsbeschaffung und -filterung sind daher die Schwerpunktaktivitäten im frühen FEI. Die iterative, Internet-basierte Informationsrecherche, die bislang dafür angewendet wird, ist mit einem hohen Zeitaufwand verbunden und somit nicht effizient. Erschwert wird die Recherche dadurch, dass jede Marktchance ein neues Wissensgebiet darstellt. Dessen Erschließung und Strukturierung erfordert zusätzlichen Zeitaufwand, der jedoch erforderlich ist, um Suchkriterien für die Internetrecherche abzuleiten.

Um die Unsicherheit im FEI zu reduzieren, ist eine geeignete Prozessunterstützung notwendig, die den Zeitaufwand für die Informationsrecherche verringert und dazu beiträgt, das einer Marktchance zugehörige Wissensgebiet zu strukturieren. Einen wesentlichen Beitrag dazu kann die Systematisierung und Automatisierung der Informationssuche und -filterung leisten. Die daraus resultierenden Anforderungen an Prozessgestaltung und IT-Unterstützung werden in Kapitel 5 ausgearbeitet und operationalisiert.

Mit der beschriebenen Formalisierung des Rechercheprozesses wird es möglich, frühzeitig strukturierte Prozesse anzuwenden, die dazu beitragen, die Effizienz im FEI zu erhöhen.

2.2.2 Terminologische Grundlagen

Nach der vorausgegangenen Betrachtung ausgewählter Aspekte von Innovation werden im Folgenden die terminologischen Grundlagen des Innovationsbegriffes, soweit sie für diese Arbeit relevant sind, vervollständigt.

Der Innovationsbegriff lässt sich auf Schumpeter zurückführen (Hauschildt und Gemünden 2005, S. 23). Schumpeter verwendete 1931 den Begriff „Innovation“ aber nicht explizit, sondern bezog sich vielmehr auf „neue Kombinationen von Produktionsmitteln“, die „diskontinuierlich“ auftreten (Schumpeter 1931, S. 100). In den 1960er-Jahren wird „Innovation“ als betriebswirtschaftliches Problem identifiziert; als Träger der Innovation werden Unternehmen betrachtet (Hauschildt und Gemünden 2005, S. 23). Seit dem Jahr 2000 dehnt sich der Innovationsbegriff immer weiter aus und erfasst alle Bereiche der Betriebswirtschaft. Dies hat den Begriff der „Business Innovation“ geprägt, an dem interdisziplinär geforscht wird und der das Begriffsverständnis von Innovation in der vorliegenden Arbeit bestimmt. Zur Beschreibung der inhaltlichen Schwerpunkte und der Abgrenzungsmerkmale dieses Begriffs wurde die folgende Definition erarbeitet:

„Business Innovation ist die systematische Planung, Steuerung und Kontrolle von Innovationen in und zwischen Organisationen. Gegenstand der Innovationen sind Produkte und Dienstleistungen, Prozesse und Geschäftsmodelle“ (Hoffmann et al. 2016, S. 4).

Diese Definition differenziert den Innovationsprozess nach Inhalt und Ergebnis. Aus ihr geht aber nicht hervor, wie Business Innovationen eindeutig zu beschreiben sind und ob eine Veränderung tatsächlich als eine Innovation zu identifizieren ist. Hauschildt und Gemünden (2005) haben deswegen zur Strukturierung des Innovationsbegriffs einen Ordnungsrahmen definiert, der für eine gesamtheitliche Betrachtung des Innovationsbegriffs auf fünf Dimensionen zurückgreift. Diese Dimensionen werden im Folgenden erläutert und die vorliegende Arbeit wird in diesem Kontext eingeordnet.

Objektdimension²¹ (inhaltliche Dimension): Was ist neu?

Diese Dimension bezieht sich auf das Substrat der Innovation und unterscheidet nach Hauschildt und Gemünden (2005, S. 24) „Produktinnovationen“ von „Prozessinnovationen“.

Unter dem **Zielaspekt** bezeichnen Prozessinnovationen neuartige Faktorkombinationen, durch die die Produktion eines bestimmten Gutes kostengünstiger, qualitativ hochwertiger, sicherer oder schneller erfolgen kann. Im Fokus steht das Erzielen von Effizienzgewinnen. Bei Produktinnovationen ist der Rahmen weiter gesteckt: Hier wird neben dem Kombinationsprozess bei der Herstellung auch der Verwertungsprozess am Markt tangiert. „Die Produktinnovation offeriert eine Leistung, die dem Benutzer erlaubt, neue Zwecke zu erfüllen oder vorhandene Zwecke in einer völlig neuartigen Weise zu erfüllen“ (Hauschildt und Gemünden 2005, S. 24). Im Fokus steht die Steigerung der Effektivität, was nicht ausschließt, dass der Benutzer daneben auch noch Effizienzgewinne realisiert.

Unter dem **Durchsetzungsaspekt** sind Produktinnovationen in einem Markt, Prozessinnovationen hingegen in der Regel „nur“ unternehmensintern durchzusetzen. Deswegen bestehen bei Produktinnovationen regelmäßig größere Durchsetzungsprobleme als bei Prozessinnovationen.

Da die vorliegende Arbeit Innovationen fokussiert, die auf eine Markteinführung abzielen, werden vorrangig Produktinnovationen betrachtet. Prozessinnovationen werden nur dann in die Betrachtung einbezogen, wenn Literaturquellen Produkt- und Prozessinnovationen gemeinsam ausweisen.

Aufgrund ihrer zunehmenden wirtschaftlichen Bedeutung sind neben Produkt- und Prozessinnovationen auch Dienstleistungsinnovationen zu berücksichtigen; wie in der zugrunde liegenden Literatur werden die Begriffe „Dienstleistung“ und „Service“ im Weiteren dabei synonym verwendet.²² Serviceleistungen zeichnen sich, gegenüber „klassischen“ Industrieprodukten, durch ihre Immaterialität und die Simultanität von Produktion und Inanspruchnahme der Leis-

²¹ Vgl. Wagner 2008, S. 221–222; Pfohl 2016, S. 166.

²² Die aus dem angelsächsischen Sprachraum stammende Bezeichnung „Service“ für Dienstleistungen wird mittlerweile auch in deutschsprachigen Veröffentlichungen synonym benutzt.

tung aus (Stölzle und Lieb 2012, S. 4). Serviceinnovationen gewinnen insbesondere dann an Bedeutung, wenn das Sachgut als Primärleistung seinen Wettbewerbsvorteil verliert und produktbegleitende Services kaufentscheidend werden (Pfohl et al. 2007). Produkte und Dienstleistungen stehen deswegen in einem engen Zusammenhang. Dies zeigen der bekannte Plattform-Ansatz von Apple oder Produkt-/Servicekombinationen wie Kartenaktualisierungen für Navigationssysteme über das Internet. Unter dem Durchsetzungsaspekt betrachtet sind sowohl Produkt- und Serviceinnovationen als auch deren Kombination marktgerichtet. Deswegen werden sie im Folgenden als gleichrangig angesehen und das Betrachtungsfeld wird von Produktinnovationen auf Serviceinnovationen sowie Produkt-/Servicekombinationen erweitert.

Um die ebenfalls in der Definition der „Business Innovation“ genannten Geschäftsmodellinnovationen näher zu beleuchten, ist zunächst der Begriff „Geschäftsmodell“ zu definieren. Nach Gassmann et al. (2017, S. 7) ist ein Geschäftsmodell über vier Dimensionen definiert:

- Der Kunde – **WER** sind die Zielkunden?
Um die Marktfähigkeit eines Geschäftsmodells beurteilen zu können, muss der Zielmarkt eingegrenzt werden. Ein Unternehmen muss differenzieren, welche Kundensegmente relevant sind und welche nicht. Der Kunde steht immer im Zentrum eines Geschäftsmodells.
- Das Nutzenversprechen – **WAS** wird den Kunden angeboten?
Das Geschäftsmodell muss beinhalten, welche Leistungen den Zielkunden angeboten werden sollen, um deren Bedürfnisse zu befriedigen. Dazu zählen Produkte, Dienstleistungen und Produkt-/Servicekombinationen – sowie die entsprechenden Innovationen.
- Die Wertschöpfungskette – **WIE** werden die Leistung(en) hergestellt?
Um das Nutzenversprechen zu erfüllen, muss ein Unternehmen Prozesse etablieren und die zugehörigen Aktivitäten koordinieren. Abgestimmt auf die involvierten Ressourcen und Fähigkeiten wird so die Wertschöpfungskette definiert, die beschreibt, wie die Leistungen erzeugt und zu den Kunden transferiert werden.
- Die Ertragsmechanik – Wie wird **WERT** erzielt?
Die Ertragsmechanik erklärt, wie Einnahmen generiert werden, damit ein Geschäftsmodell finanziell überlebensfähig ist. Darin finden sich Angaben zu Kostenstruktur und Umsatzmechanismen.

Nach Gassmann et al. (2017, S. 7) handelt es sich dann um eine Geschäftsmodellinnovation, wenn Elemente in mindestens zwei der vier Dimensionen verändert werden. Somit kann die Geschäftsmodellinnovation als ein Ansatz betrachtet werden, der neben Produkt- und Serviceinnovationen sowie deren Kombination noch drei weitere Dimensionen betrachtet. Geschäftsmodellinnovationen gelten mittlerweile als ein eigenständiges Forschungsgebiet und werden daher im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht weiter betrachtet.

Intensitätsdimension: Wie neu?

Die Intensitätsdimension ermöglicht es, das Innovationsobjekt nach dem Innovationsgrad, auch „Innovativität“ genannt, zu unterscheiden. Die Extrempositionen bilden die inkrementelle Innovation als kleine Veränderung und die radikale oder disruptive Innovation als gänzliche Neugestaltung (Hauschildt und Gemünden 2005, S. 28). Mit dem Verständnis, dass es sich bei Innovationen um neuartige Kombinationen von Zwecken und Mitteln handelt, kann der Innovationsgrad in erster Näherung daran gemessen werden, wie neuartig die erfüllten Zwecke und eingesetzten Mittel sind. Nach Hauschildt und Gemünden (2005, S. 29) drückt sich der Innovationsgehalt keineswegs nur durch eine neue Technologiekombination und/oder einen neuen Produktnutzen aus, die positive Wirkungen für den Nutzer versprechen. Zusätzlich sollten die Organisation und das Umfeld betrachtet werden, die selbst in einen Veränderungsprozess eingebunden sind, um die Innovation zu ermöglichen. Deshalb lassen sich vier Dimensionen des Innovationsgrads unterscheiden: eine Markt-, eine Technologie-, eine Organisations- und eine Umfeld-Dimension (vgl. Garcia und Calantone 2002, S. 110).

Marktdimension

Einen hohen Innovationsgrad für den Markt weist eine Innovation dann auf, wenn sie aus Sicht der zukünftigen Anwender einen signifikanten Wertzuwachs bedeutet (Hauschildt und Gemünden 2005, S. 30). Dieser Wertzuwachs kann darauf beruhen, dass ein wichtiges, bisher unerfülltes Bedürfnis erstmalig erfüllt wird oder eine Bedürfnisbefriedigung wesentlich gesteigert wird beziehungsweise mit signifikant niedrigeren Kosten möglich ist. Der marktbezogene Innovationsgrad ist umso höher, je mehr Kunden angesprochen werden und je größer deren Nutzungsvolumen ist.

Technologiedimension

Ergeben sich ganz neue Funktionalitäten, Leistungssprünge oder sprunghafte Kostensenkungen, dann liegt das insbesondere an Veränderungen in System- und Komponententechnologien. Die Technologiedimension erfasst den technologischen Fortschritt, der sich in Form neuer technologischer Prinzipien, neuer Architekturen oder neuer Materialien zeigt.

Organisationsdimension

Neue Technologien und neue Produkte lassen sich nicht nur auf Basis bestehender Kompetenzen erforschen und entwickeln. Vielmehr ist es notwendig, dass eine innovierende Organisation neues Wissen generiert oder von außen aufnimmt und verarbeitet. Darüber hinaus ist es ebenso erforderlich, dass sich ein Unternehmen selbst umfassend verändert. Hohe Innovationsgrade äußern sich in der Organisationsdimension in Veränderungen von Strategie, formaler Struktur, Prozessen, Kompetenzen, Kultur und Anreizsystemen.

Umfelddimension

Bei der Entwicklung grundlegend neuer Technologien, Produkte oder Dienstleistungen ist im Allgemeinen eine Vielzahl von Akteuren aus verschiedenen Organisationen beteiligt, die in komplexen Wettbewerbs- und Kooperationsbeziehungen stehen. Häufig vollzieht sich parallel zu einem technologischen Wandel noch eine Veränderung in der öffentlichen und privaten Innovationsfinanzierung und bei der Regulierung und Institutionalisierung. Diese Veränderungen können Innovationen unterstützen oder hemmen. Die Umfelddimension berücksichtigt daher, wie Innovationen das Unternehmensumfeld beeinflussen.

Aus der Kombination dieser vier Dimensionen mit ihren jeweils unterschiedlichen Ausprägungen ergibt sich das Spektrum der unterschiedlichen Typen von Innovationen. Um **radikale** Innovation handelt es sich, wenn alle Dimensionen hoch ausgeprägt sind. Sind die meisten Dimensionen mittel oder niedrig ausgeprägt, spricht man von **inkrementeller** Innovation.

Kultur und Anreizsysteme in einem Unternehmen sowie eine makroökonomische Umfeldbetrachtung sind nicht Gegenstand dieser Arbeit. Deswegen werden die Organisations- und die Umfelddimension nicht weiter thematisiert.

Subjektive Dimension: Neu für wen?

Wie qualitative Unterschiede einer Innovation gegenüber dem vorhergehenden Zustand eingeschätzt werden, ist naturgemäß subjektgebunden. Die Einschätzung kann allenfalls objektiviert, nicht aber objektiv bestimmt werden (Hauschildt und Gemünden 2005, S. 33). Maßgeblich für die Einschätzung des Innovationsgehalts sind insbesondere die „relevanten“ Konkurrenten oder Lieferanten. Das sind diejenigen, von deren Aktionen ein betrachtetes Unternehmen direkt betroffen ist oder die im Gegenzug von Aktionen des Unternehmens beeinflusst werden. Diese Sichtweise führt zu einer „industriökonomischen“ Bestimmung des Innovationsbegriffes (Hauschildt und Gemünden 2005, S. 34). Danach ist das Innovationsobjekt innovativ, das innerhalb einer Branche oder einer technologisch und absatzwirtschaftlich vergleichbaren Gruppe von Unternehmen erstmalig eingeführt wird. Unter der Fragestellung „Neu für wen?“ wird danach zwischen der Ausprägung „**neu für das Unternehmen**“ und „**neu für die Branche**“ unterschieden (vgl. Garcia und Calantone 2002, S. 118–119).

Prozessuale Dimension: Wo beginnt, wo endet die Neuerung

Der prozessualen Sichtweise liegt der Entstehungsprozess einer Innovation zugrunde. Hierbei lassen sich verschieden weit gefasst Abgrenzungen des Innovationsprozesses unterscheiden (vgl. Abbildung 7).

- Einer **Invention** (Erfindung) liegt eine Idee zugrunde, sie bezieht sich auf die erstmalige Realisierung einer neuen Problemlösung (von Ahsen 2010, S. 6). Eine solche Invention, die geplant oder ungeplant (zufällig) erfolgen kann, ist eine notwendige Vorstufe der Innovation (vgl. Brem und Vahs 2013, S. 21).
- Als **Innovation** wird grundsätzlich die erstmalige wirtschaftliche Anwendung einer neuen Problemlösung bezeichnet.
- Von einer Innovation abzugrenzen ist die **Imitation**. Diese beschreibt die Kopie eines bereits bestehenden Produkts oder einer existierenden Problemlösung.

Neben dieser Differenzierung aus der Ergebnisperspektive zeigt Abbildung 7 auch Unterschiede beim Innovationsverständnis.

Die vorliegende Arbeit gründet auf dem Verständnis von „**Innovation im erweiterten Sinn**“: Die Invention ist grundlegender Bestandteil des FEI, das im Fokus der Betrachtung steht, und kann deswegen nicht ausgegrenzt werden. Eine Ausweitung in Richtung „**Innovation im weitesten Sinn**“ ist dagegen nicht zweckmäßig, da ein neues Produkt, das in die Serienproduktion übergegangen ist, nicht mehr Bestandteil des Innovationsmanagements ist.

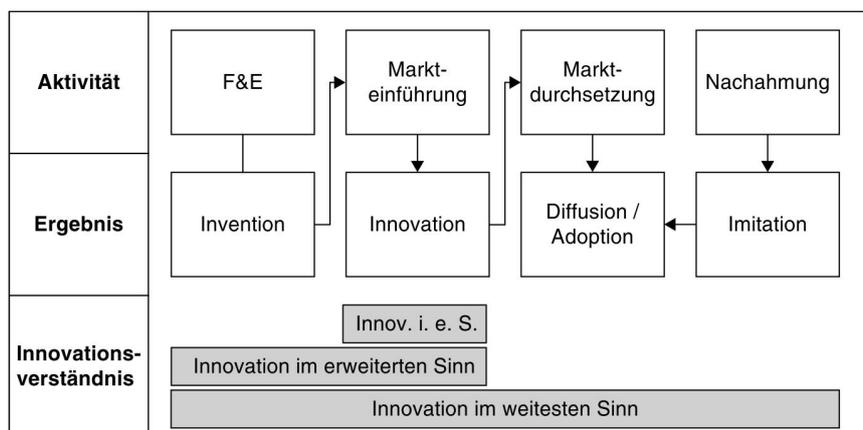


Abbildung 7: Abgrenzung des Innovationsverständnisses (von Ahsen 2010, S. 6)

Das auf Basis der Betrachtung und Diskussion der vier Innovationsdimensionen

- Objektdimension,
- Intensitätsdimension,
- subjektive Dimension sowie
- prozessuale Dimension

abgeleitete Betrachtungsfeld, das dieser Arbeit zugrunde liegt, fasst nachfolgende Matrix zusammen (vgl. Abbildung 8).

Objektdimension	Produkt	Dienstleistung	Prozess	
Intensitätsdimension	Markt	Technologie	Organisation	Umfeld
Subjektive Dimension	Neu für das Unternehmen		Neu für die Branche	
Prozessuale Dimension	Innovation im engeren Sinn	Innovation im erweiterten Sinn	Innovation im weitesten Sinn	

Betrachtungsfeld im Rahmen dieser Arbeit
 Nicht im Fokus dieser Arbeit

Abbildung 8: Abgrenzung des Betrachtungsfeldes der Arbeit auf Basis der Dimensionen von Innovation

Zur Vervollständigung der Betrachtung wird die fünfte Dimension von Innovation nachfolgend erläutert. Dabei wird hergeleitet, weshalb diese Dimension für die Abgrenzung des Innovationsbegriffs nicht geeignet ist und deswegen in Abbildung 8 nicht erscheint.

Normative Dimension: Ist neu gleichbedeutend mit erfolgreich?

Mit der „normativen“ Dimension (Hauschildt und Gemünden 2005, S. 34) soll eine „Verbesserung“ gegenüber dem Status quo messbar gemacht werden. Dieses Verständnis halten Hauschildt und Gemünden für äußerst fragwürdig.

Zum einen berufen sie sich auf Ergebnisse der Zielforschung, die darauf hinweisen, dass sich in innovativen Situationen die Ziele schwer bestimmen lassen, nicht generalisiert werden können und unterschiedlich gewichtet werden. Zum anderen fällt die Beurteilung dessen, was eine Verbesserung ist, je nach Interessenstandpunkt sehr unterschiedlich aus (vgl. Brem und Vahs 2013, S. 69). Als Beispiel hierzu führen sie die Atomkraft an. Je nach Interessenstandpunkt fällt die Beurteilung des Einsatzes von Atomkraft unterschiedlich aus. Während aus einer Perspektive der reduzierte Verbrauch an fossilen Brennstoffen und damit geringere Emissionen von Kohlendioxid als Vorteile gesehen werden, zählt bei der Einnahme einer anderen Perspektive die bislang ungeklärte Entsorgung radioaktiver Abfälle als Nachteil. Aus der Betrachtung dieses Beispiels resultiert, dass angesichts der beschriebenen Bemessungs- und Bewertungsprobleme das normative Argument zur Abgrenzung des Innovationsbegriffs nicht geeignet ist.

3 Vorgehensmodelle und Methoden im FEI

3.1 Vorgehensmodelle im FEI

3.1.1 Zielsetzung und Vorgehensweise

In diesem Kapitel werden bestehende Prozessmodelle und Methoden für das FEI vorgestellt, verbunden mit dem Ziel, Stärken und Schwächen bei der verfügbaren Prozess- und Methodenunterstützung herauszuarbeiten. Dazu werden die Prozessmodelle und Methoden unter der Hypothese betrachtet, dass sie Defizite hinsichtlich der in Kapitel 2.1 herausgearbeiteten Kriterien Effektivität und Effizienz aufweisen. Diese Hypothese soll geprüft und verifiziert werden. Für die Betrachtung wird eine zieladäquate Typologie gewählt, die die Arten der vorhandenen Prozessmodelle sinnvoll strukturiert. Die Auswahl der Prozessmodelle erfolgt anhand von zwei Leitfragen:

- *Wie klar stellt das konkrete Prozessmodell die charakteristischen Merkmale seiner Art heraus?*
- *Wie stark ist das Prozessmodell in der Theorie verankert?*

Im Anschluss an die Beschreibung der Prozessmodelle wird untersucht, ob die Modelle die gegebenen Probleme (vgl. Kapitel 2.1) adäquat abbilden. Ziel in diesem Kapitel ist ein differenziertes Bild der „Prozesslandschaft“. Weiterhin wird der in Kapitel 1.2 festgestellte Forschungsbedarf präzisiert.

3.1.2 Typologie zur Prozessklassifikation

Die typologische Vorgehensweise zählt zu den grundlegenden Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens und menschlichen Denkens. Typologien sind darauf ausgelegt, Entitäten zu ordnen und überschaubar zu machen, indem eine Konzentration auf das als wesentlich Erachtete erfolgt. Gleichzeitig sind sie jedoch so auszulegen, dass die Realität nicht zu stark reduziert wird.

Zur Strukturierung der untersuchten Modelle bietet sich die Betrachtung von Schuderer (1996) zur Typologie von Prozessen an. Schuderer unterscheidet insgesamt elf Merkmale, von denen fünf für die Differenzierung von Innovationsprozessen im FEI maßgeblich sind (vgl. Tabelle 2).

- **Zeitliche Anordnung.** Hier wird unterschieden, ob Aufgaben im Prozess nacheinander (sequenziell) oder gleichzeitig (parallel) ausgeführt werden. Ebenso ist es möglich, im Einzelfall eine Aufgabe zu überspringen (optional).
- **Bestimmtheit.** Bestimmtheit liegt vor, wenn der Weg zum Erreichen eines Endzustandes eindeutig vorgegeben ist. Dies ist der Fall, wenn der gesamte Prozess hinsichtlich

seines Ablaufs und seiner Elemente vollständig und explizit festgelegt ist (Schwickert und Fischer 1996, S. 11).

- **Ausführungshäufigkeit.** Sie gibt an, ob ein Prozess wiederholt ausgeführt wird und damit in eine Ablaufroutine eingebunden ist oder lediglich sporadisch, also einzelfallbezogen angewendet wird. Um die Simulation eines Geschäftsprozesses gezielt für dessen Verbesserung einzusetzen, wird eine hohe Ausführungshäufigkeit in der betrachteten Periode vorausgesetzt (Sinz 2011, S. 131).
- **Reichweite.** Abhängig von den an einem Prozess beteiligten Organisationseinheiten lassen sich unternehmensübergreifende, funktionsübergreifende und stellenübergreifende Geschäftsprozesse differenzieren (Schwickert und Fischer 1996, S. 13).
- **Formalität.** Ein formaler Prozess wird durch folgende Eigenschaften charakterisiert (vgl. (Schwickert und Fischer 1996, S. 3–5):
 - Der Prozess transformiert einen Ausgangszustand in einen Folgezustand, wobei der Ausgangszustand genau definiert ist.
 - Die Transformation läuft nach genau definierten Regeln ab, die durch eine Aktionsfunktion beschrieben werden.
 - Der Prozess bricht ab, wenn ein bestimmter Endzustand erreicht wird.
 - Prozess und Prozessablauf hängen direkt ab von dem Zustandsraum, in dem der Prozess abläuft.

Ein Prozess, der nicht diesen klar formulierten Regeln folgt, wird als informaler Prozess bezeichnet.

Tabelle 2: Merkmale und Ausprägungen zur Typologie von Prozessen

Merkmal	Ausprägung
Zeitliche Anordnung (vgl. Schuderer 1996, S. 64)	sequenziell – parallel – optional
Bestimmtheit (vgl. Schuderer 1996, S. 64, Schwickert 1996, S. 11, Riekhof 1996, S. 17)	determiniert – variabel
Ausführungshäufigkeit (vgl. Schuderer 1996, S. 64, Schmidt 1997, S. 11)	repetitiv – innovativ
Reichweite (vgl. Schwickert 1996, S. 13)	unternehmensübergreifend – unternehmensweit – stellenübergreifend
Formalität (vgl. McDonald 2010, S. 6)	formal – informal

Diese Erläuterungen verdeutlichen, dass sich die Prozessmodelle für das FEI problemlos in die Typologie von Schuderer (1996) einordnen lassen. Insbesondere die Merkmale zeitliche Anordnung, Bestimmtheit und Reichweite sind in diesem Kapitel für die Unterscheidung verschiedener Prozessmodelle von Relevanz. Hinsichtlich der Ausführungshäufigkeit unterscheiden sich Innovationsprozesse deutlich von operativen Abläufen im Tagesgeschäft: Innovationsprozesse werden „diskontinuierlich“ (Schumpeter 1931) angestoßen und können

deswegen nicht zu den Routineabläufen gezählt werden. „Formalität“ als Merkmal von Prozessen im FEI lässt sich einsetzen, um die Charakteristika des FEI gegenüber anderen Geschäftsprozessen abzugrenzen. Die spezifischen Eigenschaften bestehender Prozesse im FEI hinsichtlich dieses Merkmals werden im Weiteren herausgearbeitet.

3.1.3 Lineare, meilensteinbasierte Modelle

Das Prozessmodell von Cooper

Lineare, meilensteinbasierte Modelle gehen zurück auf die Arbeiten von Cooper und Kleinschmidt (1991). Sie beschreiben einen formalisierten Prozess, den sie im Rahmen von Studien mit den Unternehmen IBM, 3M, GM, Northern Telecom und Emerson Electric identifizieren (Cooper und Kleinschmidt 1991, S. 137–138). Formalisierte Prozesse führen demnach zu kürzeren Produktentwicklungszeiten, einer höheren Produkterfolgsrate sowie einer größeren Kundenzufriedenheit und zeichnen sich durch folgende Charakteristika aus:

1. Der meilensteinbasierte Ansatz unterteilt den Innovationsprozess in einzelne Abschnitte. Jeder Abschnitt beinhaltet eine Reihe vorgegebener Aktivitäten, wie z. B. Kundenanforderungen erheben oder Patentrecherchen durchführen.
2. Die Prozessabschnitte gehen über Funktions- und Abteilungsgrenzen hinaus. Sie sind interdisziplinär ausgerichtet und beziehen FuE, Produktion, Marketing, Qualität und weitere Funktionen in jeder der Phasen mit ein. Keine der Phasen wird durch eine der genannten Funktionen dominiert.
3. Die Abschnitte werden durch Entscheidungspunkte oder Meilensteine getrennt. Am Ende jedes Abschnitts, also an jedem Meilenstein, wird überprüft, ob die angestrebten Ergebnisse erreicht wurden, und anhand definierter Kriterien entschieden, ob das Projekt weitergeführt oder beendet wird. Ein Übergang in den nächsten Abschnitt erfolgt nur dann, wenn alle vorangehenden Aktivitäten zufriedenstellend abgeschlossen wurden.
4. Organisationsseitig ist ein Projektleiter für den Gesamtdurchlauf von der Idee bis zur Markteinführung verantwortlich. Eine Aufteilung der Verantwortung für die einzelnen Abschnitte ist nicht vorgesehen. Die Entscheidungen an den Meilensteinen hinsichtlich Fortführung des Projektes und Ressourcenzuteilungen werden durch Geschäftsführungsmitglieder getroffen.
5. Der Prozess ist auf Geschwindigkeit und Ausführungsqualität ausgerichtet. Parallele Bearbeitung von Aktivitäten und effiziente, zeitnahe Entscheidungen an den Meilensteinen sorgen für den Fortgang des Projekts. Die Fokussierung auf Erfolg versprechende Projekte stellt Ressourceneffektivität sicher.

Die zugehörige Prozessdarstellung zeigt Abbildung 9. Der Abschnitt des FEI endet dort am Meilenstein 3 („Gate 3“), an dem auf Basis einer Wirtschaftlichkeitsrechnung entschieden wird, ob die entwickelte Idee realisiert werden soll.

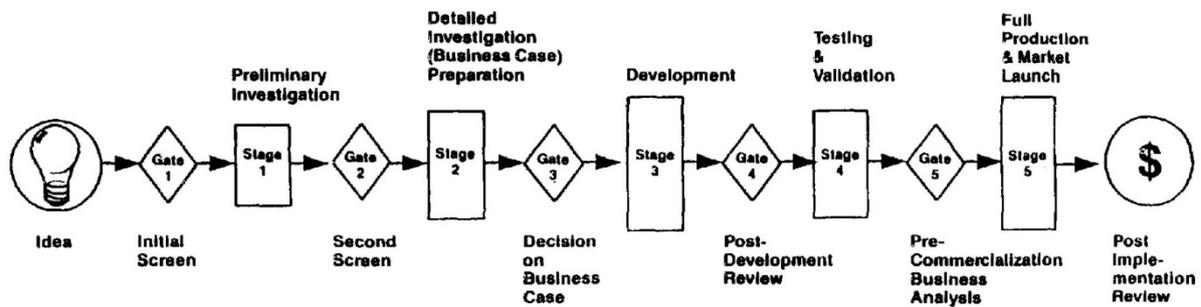


Abbildung 9: Meilensteinprozess nach Cooper und Kleinschmidt 1991 (Cooper und Kleinschmidt 1991, S. 138)

Cooper validiert sein Modell anhand einer Feldstudie, in der insgesamt 203 Innovationsprojekte für industrielle Produkte analysiert werden (Cooper 1996). Dabei arbeitet er heraus, dass eine sorgfältige Ausführung der Aktivitäten im FEI wesentlich dazu beiträgt, ein Innovationsprojekt zur Einführung eines neuen Produktes am Markt erfolgreich abzuschließen. Zu diesen Aktivitäten zählt er vorbereitende Markt-, Technologie- und betriebswirtschaftliche Analysen sowie eine konsequente Ausrichtung auf den Kunden (Cooper 1996, S. 470).

Marktanalysen sollen Hinweise auf die Marktgröße und die von Käufern erwarteten Produkteigenschaften liefern. Durchgeführt werden sie als Sekundärforschung, unter Nutzung von öffentlichen und kommerziellen Datenbanken. Die gesammelten Informationen werden mit intern vorliegenden konsolidiert. Ergänzend werden ausgewählte „Lead User“²³ kontaktiert.

Die Evaluation alternativer technischer Lösungsmöglichkeiten ist im Prozessabschnitt des FEI überwiegend konzeptionell ausgerichtet. Sie basiert auf der Suche nach technischer Literatur, dem Einsatz von Kreativitätstechniken, dem Einbezug externer Experten und, optional, der Analyse der von Mitbewerbern eingesetzten Lösungen. Ergänzend erfolgt eine betriebswirtschaftliche Analyse, die darauf ausgerichtet ist, erwartete Gewinn- und Kostengrößen sowie benötigte Investitionen abzuschätzen.

Eine durchgehende Marktorientierung im Gesamtprozess mittels Marktstudien, Kundentests, Feldstudien und Testmärkten resultiert in den von Cooper untersuchten Innovationsprojekten in einer mehr als doppelt so hohen Erfolgsrate und einem 70 Prozent größeren Marktanteil im Vergleich mit Projekten, die auf solche Aktivitäten verzichten (Cooper 1996, S. 470).

²³ Der Begriff „Lead User“ (trendführender Nutzer/Kunde) wurde 1986 von Eric von Hippel eingeführt (Hippel 1986).

Gegenüber dem ursprünglichen Modell unterscheidet sich der Meilensteinprozess der dritten Generation (Cooper 1996, S. 465) insbesondere durch die Detaillierung des ersten Prozessabschnittes („Preliminary Investigation“) innerhalb des FEI, die konsequente Orientierung an den Kundenanforderungen über den Gesamtprozess hinweg und die flexible Gestaltung der Meilensteinanforderungen. Um den Gesamtprozess nicht zu verzögern, können Entscheidungen auch dann getroffen werden, wenn für einen Meilenstein benötigte Informationen noch nicht vollständig vorliegen. In diesem Fall wird der Prozess unter der Voraussetzung fortgeführt, dass zu Beginn des folgenden Abschnittes positive Ergebnisse für die noch offenen Abschnitte nachgereicht werden (Cooper 1996, S. 480). In der Praxis resultiert daraus eine Überlappung der einzelnen Prozessabschnitte.

Mit der in weiteren Studien zur Anwendung des Meilensteinmodells für den Innovationsprozess gewonnenen Praxiserfahrungen überarbeitet Cooper sein Modell. Die wesentlichen Anpassungen und Weiterentwicklungen werden im Folgenden vorgestellt (siehe Abbildungen 10–12).

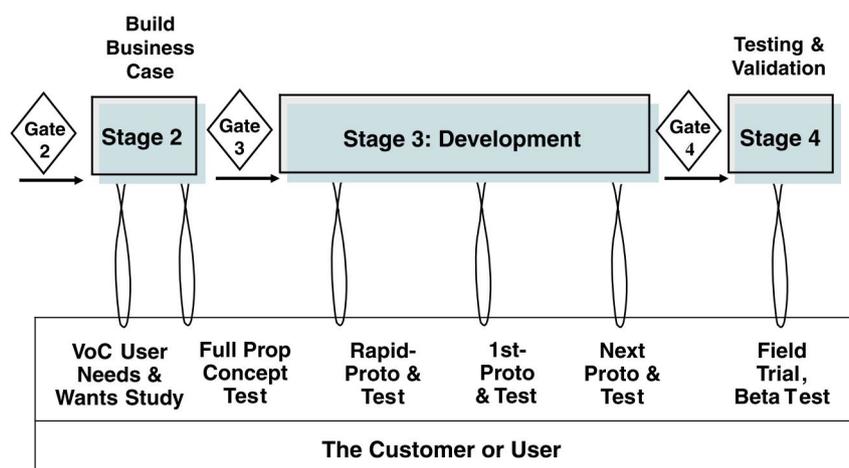


Abbildung 10: Iteratives Vorgehen im Rahmen des Innovationsprozesses unter Einbeziehung von Kundenrückmeldungen (Cooper 2008, S. 225)

Das ursprünglich linear konzipierte Modell passt Cooper grundlegend an. In den einzelnen Prozessabschnitten sieht er Schleifen, Wiederholungen sowie Vor- und Rücksprünge vor (Cooper 2008, S. 224–225), um so neue Informationen und Marktveränderungen im Prozessverlauf berücksichtigen zu können. Angewendet wird dieses agile Vorgehen ab dem Prozessabschnitt 2, der auf die Erarbeitung einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ausgelegt ist, bis zum Abschnitt 4, der den Test und die Validierung eines neuen Produktes umfasst. Abbildung 10 zeigt diese Prozessanpassung zum Einholen von Kundenrückmeldungen in einem laufenden Innovationsvorhaben.

An den Meilensteinen differenziert Cooper zwischen Muss-Kriterien und Kann-Kriterien (Cooper 2008, S. 215). Die Muss-Kriterien für Innovationsprojekte werden anhand einer

Checkliste abgeprüft, um ungeeignete Vorhaben frühzeitig auszusortieren. Für das Erreichen von Kann-Kriterien werden anhand eines hinterlegten Schemas Punkte vergeben. Die erreichten Punkte werden addiert und für die Priorisierung von Projekten herangezogen. Die Kombination beider Kriterien zielt darauf ab, wirksame Selektionsmechanismen an den Meilensteinen zu etablieren und einen trichterförmigen Verlauf abzubilden, der gewährleistet, dass nur die bestgeeigneten Ideen an den Markt kommen.

In der ursprünglichen Form sieht Cooper lediglich *eine* Ausprägung des Meilensteinprozesses vor: einen Prozess mit fünf Abschnitten und fünf Meilensteinen. Er geht davon aus, dass dieser Ablauf für alle Innovationsprojekte innerhalb eines Unternehmens anwendbar ist. In der Praxis führt das jedoch dazu, dass einige Projekte diesen aufwendigen Prozess umgehen. Inhaltlich weniger komplexe Vorhaben, wie Portfolioerweiterungen oder Produktpassungen, beanspruchen, jeweils für sich betrachtet, nicht viele Ressourcen. Kollektiv betrachtet gilt das jedoch nicht mehr. Das führt dazu, dass die „kleinen“ Projekte, die in Summe eine Mehrheit der verfügbaren Entwicklungsressourcen beanspruchen, am System vorbeilaufen. Daraus resultiert die Erkenntnis, dass es verschiedener Prozessausprägungen bedarf, die sich an den Geschäftsanforderungen orientieren und eine schnellere Bearbeitung ermöglichen.

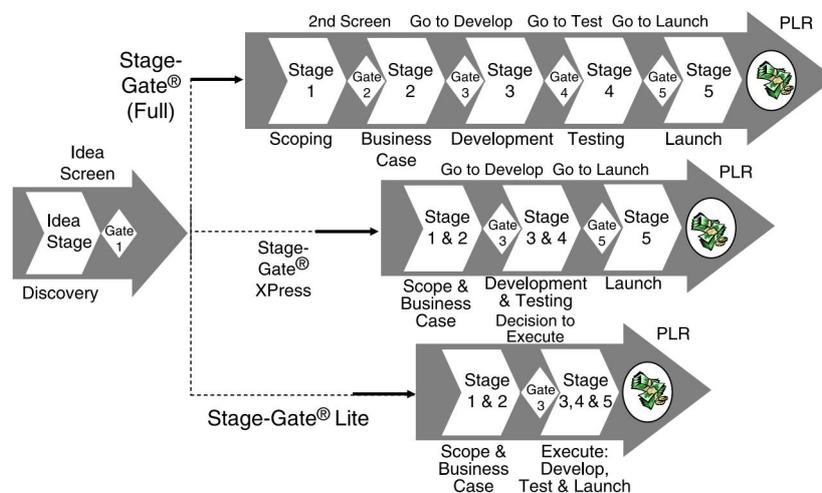


Abbildung 11: Skalierbarer Meilensteinprozess (Cooper 2008, S. 223)

Abbildung 11 verdeutlicht, wie diese Anforderung umgesetzt wird. Neben dem vollumfänglichen Meilensteinprozess gibt es dort zwei weitere Ausprägungen. Die *Expressvariante* fasst die Abschnitte 1 und 2 sowie 3 und 4 zusammen und setzt zwei Meilensteine ein. Sie ist ausgelegt für Projekte mit überschaubarem Risiko, wie beispielsweise Verbesserungen, Anpassungen oder Erweiterungen. Daneben gibt es noch eine *Minimalvariante*, die sich auf sehr kleine Vorhaben, wie die Umsetzung einfacher Kundenwünsche, konzentriert. Dort werden die Phasen 1 und 2 sowie 3 bis 5 konsolidiert und es wird nur noch ein Meilenstein eingesetzt.

Eine Grundvoraussetzung dafür, dass diese Differenzierung in der Praxis angewendet werden kann, ist, dass alle Projekte eine anfängliche Sichtung in Meilenstein 1 durchlaufen. An dieser Stelle wird entschieden, welche Prozessvariante für ein Vorhaben angewendet werden. So wird sichergestellt, dass in der Praxis tatsächlich ein skalierbarer Prozess zum Einsatz kommt. Eine zusätzliche Erweiterung liegt in der Öffnung des ursprünglichen Modells, um Ansätze der sogenannten „Open Innovation“ (Chesbrough 2012, S. 20) zu berücksichtigen. Dies soll ermöglichen, sowohl Ideen, Patente, Technologien und sogar fertig entwickelte Produkte von extern in ein Unternehmen einzubringen als auch einen Transfer nach außen, vom Unternehmen zu externen Partnern, zuzulassen (Cooper 2008, S. 231). Diese Durchlässigkeit erstreckt sich über alle Aspekte des Innovationsprozesses: Ideenfindung, Entwicklung und Kommerzialisierung (vgl. Abbildung 12).

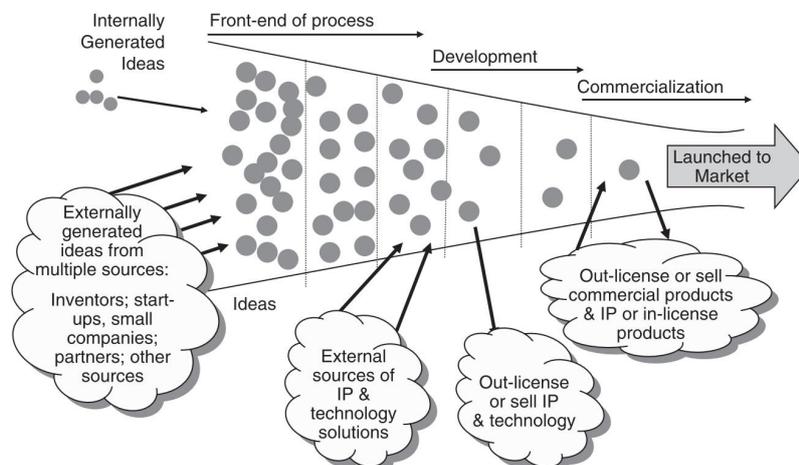


Abbildung 12: Öffnung des Meilensteinprozesses für Open Innovation (Cooper 2008, S. 231)

In der Phase der Ideenfindung suchen Unternehmen extern nicht nur nach Problemen oder Kundenwünschen, die es zu lösen oder zu befriedigen gilt, sondern auch nach Erfindern, Start-ups oder Partnern, die über Technologien verfügen, die als Basis für eine eigene oder gemeinschaftliche Entwicklung genutzt werden können.

Für die Lösung technologischer Probleme in der Entwicklungsphase greifen Unternehmen auf Expertise in Wissenschaft und Forschung zurück oder sie kaufen Innovationen von außen ein. Im Gegenzug können für intern entwickelte, nicht ausgeschöpfte Patente Lizenzen vergeben werden.

Bei Markteintritt und Kommerzialisierung vergeben Unternehmen Lizenzen für Produkte, wenn in anderen Märkten damit mehr Wert generiert werden kann, oder sie kaufen Lizenzen für neuartige Produkte, um sich umgehend neue Wachstumsquellen zu erschließen.

Bei einer kritischen Reflexion der Arbeit von Cooper auf Basis der gewählten Typologie lassen sich mehrere Schwächen erkennen: Die Merkmale „Zeitliche Anordnung“ und „Bestimmtheit“

sind über die Stufen der Weiterentwicklung des Modells einer Erosion unterworfen. Dazu zählen beispielsweise die Überlappung von Prozessabschnitten und das Zulassen eines iterativen Vorgehens mit Schleifen, Wiederholungen und Rücksprüngen, was in der Praxis die Effizienz des Prozesses reduziert. Diesem Effizienzverlust wird bei der Erweiterung des Modells begegnet, indem alternative Prozessvarianten für unterschiedlich komplexe Innovationsprojekte angeboten werden. Das führt jedoch dazu, dass der Prozessablauf selbst, verstärkt durch die Öffnung nach außen, immer mehr seiner ursprünglich klaren Struktur verliert. Die Prozessdarstellung zeigt mit der Ideenfindung als Start, dem Durchlaufen mehrerer Schritte zur Ausarbeitung und der Neuprodukteinführung am Markt als Endzustand zwar einen formalen Aufbau, es fehlen aber klar definierte Regeln, die den Ablauf beschreiben. Zudem wird nicht darauf eingegangen, auf welche Zielstellung die Ideenfindung ausgerichtet ist. Es besteht somit die Gefahr, dass Ideen den Prozess durchlaufen, die im Widerspruch zur Geschäftsstrategie stehen. Das ist jedoch im Sinne der Prozesseffektivität zu unterbinden, weil so die Zielsetzung für den Innovationsprozess unterlaufen wird.

De facto liegt ein abstrakter, informaler Prozess vor, der aufgrund der unklaren Ablaufregeln ungeeignet für den Praxiseinsatz in KMU ist.

Das Prozessmodell von Khurana und Rosenthal

Neben Cooper haben auch Khurana und Rosenthal (1998) ein Prozessmodell erarbeitet, das einem linearen Ablauf folgt (vgl. Abbildung 13). Das Modell beruht auf branchenübergreifenden Fallstudien bei 18 Geschäftseinheiten amerikanischer und japanischer Unternehmen und grenzt die Betrachtung auf das FEI ein (Khurana und Rosenthal 1998, S. 57). Khurana und Rosenthal bezeichnen ihr Modell als „ganzheitlich“, da sie Schnittstellen zu Nachbarprozessen und auch den Einfluss der Unternehmenskultur auf die Prozessgestaltung untersuchen. Im Gegensatz zu Cooper schenken sie der Initialphase („Prephase Zero“) besondere Beachtung. Dieser Phase ordnen sie die Aktivitäten Formulieren der Produktstrategie, Identifikation und Bewertung von Marktchancen sowie Ideengenerierung zu – alles Aktivitäten, die kontinuierlich ausgeführt werden, unabhängig von einem konkreten Innovationsvorhaben. Grundlagen zur Ausführung dieser Aktivitäten sind zum einen die Abstimmung mit der übergeordneten Geschäftsstrategie, zum anderen der Abgleich mit der Portfoliostrategie und damit die Berücksichtigung parallel laufender oder geplanter Innovationsvorhaben. Anders als bei Cooper sind für den Übergang in die nachfolgenden Phasen „Produktkonzept erarbeiten“ und „Machbarkeits-/Projektplanung erstellen“ keine Meilensteine zur Verifizierung des Fortschritts gesetzt. Im ganzheitlichen Verständnis von Khurana und Rosenthal hängen sämtliche Aktivitäten der drei Phasen im FEI inhaltlich zusammen. Erst am Übergang zur eigentlichen Entwicklung ist ein Meilenstein zur Selektion aussichtsreicher Projekte vorgesehen.

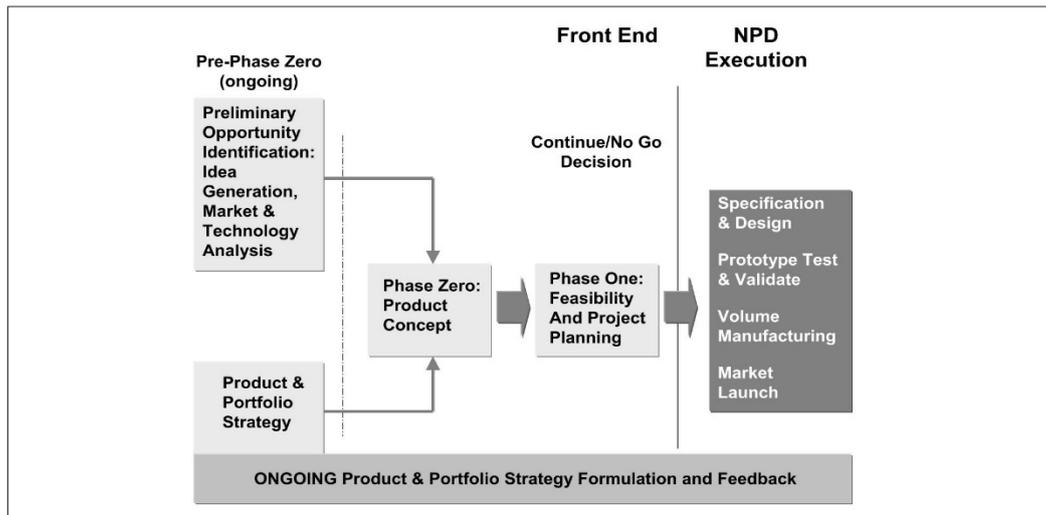


Abbildung 13: Prozessmodell für das FEI von Khurana und Rosenthal (1998) (Herstatt und Verworn 2001, S. 8)

Mit den Erkenntnissen aus den durchgeführten Fallstudien und Analysen charakterisieren Khurana und Rosenthal ihren ganzheitlichen Ansatz dadurch, dass ein konkretes Innovationsvorhaben stets in einem Gesamtkontext eingeordnet wird, der sechs unterschiedliche Perspektiven vereint (vgl. Khurana und Rosenthal 1998, S. 72):

- Die **strategische Perspektive** ist darauf ausgerichtet, die Entwicklung des Produktkonzeptes auf die Geschäfts- und Produktstrategie hin abzustimmen.
- Die **finanzielle Perspektive** betrachtet neben dem individuellen Innovationsprojekt auch das übergreifende Entwicklungsportfolio.
- Die **operative Perspektive** beurteilt das Produktkonzept hinsichtlich möglicher Schwächen in der Abwicklung, die beispielsweise aus der zugehörigen Lieferkette resultieren.
- Die **Informationsperspektive** führt Informationen zu technischen, marktbezogenen und organisationalen Fragestellungen zusammen.
- Die **organisatorische Perspektive** beleuchtet die Aufgabenverteilung zwischen Kernteam und den Entscheidern auf Leitungsebene.
- Die **Fähigkeitsperspektive** zeigt auf, ob im Unternehmen die notwendigen Grundvoraussetzungen im Sinne von Fähigkeiten vorhanden sind, um ein spezifisches Innovationsvorhaben durchzuführen.

Damit diese unterschiedlichen Perspektiven in einen ganzheitlichen Ansatz integriert werden können, sind nach Khurana und Rosenthal zwei Voraussetzungen wesentlich: die Anwendung eines formalen Prozesses für das FEI sowie das Vorhandensein einer kollaborativen Unternehmenskultur. Letztere ermöglicht, in Verbindung mit unterschiedlichen Fähigkeiten innerhalb einer Projektgruppe, die fortlaufende Integration eines spezifischen Innovationsprojekts in den Gesamtkontext.

Im Gegensatz zu Cooper fokussieren Khurana und Rosenthal innerhalb des Innovationsprozesses das FEI. Sie erkennen, dass die Ideengenerierung nicht isoliert, sondern abgestimmt auf die Geschäfts- und Produktstrategie erfolgen muss. In ihrer Beschreibung des FEI bleiben sie mit dem ganzheitlichen Ansatz generisch abstrakt. Lediglich auf dieser abstrakten Ebene kann von einem bestimmten und formalen Prozess gesprochen werden. Dies steht im Widerspruch zur eigenen Auffassung von Khurana und Rosenthal, die als Fundament für ihr Modell das Vorhandensein eines formalen Prozess postulieren, dessen Inhalte jedoch nicht fassbar formulieren. Konkrete Handlungsempfehlungen für den Transfer ihres Ansatzes in die Unternehmenspraxis stellen sie nicht bereit.

3.1.4 Iterative Modelle

Das Prozessmodell von Koen et al. (2002) verfolgt im Vergleich zu den vorher betrachteten Modellen explizit einen iterativen Ansatz. Charakteristisch für dieses Modell ist die kreisförmige, iterative Anordnung der fünf Elemente des FEI (vgl. Abbildung 14).

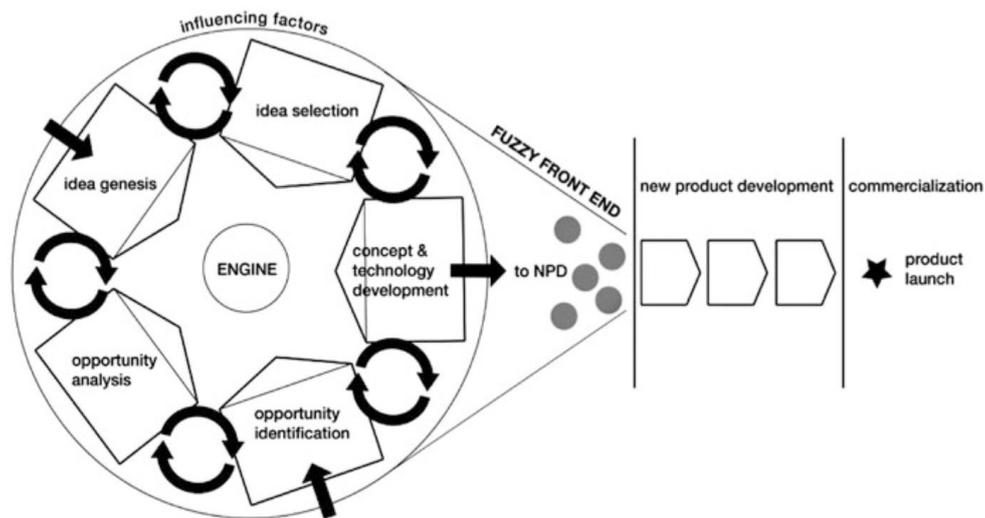


Abbildung 14: Das New Concept Development Modell (NCD) von Koen et al.

(Gaubinger und Rabl 2014, S. 20)

Identifizierung von Marktchancen (Opportunity Identification)

Definiert wird hier das Markt- oder Technologiefeld, an dem ein Unternehmen teilhaben möchte. Als Marktchancen werden allgemein günstige, vorteilhafte Umstände bezeichnet, die zu unternehmerischen Handlungen führen (Mary George et al. 2016, S. 310). Koen et al. 2002 konkretisieren diese Definition und charakterisieren eine Marktchance als „*business or technology gap, that a company or individual realizes, that exists between the current situation and an envisioned future in order to capture competitive advantage, respond to a threat, solve a problem, or ameliorate a difficulty*“ (Koen et al. 2002, S. 7). Das Identifizieren einer Marktchance

ist typischerweise von den Geschäftszielen getrieben und besteht darin, die unternehmerischen Möglichkeiten auf Markt- und Technologieseite zu erkennen, die das Unternehmen verfolgen möchte. Das Identifizieren einer Marktchance kann *reaktiv* erfolgen, wenn Wettbewerber die eigene Marktposition bedrohen, oder *aktiv* initiiert werden, um als Erster ein neuartiges Angebot auf den Markt zu bringen.

Analyse von Marktchancen (Opportunity Analysis)

Die Analyse dient der Beurteilung, ob eine Marktchance weiterverfolgt werden soll. Um Chancen hinsichtlich Marktpotenzial und technologischer Machbarkeit zu beurteilen, müssen zusätzliche Informationen in Form von Studien oder technischen Versuchen beschafft werden.

Ideengenerierung (Idea Genesis)

Die Ideengenerierung ist ein evolutionärer Prozess. Eine Idee kann viele Iterationen und Anpassungen durchlaufen, während sie geprüft, untersucht, diskutiert und entwickelt wird. Sowohl der direkte Kontakt mit Kunden und Anwendern sowie Verbindungen mit anderen funktionsübergreifenden Teams als auch die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen oder Institutionen fördern oftmals diese Aktivität. Die Ideengenerierung und -anreicherung kann einem formalen Prozess folgen, in dem systematisch Kreativitätstechniken eingesetzt werden. Aber eine Idee kann auch außerhalb eines formalen Prozesses aufkommen, beispielsweise stimuliert durch einen Lieferanten, der ein neues Material anbietet, oder einen Anwender, der eine besondere Anforderung hat. Die Ideengenerierung kann auch einen Trigger für das Identifizieren von Marktchancen setzen. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass die Elemente des Modells von Koen et al. oftmals keinen sequenziellen Ablauf aufweisen.

Ideenauswahl (Idea Selection)

Die Selektion spielt im FEI eine wichtige Rolle, da es in der Regel mehr als eine Idee gibt. Unter diesen die richtige auszuwählen, ist entscheidend für den künftigen Unternehmenserfolg. Im Modell von Koen et al. gibt es nicht den *einen* Prozess, um diese Auswahl vorzunehmen; die Ideenauswahl ist stattdessen als eine iterative Folge von Aktivitäten ausgelegt. Die Phasen Chancenidentifikation, -analyse und Ideengenerierung können dabei mehrmals durchlaufen werden. Koen et al. begründen dies damit, dass im FEI Informationen nur in beschränktem Umfang vorliegen, was die Anwendung formalisierter Entscheidungsprozesse erschwert. Daraus folgt, dass finanzielle Abschätzungen in dieser Phase mit hoher Unsicherheit behaftet sind. Koen et al. schlagen vor, die Ideenauswahl in dieser frühen Phase weniger streng durchzuführen, um zuzulassen, dass sich eine Idee noch weiterentwickelt.

Konzeptentwicklung (Concept/Technology Development)

Dieses Element stellt den Brückenkopf für den Übergang zum anschließenden, meilensteinbasierten Teil des Innovationsprozesses dar. Die Entscheidung, ob ein Vorhaben sich für diesen Übergang qualifiziert, erfolgt auf Basis einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Zugleich wird die Übereinstimmung des Konzepts mit den Unternehmenszielen und den Markterwartungen überprüft, eine Analyse kommerzieller und technischer Risikofaktoren durchgeführt und ein Projektplan mit Zeit- und Ressourcenplanung berücksichtigt.

Bei genauerer Betrachtung lässt sich das Modell nicht als Prozessmodell im engeren Sinn einordnen. Die fünf Elemente im FEI können in beliebiger Reihenfolge durchlaufen werden, Rücksprünge und Schleifen sind erlaubt und vorab nicht determinierbar. Schwer fassbar wird das Modell insbesondere dadurch, dass kein klares Starterereignis definiert ist. Damit kann auch keine Transformationsfunktion in einen bestimmten Endzustand angegeben werden. Fassbar ist lediglich der Übergangspunkt zum Produktentwicklungsprozess. Dieser ist nicht explizit als Meilenstein ausgeprägt, dient jedoch einer Selektion der vorab entwickelten Konzepte. Unklar bleibt, inwiefern das Modell zielgerichtet aufgebaut ist. Erst spät, am Übergang zum Produktentwicklungsprozess, erfolgt ein Abgleich mit den Unternehmenszielen. Das Modell stellt somit lediglich einen generischen Bezugsrahmen für das FEI dar, in dem Effektivität und Effizienz eine untergeordnete Bedeutung haben.

3.1.5 Weiterentwickelte Modelle

Die beschriebenen linearen und iterativen Modelle wurden adaptiert und weiterentwickelt, um spezifische Aufgaben im FEI zu unterstützen. Diese fortgeschritteneren Modelle unterscheiden sich von den bislang betrachteten in zwei Aspekten: Sie sind stärker prozessorientiert und differenzieren zwischen den Auslösern einer Innovation (Brem und Voigt 2009, S. 354). Die Differenzierung berücksichtigt, ob eine Innovation durch ein Bedürfnis am Markt ausgelöst wird („market pull“) oder ob es sich um eine technologiegetriebene Innovation handelt, für die ein Anwendungsfeld am Markt gesucht wird („technology push“). Im Weiteren werden stellvertretend für diese beiden Aspekte die Modelle von Boeddrich (2004) und Sandmeier et al. (2004) betrachtet und beschrieben. Dabei stehen die Unterschiede zu den vorgängig betrachteten Modellen im Mittelpunkt und sie werden anhand der gewählten Typologie analysiert.

Das Modell von Boeddrich

Das Modell von Boeddrich folgt einer stärkeren Prozessorientierung. Der Fokus liegt auf der Generierung und Weiterentwicklung von Ideen. Ziel ist, eine durchgängige „Ideenpipeline“ (Boeddrich 2004, S. 274) im FEI zu implementieren, die am Übergang zum Entwicklungsprozess in einen Selektionsmeilenstein mündet. Boeddrich schlägt für ein prozessorientiertes

Vorgehen im FEI die drei Phasen Ideenmanagement, Konzeptfindung und Vorentwicklung vor. Er differenziert dabei zwischen den sequenziellen Prozessschritten einerseits und dafür erforderlichen organisatorischen Voraussetzungen andererseits (Brem und Voigt 2009, S. 354). Boeddrich leitet aus einer von ihm durchgeführten Vergleichsstudie und ergänzenden empirischen Untersuchungen ab, dass Ideen bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt mit den strategischen Zielsetzungen des Unternehmens abgeglichen werden müssen, um den Innovationsprozess erfolgreich abschließen zu können (Boeddrich 2004, S. 275). Strategische Leitlinien sollen die Zielrichtung für die Ideenfindung vorgeben (vgl. Abbildung 15). Damit wird in diesem Modell die Voraussetzung für Prozesseffektivität geschaffen.

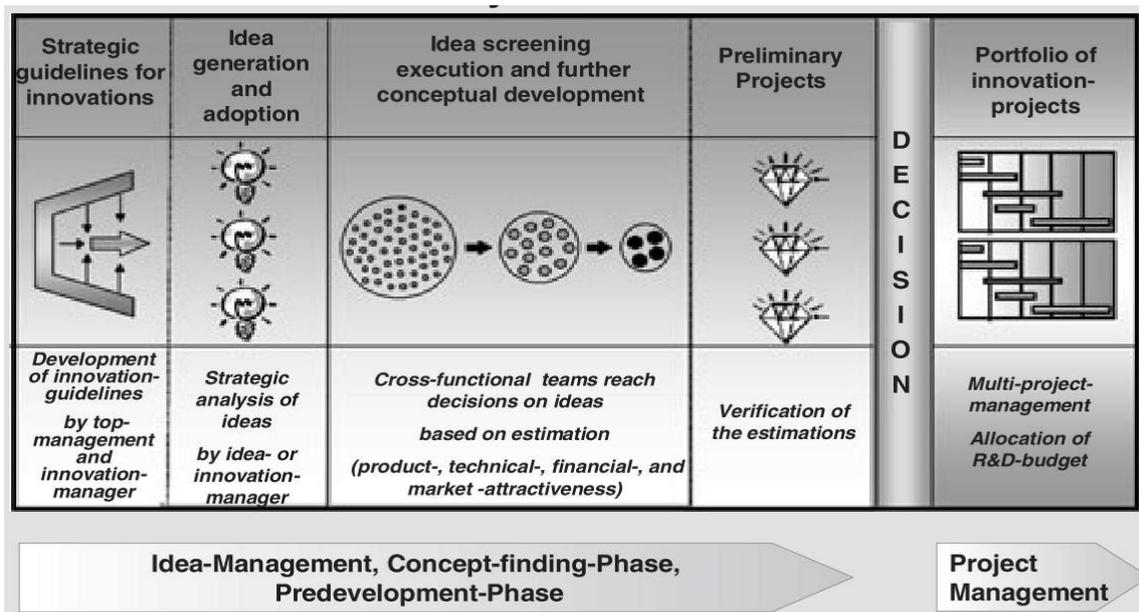


Abbildung 15: Prozessmodell von Boeddrich für das FEI (Boeddrich 2004, S. 276)

Für den weiteren Prozessverlauf sieht Boeddrich ein systematisches, sequenzielles Vorgehen vor. Nach einer breit angelegten Ideensammlung werden die Ergebnisse verdichtet und gruppiert. Die weitere Ideenselektion erfolgt funktionsübergreifend anhand vordefinierter Kriterien. Mit diesem klar strukturierten Vorgehensschema will Boeddrich die Voraussetzung dafür schaffen, einen Lernprozess im Unternehmen zu etablieren, der es ermöglicht, Prozessschritte zu verbessern (Boeddrich 2004, S. 276). Aufgrund dieser Ausrichtung wird durch das Modell die Prozesseffizienz im FEI positiv beeinflusst.

In seiner grundsätzlichen Ausrichtung wird das Modell den beiden Kriterien Effektivität und Effizienz im Innovationsprozess gleichermaßen gerecht. Aufgrund seiner abstrakten Beschreibung bedarf es jedoch einer weiteren Konkretisierung, um in der Praxis einsetzbar zu sein.

Das Modell von Sandmeier

Auch Sandmeier et al. (2004) beschäftigen sich mit einer weitergehenden Strukturierung des FEI, dessen Anteil an der gesamten Neuproduktentwicklung bis zu zwei Dritteln beträgt. Ziel ist eine Leistungsverbesserung in dieser frühen Phase (Sandmeier et al. 2004, S. 1). Ausgangspunkt ist die Feststellung, dass sich Unternehmen bislang auf ein sequenzielles Vorgehen im Innovationsprozess fokussiert haben. Da aber Kundenanforderungen weder vollständig beschrieben noch stabil sind, führt solch ein sequenzielles Vorgehen dazu, dass die Entwicklung oftmals bereits zu einem Zeitpunkt startet, an dem die Produkthanforderungen noch nicht fixiert sind und auch die technische Machbarkeit noch nicht überprüft wurde. In dem Modell von Sandmeier et al. werden Prototypen von wesentlichen Produktkomponenten eingesetzt, die von Kunden beurteilt und getestet werden können. Dies soll Kunden dabei stimulieren, ihre Anforderungen an ein Produkt explizit zu formulieren. Kern des Modells (vgl. Abbildung 16) sind damit iterative Lernschleifen zwischen den verschiedenen, am Innovationsprozess beteiligten Interessengruppen.

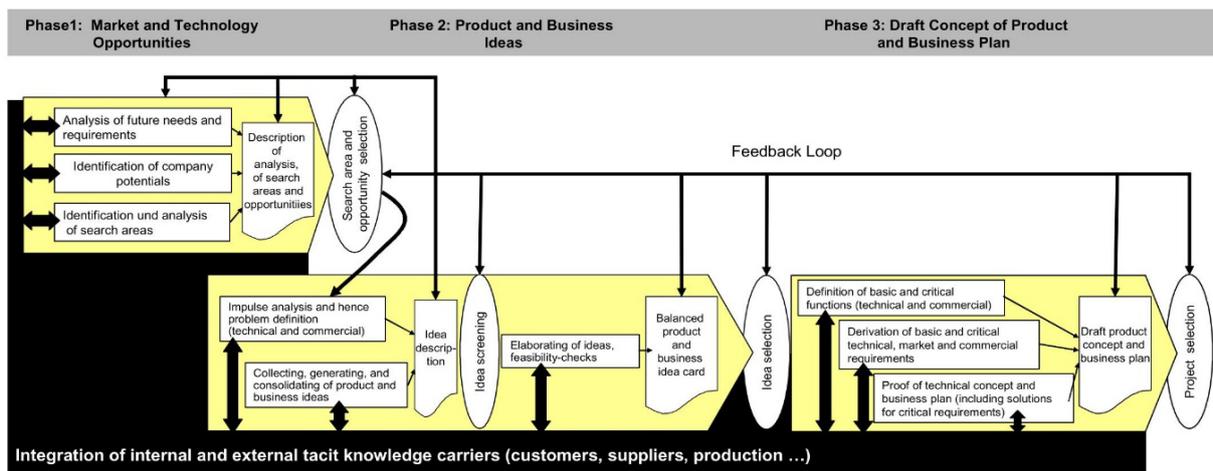


Abbildung 16: Integriertes Front-End Prozessmodell (Sandmeier et al. 2004, S. 6)

Das Modell unterteilt das FEI in drei sich teilweise überlappende Phasen. An deren Ende schließt sich jeweils ein Meilenstein an, bei dem diejenigen Ideen und Ansätze herauszufiltern sind, die im Anschluss weiter vertieft werden. Externe Wissensträger werden über den gesamten Prozess hinweg einbezogen und aufgrund der erhaltenen Rückmeldungen sind Rückkopplungsschleifen zu vorangegangenen Prozessschritten möglich.

Charakteristisch für das Modell ist die detaillierte Darstellung der ersten Phase, in der Markt- und Technologiechancen identifiziert und analysiert werden. Diese werden als Suchfelder bezeichnet, die gefiltert und zur Vorgabe einer strategischen Stoßrichtung an die nachfolgende Phase der Ideengenerierung weitergereicht werden. Ein gewähltes Suchfeld kann aufgrund der Rückkopplungsschleifen inhaltlich geändert und angepasst oder auch vollständig durch

ein anderes ersetzt werden. Auch am Übergang zum Entwicklungsprozess besteht noch die Möglichkeit, Suchfelder zu verändern.

Dieses Modell verfolgt einen zielgerichteten, ganzheitlichen Ansatz, bei dem von Beginn an über Suchfelder ein Abgleich mit der Unternehmensstrategie erfolgt. So wird über den gesamten Prozess hinweg ein effektives Vorgehen gewährleistet. Parallel dazu ermöglicht es die fallbezogene Einbindung von Fachexperten, um aufkommende Fragen frühzeitig zu klären. Dies wirkt sich positiv auf die Prozesseffizienz aus. Das gilt ebenso für die im Prozess vorgesehenen Rückkopplungen. Diese können bei Bedarf angewendet werden und sind nicht der Regelfall. Für die Anwendung des Modells in der Praxis bedarf es jedoch einer umfassenden Detaillierung der abstrakt beschriebenen Prozessschritte.

3.1.6 Vergleichende Betrachtung der Vorgehensmodelle

Aus der zu Beginn geschilderten Problemlage wurden fünf Merkmale zur Strukturierung der betrachteten Vorgehensmodelle abgeleitet, die nun für deren Vergleich herangezogen werden. Allen Modellen gemeinsam ist, dass sie aus Perspektive der Wirtschaftsinformatik (vgl. Schwickert und Fischer 1996) informale Prozesse darstellen. In ihrer Beschreibung fehlen konkrete Anweisungen in Form von Geschäftsregeln, die den Prozessverlauf bestimmen. Dies erschwert deren Einsatz in der unternehmerischen Praxis. Die kritisierte Informalität ist der Unsicherheit im FEI geschuldet, die durch ein Fehlen von Informationen hervorgerufen wird (vgl. Kap. 2.2.1).

Bei den sequenziellen Modellen zeigt sich, dass diese nur auf Ebene der Phasen einen sequenziellen Ablauf aufweisen. Cooper flexibilisiert seine Meilensteinkriterien und bei Khurana und Rosenthal wird erst am Ende des FEI über die Fortführung von Aktivitäten in Form von Entwicklungsprojekten entschieden. Damit werden Überlappungen und Rücksprünge erlaubt, die im Widerspruch zum sequenziellen Charakter der Modelle stehen.

Nur Cooper führt bei der Weiterentwicklung seines ursprünglichen Modells Prozessvarianten ein, die sich an der unterschiedlichen Komplexität von Innovationsprojekten orientieren. Diese Differenzierung erleichtert es KMU, eine der Prozessvarianten einzuführen und an die im Unternehmen verfügbaren Ressourcen anzupassen. Tabelle 3 fasst den Vergleich der beschriebenen Prozessmodelle zusammen.

Tabelle 3: Vergleich der beschriebenen Prozessmodelle

Vergleichskriterium	Meilensteinmodell von Cooper (1991)	Meilensteinmodell von Cooper (2008)	Prozessmodell von Khurana und Rosenthal (1998)	New Concept Development Modell von Koen (2002)	Prozessmodell von Boeddrich (2004)	Integriertes Front-End-Prozessmodell von Sandmeier (2004)
Zeitliche Anordnung	Phasen: sequenziell Aktivitäten: parallel	Phasen: überlappend Aktivitäten: parallel	Phasen: sequenziell Aktivitäten: parallel	Anordnung flexibel	Phasen: sequenziell Aktivitäten: parallel	Phasen: überlappend Aktivitäten: parallel
Bestimmtheit	determiniert	determiniert: vordefinierte Varianten	variabel: generisch-abstrakt	variabel: Rücksprünge	determiniert, ausgerichtet auf Unternehmensstrategie	variabel: Rücksprünge
Ausführungshäufigkeit	fallbezogen	fallbezogen	Vorphase "Null": fortlaufend; Phasen "Null" und "Eins": fallbezogen	fallbezogen	fallbezogen	Phase 1: fortlaufend Phasen 2 und 3: fallbezogen
Reichweite	unternehmensintern, multidisziplinär	unternehmensübergreifend, multidisziplinär	unternehmensintern, multidisziplinär	unternehmensintern, multidisziplinär	unternehmensintern, multidisziplinär	unternehmensübergreifend, multidisziplinär
Formalität	informal	informal	informal	informal	informal	informal

Kritische Würdigung der vorhandenen Modelle

Bislang stützen sich Unternehmen zur Steuerung der Aktivitäten im FEI auf sequenzielle Vorgehensmodelle, angelehnt an das ursprüngliche Modell von Cooper und Kleinschmidt (1991), die ihnen aus den späteren, durch Projektmanagementaktivitäten geprägten Phasen des Innovationsprozesses vertraut sind (Sandmeier et al. 2004, S. 2). Das FEI ist jedoch von unvollständigen Informationen und demzufolge hoher Unsicherheit geprägt, es sind wiederholt Rückkopplungen erforderlich, um die vorhandene Informationsbasis zu ergänzen und zu aktualisieren. Wird ein sequenzielles Vorgehen gewählt, liegen vor dem offiziellen Start der Produktentwicklung noch keine konkreten Produkthanforderungen vor und die technische Machbarkeit wurde noch nicht bestätigt. Dieser Schwäche will der theoretische Ansatz von Koen et al. (2002), der iterative Vorgehensweisen beschreibt, begegnen. In der Praxis lässt er sich allerdings aufgrund seines hohen Abstraktionsgrades nur schwer einsetzen.

Die Modelle von Khurana und Rosenthal (1998), Boeddrich (2004) und Sandmeier et al. (2004) sehen explizit einen Abgleich der Aktivitäten im FEI mit den strategischen Zielsetzungen des Unternehmens vor. Das ist eine wesentliche Voraussetzung, um zielgerichtet Innovationsvorhaben zu initiieren. Doch bleiben auch diese Modelle in ihrer Beschreibung abstrakt, wie der Abgleich mit der Unternehmensstrategie durchgeführt werden soll. Bei den anderen Modellen wird dieser Aspekt erst gar nicht berücksichtigt. Somit werden die betrachteten Modelle der aus der Praxis gestellten Anforderung hinsichtlich eines effektiven Vorgehens nicht gerecht.

Eine weitere wesentliche Schwäche aller betrachteten Modelle, die Rückkopplungsmechanismen institutionalisiert haben, besteht darin, dass diese nur schrittweise das Informationsdefizit im FEI reduzieren und unzureichend auf Effizienz ausgerichtet sind (vgl. Kim und Wilemon 2002, S. 271). Dies führt zu längeren Durchlaufzeiten im Innovationsprozess und stellt angesichts kürzer werdender Innovationszyklen (Sandmeier et al. 2004, S. 1) in der Praxis einen immer bedeutenderen Wettbewerbsnachteil dar.

Aus Effizienzbetrachtungen wäre im FEI ein gegenläufiges Vorgehen zielführend. Da das FEI durch ein Informationsdefizit charakterisiert ist, stehen Unternehmen vor der Aufgabe, aus einer unübersichtlichen Vielzahl extern verfügbarer Informationen die für Ihre Fragestellungen relevanten herauszufiltern und so aufzubereiten, dass sie den Unsicherheitsgrad reduzieren (vgl. Reid und de Brentani 2004, S. 173). Dabei kann das hohe Informationsvolumen adäquat nur mit einer IT-gestützten Filterfunktion aufbereitet werden (Kim und Wilemon 2002, S. 274).

3.2 Methoden für das Front End of Innovation (FEI)

Im vorhergehenden Kapitel wurde herausgearbeitet, dass bestehende Prozessmodelle Defizite in der Strategieausrichtung aufweisen. Dies wirkt sich insbesondere auf die beiden ersten Phasen des FEI, „Marktchancen Identifizieren“ und „Marktchancen Analysieren“, aus. Dort werden durch Abgleich der Markt- und Technologieperspektive die Themenfelder für Innovationsvorhaben identifiziert und ausgewählt, die anschließend weiter ausgearbeitet werden. Hauptinhalte dieser Phasen sind der Abgleich von Marktanforderungen, technologischen Möglichkeiten und im Unternehmen vorhandenen Kompetenzen und die Entscheidung, welche Marktchance weiterverfolgt werden soll (Koen et al. 2002, S. 16–19); (Cooper 1996, S. 470).

Prozessmodelle beschreiben die chronologisch-sachlogische Abfolge von Aktivitäten und geben einen Vorgehensrahmen vor. Methoden lassen sich in diesen Vorgehensrahmen einordnen und definieren strukturierte Verfahren zur Erreichung eines Zieles. Daraus lässt sich schließen, dass Methoden Vorgehensweisen im FEI konkreter beschreiben können als Prozessmodelle. Folglich könnten Methoden in der Lage sein, substantielle Anleitungen zu geben, wie Aktivitäten im FEI effizient ausgeführt werden können, und darüber die auf Ebene der Prozessmodelle vorhandenen Defizite teilweise kompensieren.

Um dies zu überprüfen, werden Methoden für das FEI unter der Hypothese betrachtet, dass diese Methoden die Analyse und Evaluation einer Marktchance entweder nicht hinreichend unterstützen oder für ihren Einsatz Informationen voraussetzen, die zu diesem Zeitpunkt nicht in dem benötigten Umfang und der erforderlichen Detaillierung verfügbar sind. Diese Hypothese stützt sich auf die Erkenntnisse aus Kapitel 2.1.2, die belegen, dass die betrachteten Unternehmen gegenüber Innovationen ein reaktives oder unentschlossenes Verhalten zeigen. Die Betrachtung der Methoden erfolgt hierbei aus der Perspektive der Informationsverarbeitung, da im FEI die Informationssammlung und -verarbeitung im Mittelpunkt steht (de Oliveira et al. 2014, S. 162). Diese Sichtweise fordert, dass Unternehmen sich proaktiv mit den Informationen befassen, die sie für die Steuerung ihrer Prozesse benötigen, und nicht nur auf Phasen und Aktivitäten fokussieren (Moenaert et al. 1995).

Im Weiteren wird das Ziel verfolgt, die formulierte Hypothese zu verifizieren. Die Auswahl der Methoden orientiert sich an der systematischen Aufarbeitung bisheriger Forschungsergebnisse zum FEI durch Eling und Herstatt (2017). Diese haben dafür 85 Studien untersucht, die in der Zeitschrift „Journal of Product Innovation Management“ (JPIM) seit der Erstausgabe im Jahr 1984 zum FEI publiziert wurden. Gemäß der bibliometrischen Analyse von Mendes und Oliveira handelt es sich bei dieser Zeitschrift, gemessen an der Zahl der Publikationen zum Bereich des FEI, um die bedeutendste zu diesem Thema (Mendes und Oliveira, S. 650). Die aus diesem Vorgehen resultierende Methodenbasis wurde mittels Durchsicht der 20 meistzitierten Zeitschriftenartikel zum FEI (vgl. Mendes und Oliveira, S. 653) verbreitert und ergänzt.

Für die detaillierte Betrachtung der Methoden wird auf die von Eling und Herstatt (2017) aufgestellte Typologie zurückgegriffen, die die Methoden hinsichtlich ihres Anwendungsbereichs innerhalb des FEI differenziert. Mit dem Ziel einer Fokussierung der vorliegenden Arbeit auf die Kernaktivitäten des FEI wird nachfolgend die Methodenunterstützung für die beiden Aktivitätsgruppen „Identifizierung und Analyse von Marktchancen“ sowie „Entscheidungsfindung“ innerhalb des FEI betrachtet, da das Identifizieren und Auswählen geeigneter Marktchancen im FEI über den späteren Markterfolg entscheidet.

3.2.1 Methoden zur Identifizierung und Analyse von Marktchancen

Value Proposition Process

Ausgangspunkt für diesen Ansatz ist die Vorstellung, dass das Umfeld für Innovationen dynamisch geprägt ist. Wettbewerbsumfeld und Kundenbedürfnisse ändern sich fortlaufend, technologische Änderungen werden in immer kürzeren Abständen verfügbar und die Lebensdauer eines Produktes kann kürzer sein als die erforderliche Entwicklungszeit (Hughes und Chafin 1996, S. 89). Daraus resultiert das Verständnis, dass der Innovationsprozess in einen kontinuierlichen, iterativen Lernprozess transformiert werden muss, der darauf abzielt, Marktchancen so auszuwählen, dass sie sowohl für Kunden als auch das Unternehmen einen Mehrwert generieren. Der von Hughes und Chafin (1996) entwickelte „Value Proposition Process“ hat zum Ziel, den Mehrwert, der durch die Realisierung einer Marktchance generiert werden kann, zu erfassen. Diese Methode richtet sich an ein Projektteam und gliedert sich zur Erfassung des Mehrwertes in vier Phasen, die iterativ durchlaufen werden. Jede dieser Phasen ist darauf angelegt, eine zentrale Frage für ein Unternehmen zu beantworten (vgl. Hughes und Chafin 1996, S. 91–92):

- Wert am Markt generieren – Besteht auf Kundenseite ein Bedürfnis?
- Wert für das Unternehmen generieren – Besteht auf unserer Seite ein Interesse?

- Eine überlegene Lösung anbieten – Können wir besser als der Wettbewerb sein?
- Machbarkeit sicherstellen – Können wir das Vorhaben mit unseren Fähigkeiten und Ressourcen durchführen?

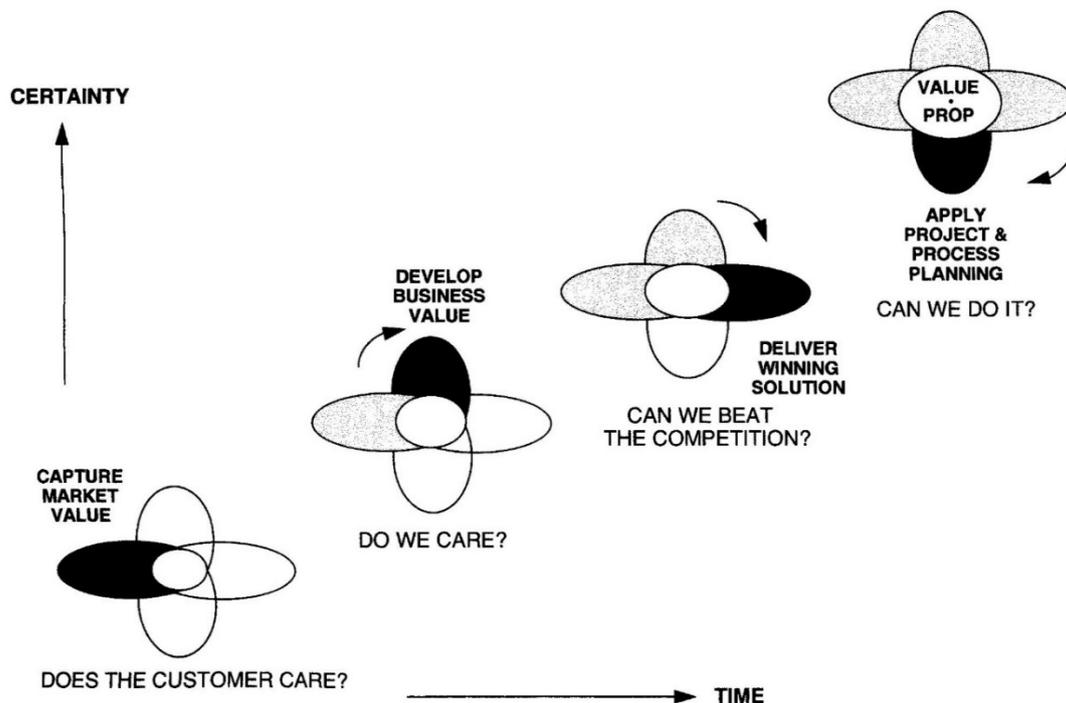


Abbildung 17: Value Proposition Cycle (Hughes und Chafin 1996, S. 93)

Die Inhalte der vier Phasen stellen dabei die Komponenten des Mehrwerts dar. Im Zeitverlauf (horizontale Achse) sollte das Projektteam sein Wissen über eine Marktchance erweitern. Durch diesen Wissensaufbau gewinnt es an Klarheit über das Vorhaben (vertikale Achse) und kann entscheiden, ob es Aussicht auf Erfolg hat. Um diesen Ablauf zu ermöglichen, wird in jeder Phase die Beschreibung des Mehrwerts ergänzt und konkretisiert. In Abbildung 17 zeigt sich das dadurch, dass die überlappende Fläche der vier Ellipsen im Zeitverlauf an Größe zunimmt. Wenn das Projektteam während seiner Arbeit realisiert, dass der angestrebte Mehrwert nicht das erforderliche Niveau (vgl. Hughes und Chafin 1996, S. 92–94) erreicht und keine Möglichkeit besteht, die Einschränkungen in der verfügbaren Zeit zu beseitigen, dann wird das Vorhaben fallengelassen oder zumindest für eine bestimmte Zeit ausgesetzt.

Parallel zu diesem Durchlauf wird eine weitere Methode angewendet, das sogenannte „Value Proposition Readiness Assessment“ (VPRA). Auf diese Methode wird in jeder der vier Phasen zurückgegriffen. Dabei wird überprüft, wie gut die für jede Phase individuell festgelegten Erfolgsfaktoren erreicht wurden. Die Anzahl der verwendeten Faktoren hängt ab vom Neuigkeitsgrad des Vorhabens, dem Risikocharakter sowie der Zahl an Vorhaben, die zur Evaluation anstehen. Eine Übersicht über die eingesetzten Erfolgsfaktoren, gruppiert nach den vier Komponenten für die Erfassung des Mehrwerts, zeigt Tabelle 4.

Tabelle 4: Gruppierung der Erfolgsfaktoren (vgl. Hughes und Chafin 1996, S. 95)

Perspektive: Marktwert
Verständnis der Kundenbedürfnisse
Wettbewerbssituation
Äußere Einflussfaktoren wie wirtschaftliche Lage, gesetzliche Bestimmungen, Demografie, ...
Perspektive: Unternehmenswert
Wirtschaftlichkeit
Strategische Ausrichtung
Unterstützung durch die Organisationstruktur
Perspektive: Überlegenheit der Lösung
Positionierung der Lösung: Vorteile
Positionierung der Lösung: adressierte Marktsegmente
Lösungsumsetzung
Perspektive: Machbarkeit
Risikoeinschätzung und mögliche Zielkonflikte
Im Unternehmen vorhandene Kompetenzen
Unterstützung durch die Unternehmenskultur

Der Schwellenwert für jeden Faktor wird individuell für ein Unternehmen festgelegt und hängt ab von der Erfahrung eines Unternehmens, den Kosten einer gescheiterten Markteinführung respektive den Kosten für die vergebene Chance zu einer Markteinführung sowie den Vorgaben für das Projektteam seitens der Unternehmensleitung.

Um anhand der Erfolgsfaktoren Entscheidungen abzuleiten, können im Rahmen der VPRA diese Bewertungsmodelle eingesetzt werden (vgl. Hughes und Chafin 1996, S. 92–94):

- Beim **konjunkten** Modell ist die Entscheidung, dass ein Vorhaben weiterkommt, an die Voraussetzung geknüpft, dass bei der Bewertung der Schwellenwert für jeden einzelnen Erfolgsfaktor erreicht wird.
- Das **disjunkte** Modell zieht für die Entscheidungsfindung nur eine Auswahl an Erfolgsfaktoren heran. Eingesetzt wird es, um den Zeitaufwand zu reduzieren, beispielsweise dann, wenn sehr viele Vorhaben miteinander verglichen werden.
- Das **lexikografische** Modell folgt für die Bewertung einem sequenziellen Vorgehen. Für den Start werden hierfür die ausgewählten Erfolgsfaktoren priorisiert und es wird eine Rangliste erstellt. Anschließend wird diese Rangliste in absteigender Folge abgearbeitet. Dabei wird jeweils ein Erfolgsfaktor herausgegriffen und jedes Vorhaben anhand dieses Erfolgsfaktors bewertet.

Anders als bei den beiden vorher genannten Modellen werden hier Vorhaben hinsichtlich jedes einzelnen Erfolgsfaktors untereinander verglichen und nicht aggregiert über die Bewertung aller Faktoren zusammen.

- Das **linear-kompensatorische** Modell geht noch einen Schritt weiter und setzt für die Bewertung neben den Erfolgsfaktoren zusätzlich noch Gewichtungsfaktoren ein. Das Endergebnis eines Vorhabens resultiert dann aus der Summe der gewichteten Bewertungen für jeden Faktor.

Baker und Albaum (1986) haben die Anwendung dieser verschiedenen Modelle untersucht und festgestellt, dass sie im Praxiseinsatz zu unterschiedlich gut zutreffenden Bewertungen führen. Aus ihrer Sicht ist das konjunkte Modell am besten für die Bewertung von Vorhaben im FEI geeignet (Hughes und Chafin 1996, S. 94).

Für die Bewertung der Erfolgsfaktoren²⁴ setzen Hughes und Chafin (1996) in Fallstudien insgesamt drei Skalen ein. Eine Skala (Evaluation) erfasst die eigentliche Bewertung, eine weitere (Weight) die Gewichtung des zugehörigen Bewertungskriteriums und eine dritte (Certainty) drückt aus, wie sicher sich die bewertenden Personen in ihrer Aussage sind. Die Ergebnisdarstellung erfolgt gesamthaft über das Bewerter-Team hinweg (vgl. Abbildung 18).

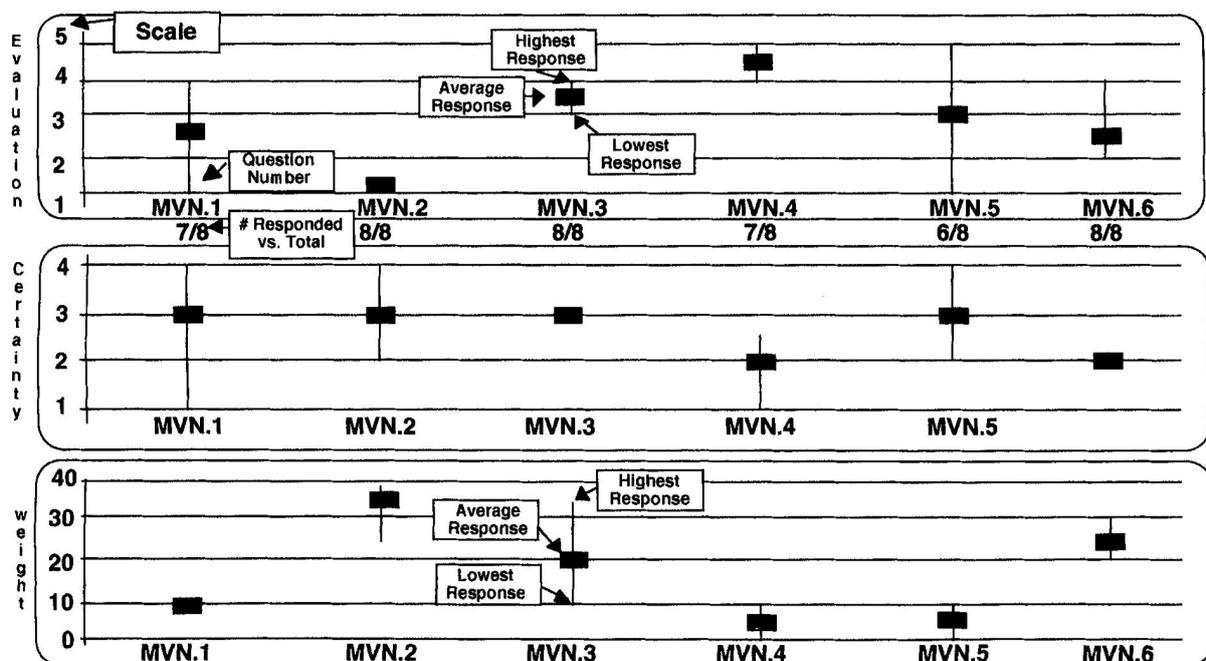


Abbildung 18: Exemplarische Darstellung der Ergebnisse aus einer Team-Bewertung
(Hughes und Chafin 1996, S. 97)

Mit der obersten Skala erfassen Hughes und Chafin für jeden Erfolgsfaktor die Einschätzung der antwortenden Person zu dessen Ausprägung. Da auch die Streuung der Antworten doku-

²⁴ „MVN“ steht bei Hughes und Chafin (1996) als Kurzform für den Erfolgsfaktor „Market Value – Understanding User Needs“. Die dem Erfolgsfaktor „MVN“ zugeordneten Bewertungsfragen werden als „MVN.x“ dargestellt.

mentiert wird, kann über mehrere durchgeführte Bewertungsrunden im Projektteam ein Konsens bei der Bewertung erzielt werden. Die mittlere Skala erfasst, wie sicher sich die bewertende Person in ihrer Antwort ist. Auch dies unterstützt die Konsensbildung, da sie aufzeigt, in welchen Bereichen noch ein Wissensdefizit besteht. In Verbindung mit der Priorisierung der Bewertungsfaktoren in der dritten Skala können so die Bereiche identifiziert werden, in denen das Schließen der Wissenslücken vorrangig angegangen werden soll.

Hughes und Chafin haben ihre Methode mit dem Ziel entwickelt, ein Projektteam zu einer konsensbasierten Einschätzung einer Marktchance zu führen (Hughes und Chafin 1996, S. 103). Um dieses Ziel zu erreichen, fordert die Methode regelmäßig den Abgleich der individuellen Einschätzungen der Teammitglieder ein; so soll die Kommunikation im Projektteam stimuliert werden. Dabei konzentriert sich die Kommunikation auf die Fragestellung, wie ein Vorhaben erfolgreich weiterentwickelt werden kann („Can we do it right?“) (Hughes und Chafin 1996, S. 103). Eine klare Antwort auf die zentrale Frage, die vorgängig beantwortet werden sollte, nämlich ob es sich um das „richtige“ Vorhaben im Sinne der Ausrichtung auf die Unternehmensstrategie handelt („Is it the right thing to do?“), kann die Methode nicht liefern. Zwar ist die Ausrichtung auf die Unternehmensstrategie einer der für die Bewertung vorgesehenen Erfolgsfaktoren, doch ist dessen Einsatz nicht verbindlich. Im Anwendungsfall wird mittels Konsensbildung der Teammitglieder entschieden, ob eine Ausrichtung auf die Unternehmensstrategie gegeben ist. Dabei bringt jedes Teammitglied seine subjektive Einschätzung ein, die abhängig vom individuellen Wissensstand ist. Es wird jedoch nicht geprüft, ob dieser Wissensstand ausreicht, um eine qualifizierte Einschätzung abzugeben. Ebenfalls ist im Rahmen der Methode nicht vorgesehen, ergänzende Informationen einzuholen. Ein wesentlicher Kritikpunkt an der Methode ist daher, dass sie nicht gewährleistet, dass die für die Beurteilung erforderlichen Informationen auch vorhanden sind.

Abgleich von Marktchancen und Technologien

Branchen, die Hochtechnologieprodukte herstellen oder in ihren internen Prozessen stark technologieabhängig sind, wie es auch im Technischem Handel der Fall ist (vgl. Kapitel 2.1.2), stehen im Mittelpunkt des methodischen Ansatzes von Bond und Houston (2003). Dieser Ansatz konzentriert sich auf eine Kernfrage im FEI, nämlich welchen Innovationsprojekten wie viele Ressourcen zugeordnet werden sollen. Das Treffen der zugehörigen Entscheidungen gestaltet sich schwierig, weil sowohl Markt- als auch Technologieentwicklungen große Unsicherheiten aufweisen. Basierend auf einer Literaturanalyse entwickeln Bond und Houston einen konzeptionellen Rahmen, der Entscheidern Orientierung bietet, um verfügbare Technologien und Marktchancen zusammenzuführen. Dieser Rahmen soll Entscheider dabei unterstützen, aus dem Abgleich von Technologien und Marktchancen resultierende Diskrepanzen

zu identifizieren, zu verstehen und zu beseitigen. Dazu differenzieren Bond und Houston bei den Abweichungsgründen Technologie- und Marktbarrieren, Strategie- und Strukturbarrieren sowie Sozial- und Kulturbarrieren (Bond und Houston 2003, S. 124).

- **Technologie- und Marktbarrieren** sind auf die Frage ausgerichtet, ob eine Technologie dafür eingesetzt werden kann, ein Kundenbedürfnis so zu befriedigen, dass dabei für das Unternehmen ein Gewinn generiert wird.
- **Strategie- und Strukturbarrieren** betrachten die technologischen Fähigkeiten, die technologischen Strategien und die unterstützenden organisatorischen Strukturen eines Unternehmens. Diese stellen potenzielle Hindernisse dar, wenn eine Technologie erfolgreich dazu eingesetzt werden soll, ein Kundenbedürfnis zu befriedigen.
- **Sozial- und Kulturbarrieren** referenzieren auf die Bedeutung, die unterschiedliche Bezugssysteme, Werte und Ziele haben, wenn Technologien und Marktchancen zusammengeführt werden sollen.

Auf diesen drei Strukturelementen bauen Bond und Houston (2003) ihren konzeptionellen Rahmen auf (vgl. Abbildung 19).

Barrier	Challenge to Firm	Approaches to Addressing Challenges
Technology and Market Barriers		
Technology-Market Linkage	Can the technology be applied to a customer solution in a way that creates value?	Empathic Design [49] Market Visioning [55] Low-Cost Probes [6]
Technology Availability	Does the technology that we desire exist?	Creating capabilities through acquisition [8]
Technology-Market Capabilities of Competitors	How do our marketing and technology capabilities compare to those of our competitors?	Assessing competitors' technology strategies [41]
Business Model-Market Feasibility	Can we profitably commercialize this technology? Will customers be willing to pay a fair price?	Time profit (constant innovation) Profit multiplier model (applying a platform across applications) [69]
Strategy and Structure Barriers		
Competition for Limited Resources	In which technology projects should we invest? How do we insure adequate resource allocations for the exploration of new technologies?	Options pricing approach [57] Discounted cash flow models [82] Isolated incubation [5]
Technology Capabilities of the Firm	Do we have the ability to develop the desired technology?	Percentage of revenue from new products
Impact of New Technology on Technology Portfolio Goals	How should we allocate technology resources to best position the firm for present cash flows and future growth?	Number of patents R&D intensity Technology portfolios [7]
Connection of New Technology to Market Unit Strategies	How well does the new technology fit with our market units' current strategies? How willing are our market units to adjust their strategies in light of technology advances?	Overcoming institutionalization [15] Cross-functional communication [20]
Competition for Control of Market Charter	Which business unit will use the technology in which markets? Which unit(s) will lead us into new market spaces that are created by technological innovations?	Strategy maps [27,37]
Social and Cultural Barriers		
Interpretive and Communication Barriers between Functional Units	How can functional specialists with highly divergent perspectives and conflicting compensation metrics collaborate effectively?	Responsibility charting Quality Function Deployment
Language and Cultural Barriers within the Technology Workforce	How can personnel with highly divergent cultural values and native languages collaborate effectively?	Training programs to assist workers in bridging cultural gaps [34]

*Abbildung 19: Barrieren für Innovation beim Abgleich von Technologie und Markt
(Bond und Houston 2003, S. 125)*

In der linken Spalte werden die möglichen Barrieren aufgelistet. Die mittlere Spalte beschreibt das Problem, das daraus für ein Unternehmen resultieren kann, in Form einer Frage, die zu beantworten ist. In der rechten Spalte sind Methoden aufgeführt, die eingesetzt werden können, um das beschriebene Problem zu lösen oder von Beginn an zu vermeiden.

Die in der rechten Spalte aufgeführten Methoden machen deutlich, dass es sich bei dem von Bond und Houston erarbeiteten Rahmen nicht um eine Methode im engeren Sinne handelt, sondern um eine Meta-Methode, die beim Auftreten einer der beschriebenen Barrieren auf spezifische Methoden zugreift, um diese Barriere zu beseitigen. Der Abgleich mit der Unternehmensstrategie („Connection of New Technology to Market Unit Strategies“) ist explizit Bestandteil des strategischen Rahmens. Wie dieser Abgleich jedoch erfolgen soll, wird nicht beantwortet, sondern es wird lediglich auf die abstrakten Methoden „overcoming institutionalization“ und „cross-functional communication“ verwiesen. Dieser methodische Ansatz beschränkt

sich somit auf eine generische Unterstützung des FEI, die ohne weitergehende Konkretisierung nicht für den Einsatz in KMU ohne FuE geeignet ist.

Directive Deficiencies

van Burg et al. (2012) untersuchen, wie sich Ressourcenbeschränkungen auf die Identifikation von Marktchancen auswirken. Dafür analysieren sie den Zusammenhang von Angebots- und Nachfragebeschränkungen einerseits und Angebots- und Nachfragechancen andererseits.

- **Angebotsbeschränkungen** betreffen Einschränkungen in unternehmensinternen Prozessen. Dazu zählen der Mangel an finanziellen Ressourcen, wie zu geringer Cashflow oder mangelnde Liquidität, Forderungen und (Waren-)Beständen (Bradley et al. 2011).
- **Nachfragebeschränkungen** betreffen fehlende Kundennachfrage sowie schwierige oder unzureichende Kontakte zu Kunden (Sirdeshmukh et al. 2002).
- **Angebotschancen** resultieren aus Veränderungen im Marktangebot, beispielsweise dem Rückzug von Wettbewerbern, einem wachsenden Ungleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage oder neuen Ansätzen für die Organisation von Produktionsprozessen (Eckhardt und Shane 2003).
- **Nachfragechancen** resultieren aus Nachfrageveränderungen, beispielsweise demografischen Entwicklungen, regulatorischen Anforderungen und sich verändernden Kundenpräferenzen (Christensen und Bower 1996).

Diese Chancen und Beschränkungen werden in einer Matrix zusammengeführt (vgl. Abbildung 20).

		Source of Opportunities	
		<i>Supply</i>	<i>Demand</i>
Type of Constraints	<i>Supply</i>	Related: Identifying more opportunities (H1a)	Unrelated: Identifying fewer opportunities (H1b)
	<i>Demand</i>	Unrelated: Identifying fewer opportunities (H2a)	Related: Identifying more opportunities (H2b)

Abbildung 20: Zusammenhang zwischen Begrenzungen und Chancen (van Burg et al. 2012, S. 1003)

Aus der Gegenüberstellung von Chancen und Beschränkungen leiten van Burg et al. (2012) vier Hypothesen ab. Diese werden auf Basis eines Datensatzes von 219 KMU empirisch geprüft:

- **H1a** Angebotsbeschränkungen führen dazu, dass mehr Angebotschancen identifiziert werden.
- **H1b** Angebotsbeschränkungen führen dazu, dass weniger Nachfragechancen identifiziert werden.
- **H2a** Nachfragebeschränkungen führen dazu, dass mehr Nachfragechancen identifiziert werden.
- **H2b** Nachfragebeschränkungen führen dazu, dass weniger Angebotschancen identifiziert werden.

Bei ihrer Analyse kommen Burg et al. zu folgendem Ergebnis: Wenn aufgrund einer wahrgenommenen Beschränkung die Kreativität eines Entscheiders freigesetzt wird, dann fokussiert sich diese auf das Feld, in dem die Beschränkung liegt, anstatt diese Beschränkungen zu umgehen und in einem anderem Feld nach Marktchancen zu suchen (van Burg et al. 2012, S. 1008). Auf die Praxis übertragen ergibt sich aus dem Ansatz „Directive Deficiencies“, dass Beschränkungen in KMU positive Auswirkungen haben. Die Kreativität von Entscheidern wird demzufolge beim Wahrnehmen von Beschränkungen in „positive Energie“ umgesetzt, die dazu verhilft, die Beschränkungen zu überwinden und neue Marktchancen zu identifizieren.

Mehr als diese Ermutigung stellt der Ansatz jedoch nicht bereit. Er gibt keine weitergehende Orientierung, wie sich diese neuen Marktchancen identifizieren lassen und woher die erforderlichen Informationen kommen. Aus der Perspektive der Informationsverarbeitung, unter dem die Betrachtung der Methoden erfolgt (vgl. Kapitel 3.2), leistet der Ansatz deswegen keine methodische Unterstützung für das FEI.

3.2.2 Methoden zur Entscheidungsfindung

Konnten – mithilfe der vorgestellten Methoden – Marktchancen identifiziert werden, sind daraus die für ein Unternehmen bestgeeigneten auszuwählen. Diese Selektion gehört ebenfalls zu den Kernaktivitäten des FEI (vgl. Kapitel 3.2). Daher wird im Folgenden die Methodenunterstützung der „Entscheidungsfindung“ innerhalb des FEI betrachtet.

Modell von de Brentani und Reid

Brentani und Reid legen ihrem Modell den Informationsfluss im FEI zugrunde und stellen radikale Innovationen in den Mittelpunkt. Zentral für diesen Ansatz ist die These, dass sich der Informationsfluss bei inkrementellen und radikalen Innovationen grundlegend unterscheidet (Brentani und Reid 2012, S. 71). Demnach werden inkrementelle Innovationen, die auf der Anpassung und Weiterentwicklung bestehender Produkte beruhen, als strukturierte Aufgabenstellungen verstanden. Diese werden innerhalb des Unternehmens durch die Geschäftsfüh-

rung initiiert und dann an ausgewählte Personen weitergegeben, um außerhalb des Unternehmens weitere erforderliche Informationen zu beschaffen. Bei radikalen Innovationen sind es im Gegensatz dazu Individuen, die Entwicklungen und Trends aus dem Unternehmensumfeld aufspüren, ohne explizit dazu beauftragt worden zu sein. Diese Individuen entscheiden dann, ob sie ihre Informationen mit leitenden Funktionen im Unternehmen teilen.

Um innerhalb des FEI ein Produktkonzept zu entwerfen, sind als Eingangsgrößen Informationen zu Märkten, Technologien, Wettbewerbern und den im Unternehmen vorhandenen Ressourcen erforderlich (Moenaert et al. 2000). Die Effektivität des Informationsflusses im FEI beurteilen Brentani und Reid anhand der Kriterien „Geschwindigkeit“ und „Qualität“. Eine hohe Qualität der Informationsbasis ermöglicht die Entwicklung von Produkten mit überlegenen Leistungseigenschaften. Dies führt zur Produktführerschaft, was sich wiederum positiv auf die Geschäftsergebnisse auswirkt. Über die Geschwindigkeit des Informationsflusses kann sich ein Unternehmen den Vorteil erarbeiten, als Erstanbieter auf den Markt zu kommen. Die Qualität des Informationsflusses führt so zu einem Produktvorteil, während die Geschwindigkeit des Informationsflusses einen Wettbewerbsvorteil erschließt (Brentani und Reid 2012, S. 72).

Maßgeblichen Einfluss auf die Effektivität des Informationsflusses im FEI haben drei Schnittstellen, an denen Individuen über die Weitergabe von Informationen entscheiden (vgl. Abbildung 22).

An der Außengrenze des Unternehmens fungiert der „boundary spanner“ als **erste Schnittstelle**. Diese Funktion nimmt neue Informationen respektive Veränderungen außerhalb des Unternehmens auf und entscheidet, ob ergänzende Informationen erforderlich sind, um die Bedeutung der Ausgangsinformationen zu erschließen.

Die **zweite Schnittstelle** liegt dort, wo die Information vom Unternehmensumfeld in das Unternehmen übergeht. Dafür ist der „gatekeeper“ verantwortlich. Diese Funktion beurteilt den Wert der Information für das Unternehmen und entscheidet, ob die Information an weitere Personen im Unternehmen weitergegeben wird.

Die **dritte Schnittstelle** befindet sich im Unternehmen, am Übergang zu einem oder mehreren Entwicklungsteams. Diese Funktion übernimmt der „project broker“. Er entscheidet, ob die Information dem Unternehmen mit seinen Entwicklungsvorhaben einen strategischen Vorteil bietet und gibt im positiven Fall die Information an die betreffenden Entwicklungsteams weiter. Anstatt über den „project broker“ kann der Informationsfluss alternativ auch über die Geschäftsführung laufen.

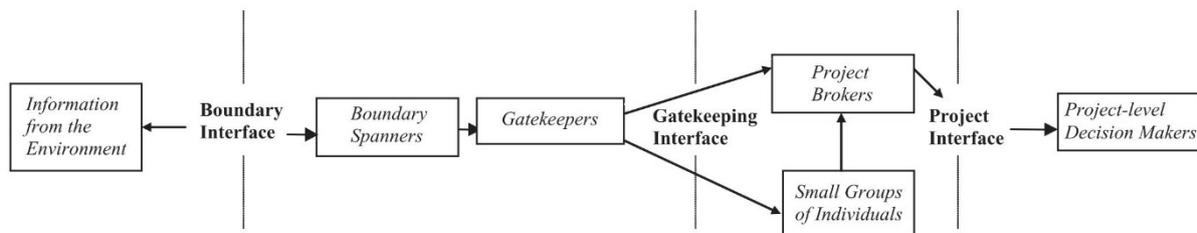


Abbildung 21: FEI-Modell für radikale Innovation mit den Funktionen: Boundary Spanner – Gatekeeper – Project Broker (Brentani und Reid 2012, S. 72)

Zentrale Bedeutung für die beiden Phasen „Marktchancen identifizieren“ und „Marktchancen analysieren“ hat der „boundary spanner“. Diese Funktion determiniert maßgeblich die Informationsbasis, anhand derer Marktchancen identifiziert und evaluiert werden. Typischerweise ist das Ergänzen der vorhandenen Informationsbasis ein iterativer Prozess. Eine entscheidende Grundlage hierfür ist die Interaktion mit Kontakten in einem unternehmensexternen Netzwerk (Brentani und Reid 2012, S. 75). Um frühzeitig Markt- und Technologieentwicklungen im Umfeld wahrzunehmen, sind dabei oft mehrere Anläufe erforderlich (Colarelli O'Connor und Rice 2001, S. 110) – über Kontakte zu Wissenschaft und Forschung, um in einem frühen Stadium Informationen zu einer neuen Technologie zu erhalten, über Fachzeitschriften und deren Redaktionen oder über Messen und Symposien, bei denen diese Technologie vorgestellt oder über Fortschritte berichtet wird. Diese Art der Konfrontation mit komplexen, aber unvollständigen Informationen, die sequenziell erfasst werden, ist mitverantwortlich für den unstrukturierten Ansatz zur Problemlösung bei radikalen Innovationen (vgl. van de Ven 1986, S. 591). Eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass ein „boundary spanner“ einen Mehrwert für das Unternehmen generieren kann, liegt darin, dass er in der Lage ist, Wissenslücken aus Sicht des Unternehmens zu schließen (Hargadon und Sutton 1997, S. 747–748). Dafür muss er neue, nicht-redundante Informationen für das Unternehmen erschließen, weil dadurch die Chancen für neuartige Ideen erhöht werden (Brentani und Reid 2012, S. 76). Einen Engpass-Faktor stellen die Personen dar, die als „boundary spanner“ fungieren. Von ihrer Fähigkeit, mit Komplexität umzugehen, wird beeinflusst, wie gut und wie schnell Informationen in ein Unternehmen integriert werden (Meyer und Utterback 1995, S. 302).

Das Modell von Brentani und Reid beschreibt einen Prozess, der zur Filterung und Auswahl von Marktchancen eingesetzt werden kann, sowie die beteiligten Funktionen. Unerwähnt bleiben jedoch die Selektions- und Entscheidungskriterien, die dabei angewendet werden. Daraus resultiert ein wesentlicher Schwachpunkt, der das Modell für den Einsatz in der Praxis ungeeignet macht.

Intuition Framework von Eling et al.

Eling et al. (2014) untersuchen in ihrer Arbeit, wann der Einsatz von Intuition bei Entscheidungen im FEI vorteilhaft ist. Auf Basis einer umfangreichen Literaturstudie zum Verständnis von Intuition leiten sie folgende Definition für den Begriff ab: „(intuition is) a seemingly unsubstantiated attitude toward a decision alternative or course of action that communicates the result of unconscious processing to the conscious mind of the decisionmaker“ (Eling et al. 2014, S. 959). Auf dieser Definition baut ein zweistufiger Prozess auf. In diesem drückt sich Intuition zunächst als eine nicht auf Fakten basierte Haltung einer Person gegenüber einer bestimmten Vorgehensweise aus. Daran schließt sich eine bewusste Entscheidung für ein konkretes Handeln an (vgl. Abbildung 22). Diese Begriffsdefinition bildet die Grundlage für das Verständnis von Intuition im Rahmen dieser Arbeit.

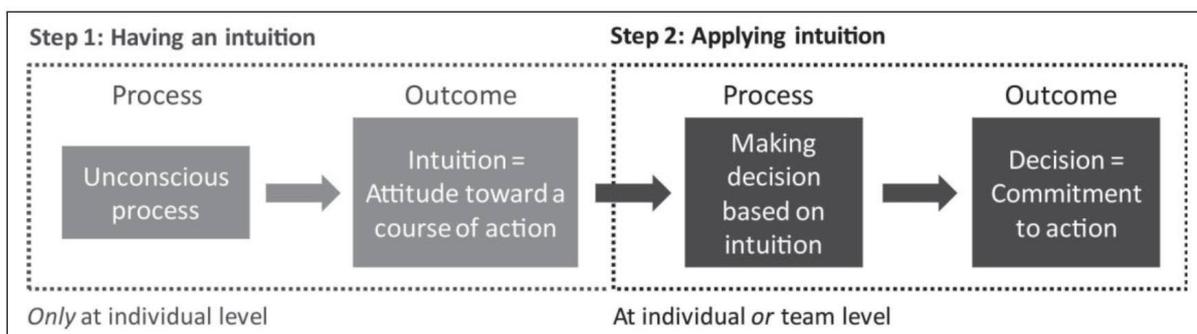


Abbildung 22: Intuition als zweistufiger Prozess (Eling et al. 2014, S. 960)

Um den Einsatz von Intuition für Entscheidungen im FEI zu betrachten, sind zunächst die relevanten Entscheidungspunkte im FEI und ihre Inhalte zu identifizieren. Die Entscheidungspunkte leiten sich aus der Kreativitätstheorie ab, in der zwischen Entstehungsphasen (Process) und Evaluationsphasen (Outcome) innerhalb jedes Schrittes im Kreativitätsprozess unterschieden wird (Eling et al. 2014, S. 958). Entstehungsphasen beziehen sich im FEI auf das Definieren einer Aufgabenstellung, das Erarbeiten von Ideen und die Entwicklung eines Konzeptes. Daran schließt sich eine Bewertung der Aufgabenstellung, der erarbeiteten Ideen oder des entwickelten Konzeptes an.

Während der Entstehungsphase sind Entscheidungen zu folgenden Fragestellungen zu treffen (Kim und Wilemon 2002; Koen et al. 2002):

- Worauf soll fokussiert werden? (Auf welche Information, welches Forschungsfeld, welche Technologie, welchen Markt, welchen Trend oder welche Merkmale eines Konzeptes?)
- Soll die Entstehungsphase mit dem aktuellen Fokus weitergeführt, der Fokus verlagert oder die Phase sogar ganz abgebrochen werden?

- Was soll im nächsten Schritt angegangen werden? (Beispielsweise das Analysieren vorhandener Informationen, das Zusammenführen von Informationen oder die Suche neuer Informationen?)

In der Evaluationsphase muss folgende Frage mit einer Entscheidung beantwortet werden (Kim und Wilemon 2002):

- Was soll mit der beschriebenen Aufgabenstellung, den generierten Ideen oder dem entwickelten Konzept gemacht werden? (Soll aufgrund der Ergebnisse ein bestehendes Projekt weitergeführt oder ein neues initiiert werden, sollen die Ergebnisse angepasst oder sogar alle Folgeaktivitäten gestoppt werden?)

Die Beantwortung dieser Fragestellungen kann sowohl auf bewussten als auch unterbewussten Abwägungen beruhen. Beiden Vorgehensweisen gemeinsam ist, dass sie Informationen zielorientiert verarbeiten und für gute Entscheidungen Zugang zu allen relevanten Informationen voraussetzen (Bos et al. 2008, S. 1114). Abgesehen von diesen beiden Gemeinsamkeiten unterscheidet sich das unterbewusste Vorgehen unter Einsatz von Intuition deutlich von einem bewussten Vorgehen. Die Vorteile des Einsatzes von Intuition für die Entscheidungsfindung im FEI lassen sich anhand von sechs Merkmalen beschreiben (vgl. Eling et al. 2014, S. 960):

- **Leistungsfähigkeit**

Ein intuitives Vorgehen verfügt gegenüber einem bewusst abwägenden Vorgehen über eine höhere Leistungsfähigkeit bei der Informationsverarbeitung. Damit lassen sich große Informationsmengen gleichzeitig in die Entscheidung einbeziehen.

- **Zugang zu implizitem Wissen**

Im Gegensatz zu einem rationalen Vorgehen vermag ein intuitives Vorgehen implizites Wissen zu verarbeiten. Solch implizites Wissen sind beispielsweise Erfahrungen aus früheren Projekten.

- **Offenheit**

Das intuitive Vorgehen ist offen, neue Informationen ohne Vorbehalte zu integrieren, während ein rationales Vorgehen zur Stereotypisierung neigt.

- **Genaue Gewichtung**

Intuition gewichtet Informationen gemäß ihrer Bedeutung für eine vorliegende Aufgabenstellung, während ein rationales Vorgehen diesen Prozess stört.

- **Assoziationen**

Intuition vermag Impulse aus der Umwelt mit gespeichertem Wissen zu neuen, aussagekräftigen Mustern oder Interpretationen zu kombinieren. Diese Fähigkeit zur Assoziierung kann von bewusster, rationaler Analyse nicht nachgeahmt werden.

- **Abgleich komplexer Muster**

Intuition erkennt komplexe Situationen, indem Impulse aus der Umwelt mit gespeicherten Mustern und Schemata abgeglichen werden. Ein rationaler Ansatz hingegen ist nicht in der Lage, solche komplexen Zusammenhänge herzustellen.

Tabelle 5 fasst die Vorteile des Einsatzes von Intuition im FEI zusammen.

Tabelle 5: Vorteile des Einsatzes von Intuition für die Entscheidungsfindung im FEI (Eling et al. 2014, S. 960)

Capabilities of Unconscious Processing		Key References	Benefits for FFE Decision-Making	
Traits	<i>High capacity</i>	The unconscious has a higher information-processing capacity than the conscious mind.	Dijksterhuis and Nordgren (2006) Evans (2008) Kihlstrom (1987)	Taking the large amounts of information and requirements relevant for FFE decision-making simultaneously into account.
	<i>Access to implicit & tacit knowledge</i>	Unconscious processing has access to implicit and tacit knowledge, which is not available to the conscious mind.	Brockmann and Anthony (1998) Evans (2008) Kihlstrom (1987)	Taking FFE relevant implicit and tacit knowledge, e.g., from previous NPD projects into account.
	<i>Openness</i>	The unconscious mind is open to evenhandedly integrate new information with already processed stored knowledge, while the conscious mind is biased and strives for stereotyping.	Bos et al. (2008) Dijksterhuis and Nordgren (2006) Glöckner and Witteman (2010)	Reconsidering decisions without bias when, e.g., market requirements, technological possibilities, regulations, or FFE outcome change.
	<i>Precise weighting</i>	The unconscious weights information and decision attributes according to their precise relevance for the decision problem at hand, while conscious analysis disturbs this process.	Bos et al. (2011) Dijksterhuis and Nordgren (2006) Glöckner and Witteman (2010) Wilson and Schooler (1991)	Taking information and requirements, such as approximate market size information or qualitative interview data, with their precise relevance and importance into account.
Processes	<i>Making new associations</i>	Unconscious processing combines stimuli from the environment with stored knowledge into new and meaningful patterns or interpretations. This associative capability cannot be mimicked by conscious, logical analysis.	Dane and Pratt (2007, 2009) Dijksterhuis and Meurs (2006) Frank et al. (2006) Gore and Sadler-Smith (2011) Sinclair (2010)	Recognizing opportunities or generating ideas by newly combining new information on, e.g., the market or technologies, with stored knowledge and patterns.
	<i>Matching complex patterns</i>	The unconscious recognizes complex decision situations by matching environmental stimuli with stored patterns and schemas, while the conscious mind is not able to make such complex relations.	Dane and Pratt (2009) Glöckner and Witteman (2010) Kahneman and Klein (2009) Sadler-Smith and Shefy (2004)	Recognizing current FFE decision situations based on (implicitly) stored patterns and schemas from previous FFE decision situations.

Neben den beschriebenen Vorteilen des Einsatzes von Intuition im FEI sind jedoch auch Einschränkungen und Nachteile zu berücksichtigen, die in Tabelle 6 zusammengefasst sind.

Tabelle 6: Nachteile des Einsatzes von Intuition für die Entscheidungsfindung im FEI (Eling et al. 2014, S. 961)

	Shortcomings of Unconscious Processing	Key References	Drawbacks for FFE Decision-Making	
Individual Decision-making	<i>Not universally applicable</i>	Unconscious processing does not follow precise rules, such as rules of logic or rules regarding the decision criteria. Applying intuition may, therefore, be inadvisable when the decision problem is organized according to such rules.	Dijksterhuis and Nordgren (2006) Dane and Pratt (2007)	The danger of having and, therefore, applying an inaccurate intuition in <i>individual</i> FFE execution decision-making may be higher for <i>incremental product development projects</i> because more of the decision problems for such projects during FFE execution may be organized according to precise rules.
	<i>No process awareness</i>	Unconscious processing requires access to the information relevant for the decision problem at hand and always follows an implicit goal. Decision-makers may apply an inaccurate intuition because they may not notice that the unconscious is lacking the relevant knowledge or that the unconscious is following a different (implicit) goal than intended.	Bos et al. (2008) Dane and Pratt (2007) Hodgkinson et al. (2009) Kahneman and Klein (2009)	When <i>FFE team members are inexperienced</i> in NPD or pursue <i>multiple goals</i> , chances are higher that their intuition is inaccurate because the unconscious may lack the information relevant to develop a successful new product or the unconscious may pursue a different goal than to develop a creative new product concept.
Team Decision-making	<i>Reasons supporting an intuition not delivered</i>	Different team member might not experience the same intuition toward a decision alternative or course of action. Since no reasons are available for an intuition, a correct intuition may be ignored in team decision-making, while the incorrect intuition of one or several team member(s) may be used.	Bowers et al. (1990) Dane and Pratt (2009) Hogarth (2001) Kahneman and Klein (2009)	The danger of applying an inaccurate intuition in <i>team</i> FFE execution decision-making may especially be high when a <i>rational decision culture</i> is in place or when <i>hierarchical or democratic decision rules</i> are applied. The reasons are, first, that individuals may require the freedom to follow their intuition without justifying each decision in order to develop out of the box solutions and, second, that the intuition of the most knowledgeable team member may be more accurate than the intuitions of the majority or of the team leader.

Diese lassen sich zu drei Aspekten verdichten:

- **Intuition ist nicht universell einsetzbar**

Die Informationsverarbeitung im Unterbewusstsein folgt keinen klaren logischen Regeln oder klaren Entscheidungskriterien. Deswegen ist der Einsatz von Intuition nicht ratsam bei Aufgabenstellungen, denen solche Regeln zugrunde liegen.

- **Fehlender Prozess- und Zielbezug**

Intuition folgt immer einem impliziten Ziel, das gegenüber der Umwelt nicht artikuliert wird. Hierbei besteht die Möglichkeit, dass Entscheider bei einem intuitiven Vorgehen ein eigenes, individuelles Ziel verfolgen, das von der objektiven Aufgabenstellung abweicht. Dies birgt die Gefahr von Fehlentscheidungen bezogen auf die reale Aufgabenstellung.

- **Intuition ist nicht begründbar**

Bei mehreren Entscheidern sind in der Regel die individuellen, intuitiven Vorgehensweisen nicht deckungsgleich. Es gibt demzufolge keinen Automatismus, dass das intuitive Vorgehen verschiedener Personen zur Auswahl derselben Entscheidungsalternative führt. Weil sich Intuition nicht begründen lässt, besteht hierbei die Gefahr, dass

die zutreffende Intuition einer Person ignoriert wird und stattdessen auf Basis der falschen Intuition einer oder mehrerer anderer Personen entschieden wird.

Die fehlende Begründbarkeit von Intuition ist das wichtigste Hemmnis für ihren Einsatz in deutschen und schweizerischen KMU, wo kulturbedingt eine rationale Entscheidungskultur herrscht. Dabei werden entweder hierarchische (bei einem patriarchalischen Führungsstil) oder demokratische Entscheidungsregeln (bei einem partizipativen Führungsstil) angewendet. Daraus resultieren folgende Konsequenzen: Wenn bei der Entwicklung neuer Ansätze jede Entscheidung einer Begründung bedarf, gibt es de facto keinen Freiraum für den Einsatz von Intuition mehr. Zum anderen wird die Intuition des Teammitglieds mit dem höchsten Wissensstand ignoriert, wenn bei Entscheidungen der Intuition der Mehrheit oder der hierarchisch höherstehenden Person gefolgt wird.

3.3 Zusammenfassung Prozess- und Methodenunterstützung

In den Kapiteln 3.1 und 3.2 wurden Prozessmodelle und Methoden für die Unterstützung der Aktivitäten im FEI betrachtet.

Die Analyse der **Prozessmodelle** zeigt, dass die entwickelten Prozessmodelle Defizite hinsichtlich der Kriterien „Effektivität“ und „Effizienz“ aufweisen. Sie lassen den Abgleich mit der Unternehmensstrategie unberücksichtigt und starten direkt mit der Ideengenerierung (vgl. Kapitel 3.1.3), wodurch diese nicht zielgerichtet erfolgen kann, oder sie folgen wegen fehlender Informationen einem iterativen Vorgehen (vgl. Kapitel 3.1.4), das infolge seiner Rücksprünge nicht effizient ist. Prozessmodelle, die diese beiden Schwächen eliminieren, bleiben in ihrer Beschreibung abstrakt und eignen sich deswegen in der Praxis nicht zum Einsatz als Vorgehensleitfaden. Das gilt de facto für alle betrachteten Prozessmodelle, die durchweg informale Prozesse darstellen (vgl. Kapitel 3.1.6).

Demgegenüber sind **Methoden** darauf ausgelegt, konkrete Vorgehensweisen zu beschreiben (vgl. Kapitel 3.2). In der Annahme, auf dieser Ebene ausgearbeitete Handlungsanweisungen zu finden, wurden Methoden für die beiden zentralen FEI-Aktivitätsblöcke „Identifizierung und Analyse von Marktchancen“ sowie „Entscheidungsfindung“ analysiert. Eine konkrete Handlungsanweisung beinhaltet nur die Methode „Value Proposition Process“ zur Identifizierung und Analyse von Marktchancen. Diese Methode greift jedoch ausschließlich auf bereits im Unternehmen vorhandene Informationen zurück. Deswegen besteht die Gefahr, dass aufgrund einer unvollständigen Informationsbasis falsche Entscheidungen getroffen werden. Bei den untersuchten Methoden für die Entscheidungsfindung fehlt entweder die Beschreibung der zentralen Selektions- und Entscheidungskriterien oder Entscheidungen werden auf Basis

von Intuition getroffen, was im Widerspruch zu den rational geprägten Unternehmenskulturen Westeuropas steht.

Die gewonnenen Erkenntnisse zeigen auf, dass weder bestehende Prozessmodelle noch Methoden für das FEI in der Lage sind, eine vollständige Informationsbasis für die Analyse und Bewertung von Marktchancen bereitzustellen. Diese ist jedoch eine entscheidende Voraussetzung, um die Unsicherheit im FEI zu reduzieren und fundierte Entscheidungen zur Auswahl der für ein Unternehmen geeigneten Marktchancen treffen zu können. Dies führt zu der Frage, wie IT-Systeme, die ja per se auf Informationssammlung und -analyse ausgerichtet sind, die Aktivitäten im FEI unterstützen können. Deswegen wird im nachfolgenden Kapitel untersucht, welchen Beitrag derzeit verfügbare IT-gestützte Ansätze zur Informationssammlung und -analyse im FEI leisten können.

4 IT-basierte Ansätze zur Unterstützung des Innovationsprozesses

4.1 Zielsetzung und Vorgehensweise

In diesem Kapitel wird der aktuelle Stand der Technik hinsichtlich der IT-Unterstützung für den Innovationsprozess, der sogenannten *Computer Aided Innovation* (CAI), beschrieben. Das Ziel ist, die für das FEI verfügbare IT-Unterstützung zu identifizieren (vgl. Hüsigg und Kohn 2009). Die Betrachtung erfolgt aus der Perspektive des „Information-Processing“-Ansatzes (de Oliveira et al. 2014, S. 162; Brentani und Reid 2012, S. 71), der die Bedeutung der Informationsbeschaffung für die Innovationsaktivitäten betont – was in der vorliegenden Arbeit bereits bestätigt wurde. Bei dieser Betrachtung stehen Markt- und Technologieinformationen im Vordergrund, die hinsichtlich der Kriterien Geschwindigkeit und Qualität des Informationsflusses analysiert werden.

Aufgrund der in Kapitel 3 festgestellten Schwächen bei der Prozess- und Methodenunterstützung für das FEI liegt die Vermutung nahe, dass auch die IT-Unterstützung für das FEI aktuell unzureichend ist. Deswegen wird die Analyse von der Hypothese geleitet, dass Informationssammlung und -analyse im FEI derzeit auch durch IT nicht hinreichend unterstützt werden.

Nach einer kurzen Vorstellung des Ursprungs von CAI werden die unterschiedlichen Entwicklungsrichtungen beschrieben. Die Auswahl der beschriebenen CAI-Anwendungen erfolgte unter der Leitfrage, welche Phasen, Teilprozesse oder Prozessschritte im Innovationsprozess durch Informationstechnologie unterstützt werden. Diese Leitfrage war ebenfalls maßgeblich für eine Typologisierung der IT-Unterstützung im Innovationsprozess.

In vielen Unternehmen konzentriert sich die Software-Unterstützung des Innovationsprozesses auf technologische Aktivitäten in der Produktentwicklung. Eingesetzt werden sowohl entwicklungsorientierte CAx-Technologien als auch einfache generische Tools, wie Mail und Microsoft®-Office®-Produkte (Hüsigg und Kohn 2009, S. 551). Letztere sollen die Arbeitsproduktivität erhöhen und die Kommunikation unterstützen. In den frühen, kreativen Phasen werden hauptsächlich Standard-Office-Tools genutzt (Barczak et al. 2007, S. 601). Welche weiteren Formen der IT-Unterstützung praxisrelevant sind, wird im Folgenden behandelt.

4.2 Ursprung und Entwicklungsrichtungen von CAI

Der Anwendungsbereich CAI hat seinen Ursprung in Software-Tools, die die Anwendung von Altschüllers TRIZ-Methode²⁵ unterstützen. Zu den ersten Tools, die in den frühen 1990er-

²⁵ TRIZ ist die russische Abkürzung für die „Theorie zur Lösung von Erfindungsaufgaben“. Hauptmerkmal der Problemlösung mit TRIZ ist das Identifizieren, Verstärken und Eliminieren technischer und physikalischer Widersprüche in technischen Systemen (Gassmann et al. 2017, S. 15).

Jahren in den USA lanciert werden, zählen die *Innovation Work Bench*® (Ideation International Inc.) und *Tech Optimizer*® (Invention Machine). Diese Werkzeuge lösen eine Welle Software-unterstützter Erfindungsmethoden aus, die über die Zeit immer durchdachter und ausgeklügelter werden. Im weiteren Verlauf werden auch bestehende Innovationsmethoden, wie Synektik, Mind Mapping, Brainstorming oder Lateral Thinking, in Software-Tools implementiert. Diese Entwicklungen setzen zu Beginn des Innovationsprozesses an und stellen, aus Ingenieurperspektive, eine Brücke zu anderen CAx-Technologien im Entwicklungsprozess dar.

Diese Entwicklung gilt jedoch nicht als alleinige Quelle für die Entstehung von CAI. Hüsiger und Kohn beziehen sich in ihrer Arbeit auf eine Erhebung Nyffeneggers zum Stand der Technik für die IKT-Unterstützung im FEI (Hüsiger und Kohn 2009, S. 552). Nyffenegger unterscheidet dabei drei unterschiedlichen Perspektiven:

- Aus **Informationssystem-Perspektive** wurden Management- und Marketing-Informationssysteme (MIS/MAIS), Entscheidungsunterstützungssysteme (Decision Support Systems, DSS) und Entscheidungsunterstützungssysteme für Gruppen (Group Decision Support Systems, GDSS) entwickelt.
- Speziell in den Bereichen Enterprise Resource Planning (ERP) und Product Lifecycle Management (PLM) lässt sich eine Entwicklung von Tools beobachten, deren Funktionen sukzessive erweitert werden. Diese Tools arbeiten sich so vom „Back End“ zum „Front End“ des Innovationsprozesses vor (Hüsiger und Kohn 2009, S. 552). Bei PLM-Tools zeichnet sich eine Integration von Wissens- und Projektmanagement-Funktionen ab. Derartige Lösungen bieten neue Alternativen an, die eher einer **Geschäftsprozess-Perspektive** zuzuordnen sind.
- Daneben sind aus **strategischer Perspektive** noch spezifische Patentmanagement-Softwaresysteme und strategische Planungstools zu erwähnen, die zur wachsenden Komplexität des CAI-Feldes beitragen.

Die Unterscheidung zwischen diesen Perspektiven wird zunehmend dadurch erschwert, dass in jeder Domain eine höhere Integration angrenzender Anwendungen und Tools angestrebt wird. Deswegen lässt sich der Begriff CAI nicht klar abgrenzen.

4.3 Typologisierung der verfügbaren CAI-Tools

Hüsiger und Kohn (2009) nehmen diese Entwicklung zum Anlass für eine umfassende Marktstudie zu angebotenen Standard-CAI-Produkten. Diese Studie deckt den CAI-Markt zwar nicht vollständig ab, bietet jedoch einen guten Überblick, um die angebotenen Lösungen zu typisieren. Untersucht und hinsichtlich ihrer Anwendungsfelder charakterisiert werden 115 CAI-Produkte.

Daraus resultieren drei Hauptkategorien, die wichtige Arbeitsfelder im Innovationsprozess repräsentieren:

- Die erste Kategorie umfasst den Bereich **strategisches Management**. Dieser Kategorie werden diejenigen Tools zugeordnet, die Innovationsmanager bei strategischen Fragestellungen, wie Portfolio- oder Szenario-Management, unterstützen.
- Eine weitere Kategorie ist das **Ideenmanagement**. Die zugehörigen Tools decken das FEI von der Ideengenerierung über die Ideensammlung bis zur Ideenbewertung ab.
- Die dritte Kategorie fokussiert das **Patentmanagement**. Berücksichtigt wird dabei die Doppelfunktion von Patenten: Einerseits können sie dazu verwendet werden, Erfindungen zu schützen, andererseits dafür, Erfindungen zu stimulieren.

Tools, die Merkmale von mindestens zwei dieser Kategorien tragen, werden als **ganzheitliche Lösungen** bezeichnet.

In jeder der Kategorien lassen sich weitere, untergeordnete Aktivitätsfelder im Innovationsprozess differenzieren. Damit können in jeder Kategorie weitere Subkategorien spezifiziert werden (vgl. Abbildung 23), die im Folgenden beschrieben werden.

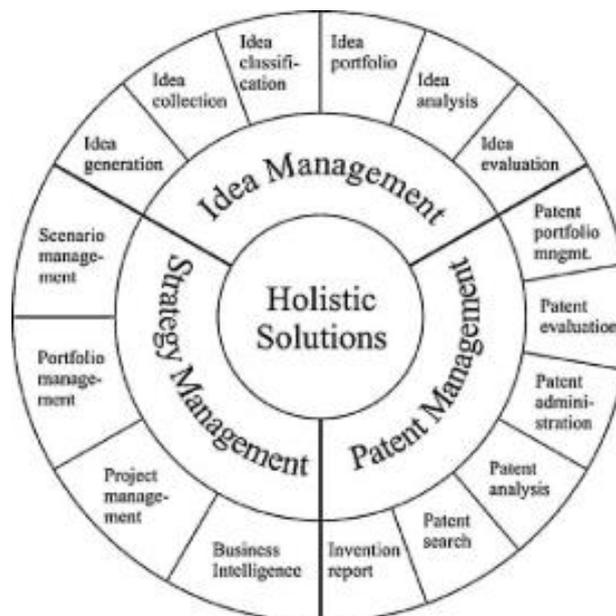


Abbildung 23: Typologisierung von CAI-Software (Hüsig und Kohn 2009, S. 553)

Strategisches Management

Die Kategorie „Strategisches Management“ beinhaltet Tools, die unterschiedliche Methodiken unterstützen, die für das Innovationsmanagement relevant sind. Zu diesen Methodiken zählen das Szenariomanagement sowie das Portfolio- und das Projektmanagement. Ergänzend unterstützen Business Intelligence Tools die Auswertung von Daten über das eigene Unternehmen, die Mitbewerber oder die Marktentwicklung.

Ideenmanagement

Im Ideenmanagement lassen sich sechs Unterkategorien unterscheiden:

- Produkte für die **Ideengenerierung** unterstützen eine Kreativitätstechnik wie beispielsweise Brainstorming, TRIZ oder Mindmapping.
- Unter **Ideensammlung** fallen Tools, deren vorrangiges Ziel die Verbesserung der Prozesseffizienz im Ideenmanagement ist. Häufig sind diese als Intranet-basierte Datenbanken konzipiert.
- Tools für die **Ideenklassifizierung** unterstützen die Strukturierung der gesammelten Ideen. Sie helfen dabei, Ideen untereinander abzugleichen und zu konsolidieren.
- Für die Darstellung der Gesamtübersicht lassen sich **Ideenportfolio-Tools** anwenden. Im Gegensatz zu den Tools für die Klassifizierung gestatten sie anspruchsvolle grafische Darstellungen.
- Eine weitere Unterkategorie hilft bei der **Analyse von Ideen**, indem dafür relevante Daten erfasst und gespeichert werden.
- Die letzte Unterkategorie umfasst Tools zur **Ideenbewertung**. Häufig beinhalten diese Tools spezielle Checklisten und teilweise ein Expertensystem zur Beurteilung von Ideen.

Patentmanagement

Auch das Patentmanagement lässt sich in sechs Unterkategorien aufteilen. Diese Aufteilung orientiert sich an den wesentlichen Inhalten des Patentmanagement-Prozesses:

- Für den Prozessbeginn gibt es Tools, die Mitarbeiter unterstützen, wenn diese eine **Erfindung** melden wollen, und so die Prozess-Effizienz erhöhen (Invention Report).
- Eine große Bandbreite an Tools ermöglicht eine **Recherche** in vorwiegend kostenfreien Patent-Datenbanken (Patent Search).
- Wenn interessante Patente identifiziert wurden, lassen sich diese mit Tools zur **Patentanalyse** genauer betrachten (Patent Analysis).
- Tools zur **Patentadministration** unterstützen bei Dokumentation und Verwaltung, beispielsweise von der Patentanmeldung bis zur Lizenzierung (Patent Administration).
- Um ein Patentportfolio zu bewirtschaften, müssen die darin enthaltenen Patente regelmäßig bewertet werden. Die methodische Unterstützung dafür leisten Tools zur **Patentbewertung** (Patent Evaluation).
- Diese Bewertungen stellen eine Eingangsgröße für die letzten Subkategorie, das **Portfoliomanagement**, (Patent Portfoliomanagement) dar.

Dieses Schema zur Typologisierung macht das Marktangebot transparenter und ermöglicht es, den Begriff CAI näher zu beschreiben. Die Definition von CAI bleibt jedoch weiterhin schwer greifbar. Weiterhin fällt auf, dass die Aktivitäten im frühen FEI, das Identifizieren, Analysieren und Auswählen von Marktchancen, in dieser Typologisierung gar nicht erfasst sind. Weil die Typologisierung auf Grundlage am Markt verfügbarer CAI-Anwendungen erstellt wurde, lässt sich ableiten, dass zum Zeitpunkt ihrer Erstellung keine CAI-Anwendungen für das frühe FEI angeboten wurden.

Nach der Strukturierung der verfügbaren CAI-Anwendungen beschäftigt sich der folgende Abschnitt mit dem Nutzen, der sich durch den Einsatz von CAI erzielen lässt, soweit dieser bislang erforscht wurde. Dieser Nutzen lässt sich mehrdimensional beschreiben (vgl. Hüsiger und Kohn 2009) und hinsichtlich der Aspekte Effizienz, Effektivität sowie Kompetenz- und Kreativitätsförderung differenzieren.

4.4 Nutzen durch den Einsatz von CAI

4.4.1 Effizienzsteigerung

Das größte Potenzial für Effizienzsteigerung liegt in den Prozessen zur Informationsanalyse und Entscheidungsunterstützung. Im Gegensatz zu nicht IT-unterstützten Methoden erleichtern Software-Tools typischerweise die Integration, die Modifikation sowie den Transfer von Daten und Informationen. Daten und Informationen müssen nur einmalig eingegeben werden. Bei integrierten, zentralisierten Systemen liegt ein konsistenter, ortsunabhängiger Informationsstand vor, der leicht zu aktualisieren ist.

Das führt zu tendenziell niedrigeren Transaktionskosten und spart Zeit bei der Suche. Viele CAI-Tools bieten Automatisierungsfunktionen für Berichte oder Analysen an, was die Produktivität des Anwenders erhöht. Zudem können CAI-Tools standardisierte Entscheidungsabläufe unterstützen und so helfen, den Innovationsprozess effizient zu gestalten (Hüsiger und Kohn 2009, S. 553).

4.4.2 Effektivitätssteigerung

Für den Innovationsprozess stehen nur begrenzte Ressourcen zur Verfügung. Wenig aussichtsreiche Ideen sollten deswegen so früh wie möglich ausgefiltert werden; gleichzeitig sollen an den Meilensteinen keine Erfolg versprechenden Ideen abgeblockt werden.

So früh wie möglich die richtigen Entscheidungen zu treffen, ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor im gesamten Innovationsprozess. CAI hat das Potenzial, die Entscheidungsfindung zu erleichtern: Qualität und Genauigkeit der bereitgestellten Informationen werden verbessert und zudem wird eine schnelle Verfügbarkeit der Informationen gewährleistet. So lassen sich

verschiedene Szenarios und zusätzliche Alternativen berücksichtigen. Der Informationsgehalt wird angereichert und die Rationalität der Entscheidungen erhöht, was die Unsicherheit weiter reduziert. CAI-Unterstützung macht diese Entscheidungsprozesse effektiver und besser nachvollziehbar, vorausgesetzt, es sind dazu im Unternehmen einvernehmlich festgelegte Kriterien hinterlegt (Hüsig und Kohn 2009, S. 553).

Rangaswamy und Lilien (1997) identifizieren konkrete Möglichkeiten dafür, wie CAI-basierte Tools in Innovationsprojekten eingesetzt werden können. Durch Softwareunterstützung lassen sich aufwendigere Methoden für die Analyse und Evaluation technologischer Informationen sowie von Wettbewerber- und Kundeninformationen leichter anwenden. Bessere, CAI-unterstützte Methoden können die Qualität von Produktkonzepten und Geschäftsplänen erhöhen, indem sie die Komplexität des Methodeneinsatzes reduzieren (Hüsig und Kohn 2009, S. 553).

Ein weiterer effektivitätssteigernder Aspekt liegt in der Fähigkeit mehrerer CAI-Tools, Informationen zu aggregieren, zu strukturieren und zu visualisieren. Dies trägt dazu bei, Komplexität zu reduzieren und große Informationsmengen klar und übersichtlich darzustellen.

Eine empirische Studie von Barczak et al. unterstützt den effektivitätssteigernden Effekt von CAI (Barczak et al. 2007, S. 600). Dabei wird ein signifikanter positiver und direkter Einfluss auf die kommerzielle Leistungsfähigkeit neuer Produkte auf dem Markt nachgewiesen.

4.4.3 Kompetenzförderung

Der Einsatz von CAI-Software kann dazu beitragen, die Transparenz in den Innovationsprozessen zu erhöhen. So werden Innovationsprozesse in den Unternehmen einfacher verständlich und die Akzeptanz steigt. Zudem lässt sich das bei CAI-Anbietern vorhandene Wissen über Innovationsmanagement auf die Anwender übertragen. Das in vielen CAI-unterstützten Methoden hinterlegte Wissen befähigt weniger versierte Anwender dazu, komplexere Methoden mit weniger Aufwand einzusetzen (Hüsig und Kohn 2009, S. 554).

Einige Methoden, wie komplexe Szenarioanalysen, greifen auf spezielle Softwareprodukte zurück, um die gesammelten Daten zu aggregieren und teilweise komplexe Berechnungen durchzuführen.

Der Wissenstransfer hat dabei kontinuierlichen Charakter, weil Updates und neue Versionen den aktuellen Stand auf dem jeweiligen Wissensgebiet bereitstellen und so individuelles wie organisatorisches Lernen fördern.

Die Einbeziehung von Kunden in das FEI und kooperative Innovationsprozesse im Sinne von „Open Innovation“ haben mittlerweile einen hohen Stellenwert (Chesbrough 2012, S. 20). Die zugehörigen Prozesse decken spezifische Open Innovation Tools ab, die fortlaufend weiterentwickelt werden.

4.4.4 Kreativitätsförderung

Kreativität ist ein Schlüssel zu erfolgreicher Innovation. Das FEI hängt in besonderem Maß von der Generierung neuer Ideen ab. Während spätere Stadien vor allem durch Qualitätskriterien gekennzeichnet sind, sollte die Ideenphase von einer großen Menge an Ideen bestimmt sein. Die Auswirkung von Software auf Kreativität wird von verschiedenen Seiten beleuchtet.

Aiken et al. (1994) weisen beispielsweise darauf hin, dass Techniken für elektronische Meetings die Produktivität einer Gruppe bei kreativen Prozessen verbessern können (Hüsig und Kohn 2009, S. 554). Massetti führt einen empirischen Nachweis, dass Ideen, die mithilfe von Software-Unterstützung generiert werden, zu signifikant wertvolleren Ergebnissen mit höheren Neuigkeitsgrad führen als traditionelle Methoden (Massetti 1996, S. 93). Kreativitäts-Software simuliert dabei keine Kreativitätsprozesse, sondern stimuliert diese. Das wird möglich durch die Unterstützung beim Aufnehmen, Abrufen und Neukombinieren von Wissen. Neben der Stimulation von Kreativität lassen sich neue Informationskanäle erschließen, wenn Schwellen für die Ideeneinreichung verringert und externe Personen und Institutionen, wie Experten, Kunden und Lieferanten, einfacher in den Ideenfindungsprozess integriert werden.

4.5 Interdependenzen der CAI-Nutzenkategorien

Die vier Kategorien möglicher Vorteile durch Einsatz von CAI-Software sind in Abbildung 24 zusammengefasst. Die Pfeile zwischen den Kategorien zeigen, dass es wechselseitige Abhängigkeiten gibt. Unter der Kategorie „Effizienz“ (Efficiency) wird das komfortable Sammeln und Zusammenfügen großer Datenmengen subsumiert. In vielen Fällen stellt eine Datenakkumulation die Basis für verbesserte Entscheidungen dar, was wiederum zu einer höheren Effektivität („Effectiveness“) des Innovationsprozesses im Unternehmen führt, basierend auf der eingesetzten Innovations-Software (Hüsig und Kohn 2009, S. 554).

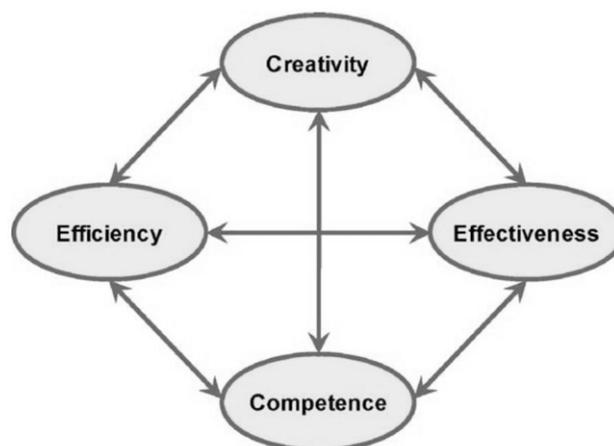


Abbildung 24: Vorteile von Computer Aided Innovation (CAI) Tools (Hüsig und Kohn 2009, S. 554)

Die Kategorie „Kompetenz“ (Competence) beschreibt den Wissenstransfer, den CAI-Software unterstützt: Vorkonfigurierte Funktionen für das Innovationsmanagement befähigen auch weniger geübte Anwender, diese einzusetzen. Damit können sich Anwender auf die kreativen Aufgaben („Creativity“), wie die Ideengenerierung, konzentrieren, die ebenfalls durch Funktionen von CAI-Software abgedeckt werden.

Es stellt sich jedoch als schwierig dar, diese Effekte über eine Kosten-Nutzen-Analyse im Vorfeld oder auch im Nachgang zu erfassen, da der Einsatz von IT-Systemen in hohem Maß kontextspezifisch ist.

4.6 Entwicklungsrichtungen beim Angebot von CAI-Software

Der schnelle technologische Fortschritt und die wachsende Bedeutung eines formalen Innovationsprozesses für Unternehmen haben zu einem massiven Wachstum des Angebots an IT-Lösungen geführt. Die umfassendsten Erhebungen zum Marktangebot wurden von Kohn und Hüsigg (2007) und Ardilio et al. (2004) durchgeführt. Die folgenden Ausführungen beziehen sich überwiegend auf diese empirischen Studien.

Eine deskriptive statistische Analyse der Marktdaten zeigt auf, dass das Angebot an CAI-Software nicht gleichförmig über die von Kohn und Hüsigg entwickelten Kategorien verteilt ist (Hüsigg und Kohn 2009, S. 554): Danach fällt beinahe die Hälfte (46 Prozent) aller CAI-Tools in die Kategorie „Ideenmanagement“, ein Drittel (33 Prozent) unterstützt die Kategorie „Strategisches Management“ und nur rund ein Sechstel (17 Prozent) bezieht sich auf das „Patent Management“. „Ganzheitliche Lösungen“ sind am wenigsten vertreten (4 Prozent).

Auch in den Unterkategorien herrscht eine ungleiche Verteilung. Im Bereich „Ideenmanagement“ wird die „Ideensammlung“ von vielen Produkten unterstützt, während die „Ideenklassifikation“ eine eher seltene Funktion von CAI-Tools ist. Das Gleiche trifft für das „Szenario-management“ in der Kategorie „Strategisches Management“ zu. Das bedeutet, dass noch Lücken im Angebot von CAI-Software bestehen und einige der Anwendungsgebiete im Innovationsprozess mit weiteren oder verbesserten Produkten unterstützt werden könnten.

Auch Nyffenegger unterstützt diese Schlussfolgerung in seiner Markterhebung, die auf einer Detailanalyse von sieben CAI-Produkten (vgl. Nyffenegger 2006, S. 62–63) basiert. Zudem befindet sich der Markt für CAI-Produkte in einer entscheidenden Entwicklungsphase. Der größte Anteil der CAI-Produkte wird von einer Vielzahl kleiner Unternehmen angeboten. Mit der SAP AG® ist einer der weltweit größten Software-Anbieter mit einem PLM-orientierten Ansatz in den Markt eingestiegen. Dies ist ein Hinweis auf das Potenzial des Marktes und könnte Auslöser für eine Konsolidierungsphase sein.

Aus Anwendersicht ist es weniger vorteilhaft, verschiedene Produkte für verschiedene Aufgaben im Innovationsprozess einzusetzen, als ein umfassendes System. Deswegen werden für die Zukunft mehr ganzheitliche Lösungen erwartet, die verschiedene Module für spezifische Innovationsaufgaben beinhalten.

Bei den CAI-Anbietern konnten Hüsig und Kohn 2009 zwei unterschiedliche Strategien bei der Software-Entwicklung identifizieren – modulare Lösungen und integrierte Lösungen:

- Die **modulare** Strategie umfasst Produkte, die sich auf eine spezielle Aufgabe im Innovationsprozess, wie Patentsuche oder Ideengenerierung, fokussieren.
- Mit **integrierten Lösungen** soll der gesamte Innovationsprozess abgedeckt und dabei jeder Abschnitt mit spezifischen Modulen unterstützt werden. Solche CAI-Produkte streben nach einem höheren Integrationsgrad mit anderen Innovationssystemen.

Bislang konnten weder Forschung noch Praxis beantworten, welcher der beiden Ansätze der Erfolg versprechendere ist.

4.7 Zusammenfassung der Analyse

Das Feld von CAI war erst punktuell Gegenstand der Forschung. Ein übergreifender, integrativer Ansatz fehlt bislang. Allerdings zeichnen sich wesentliche Verschiebungen ab, da mittlerweile PLM- und ERP-Systeme in das CAI-Feld drängen. Das weist darauf hin, dass sich die Weiterentwicklung von CAI-Anwendungen schwerpunktmäßig mit den dem FEI nachgelagerten Aktivitäten der Produktentwicklung befasst. Die in Kapitel 4.3 herausgearbeitete Lücke in der IT-Unterstützung für das frühe FEI wird dadurch noch vergrößert. Dessen IT-Unterstützung beginnt demzufolge erst mit der späten Phase, die die Ideengenerierung und -bewertung umfasst. Unterstützt wird zwar die Verarbeitung vorhandener Informationen, nicht jedoch die strukturierte Informationsbeschaffung, die eine wichtige Voraussetzung für das Identifizieren, Analysieren und Bewerten von Marktchancen ist.

Aktuell gibt es am Markt lediglich erste Insellösungen, die einzelne Funktionalitäten für die Identifikation und Bewertung von Marktchancen bereitstellen. Dazu zählt das ITONICS Trend RadarTM,²⁶ das zwar die Zusammenarbeit zur Aufbereitung von Informationen unterstützt, aber nicht die strukturierte Informationsbeschaffung und Bewertung von Marktchancen. Damit bestätigen die Ergebnisse der Analyse die zu Beginn formulierte Hypothese, dass Informationssammlung und -analyse im FEI derzeit durch IT nicht hinreichend unterstützt werden.

²⁶ Das ITONICS Trend RadarTM wird von der Firma Itonics in D-90489 Nürnberg angeboten.

Ausgehend von den Ergebnissen der Analyse konzentriert sich der zweite Teil der Arbeit auf die Bearbeitung folgender zentraler Defizite im Hinblick auf das FEI:

- strukturierte und systematische Sammlung entscheidungsrelevanter Informationen;
- Konzeption eines kennzahlengestützten Bewertungsmodells für Marktchancen;
- Entwicklung eines Prozessmodells für die Analyse und Bewertung von Marktchancen.

Dabei werden die einzelnen Lösungsbausteine in einen Gesamtansatz zur Prozessdigitalisierung des FEI integriert, der nachfolgend validiert und evaluiert wird.

5 Konzeption eines Bewertungsmodells zur Chancenevaluation im FEI

5.1 Zielsetzung und Vorgehensweise

Dieses Kapitel, das die Konzeption eines Modells zur Bewertung der Chancen von Innovationsaktivitäten im FEI beschreibt, ist zentral für das Ziel der vorliegenden Arbeit – die Entwicklung eines solchen Bewertungsmodells zur Chancenevaluation (vgl. Kapitel 1.3).

Hierfür werden im ersten Schritt die *inhaltlichen* Anforderungen an ein Bewertungsmodell zusammengefasst (Bewertungsziele). Diese ergeben sich aus der dargelegten Problemstellung (Kapitel 1.1), der zusammenfassenden Analyse der bestehenden Prozessmodelle und Methoden (Kapitel 3.3) sowie der bestehenden IT-Unterstützung (Kapitel 4.7) für das FEI. Im zweiten Schritt werden die *strukturalen* Anforderungen an das Bewertungsmodell benannt. Auf eine weitergehende Referenzierung von in dieser Arbeit gemachten Aussagen und Feststellungen durch Nennung der Kapitelnummer oder Seitenzahl wird im Folgenden verzichtet.

Im Anschluss werden die für die Bewertung von Marktchancen relevanten theoretischen Grundlagen näher beschrieben, soweit diese für das Bewertungsmodell von Relevanz sind. Ausgehend davon werden die für die Bewertung maßgeblichen Kriterien abgeleitet, um abschließend geeignete Kennzahlen bestimmen zu können, die diese Kriterien und Kriterienbündel quantitativ beschreiben.

5.2 Wahl der geeigneten Forschungsmethode

Traditionell geht die Forschung von beschreibungsorientierten Ansätzen aus. Diese sind darauf ausgerichtet, Erklärungen für bisher nicht verstandene Beobachtungen (Phänomene) zu finden (Niemann 2013, S. 7). Dazu wird entweder auf quantitative Methodologien, wie Umfragen, Experimente oder Labormessungen, oder auf qualitative Methodologien, wie Feldbeobachtungen oder Fallstudien, zurückgegriffen (Döring und Bortz 2016, S. 15–16). Neben den beschreibungsorientierten Ansätzen haben sich in den letzten Jahren vermehrt gestaltungsorientierte Ansätze etabliert, auch in der Wirtschaftsinformatik. Zu diesen zählen Methodiken wie die Referenzmodellierung oder das Prototyping (Wilde und Hess 2007).

Beschreibungsorientierte und gestaltungsorientierte Ansätze schließen sich dabei nicht gegenseitig aus, sondern ergänzen sich. Diese Ergänzung findet statt, wenn erklärende Theorien aus der beschreibungsorientierten Wissenschaft in die Gestaltung neuer Artefakte in der gestaltungsorientierten Wissenschaft eingehen. Umgekehrt kann die beschreibungsorientierte Forschung Artefakte als neue Untersuchungsgegenstände heranziehen (Niemann 2013, S. 8). Diese Sichtweise folgt dem Verständnis von Hevner et al. (2004, S. 75), das einen Rahmen für die gestaltungsorientierte Forschung, im Speziellen Design Science, beschreibt. Diese

Sichtweise wird jedoch kritisch diskutiert. Kritikpunkte bestehen in einer zu strikten Trennung der beiden Ansätze (Niemann 2013, S. 7), der Konzentration der Design Science auf bereits in der Praxis wahrgenommene Probleme unter Vernachlässigung der sich erst abzeichnenden (Frank 2006, S. 30) sowie in dem Mangel an Testfällen bei der Evaluation eines Artefakts aufgrund des Neuigkeitsgrades (Frank 2006, S. 30).

Die genannten Kritikpunkte werden nachfolgend für diese Arbeit reflektiert und bewertet. Während im ersten Teil der Arbeit der beschreibungsorientierte Ansatz dominierte, um die Forschungslücke herzustellen und den Stand der Forschung aufzuarbeiten, dominiert im nun folgenden zweiten Teil der gestaltungsorientierte Ansatz in Form der Konzeption eines Bewertungsmodells. Beschreibungs- und gestaltungsorientierter Ansatz ergänzen sich damit, einer Trennung wird bewusst entgegengewirkt. Die Aufarbeitung der Schwachstellen im FEI zeigt, dass diese Arbeit kein in seinen Details so bereits bekanntes Problem behandelt, sondern die Problemstellung erst über komplementäre Sichten herausgearbeitet werden muss. Daraus resultiert ein Neuigkeitsgrad, der sich klar gegenüber bereits bekannten Erkenntnissen abgrenzt. Die Kritik an unscharfen Evaluationsverfahren schließlich wird durch das in Kapitel 8 detailliert beschriebene Vorgehen für die Evaluation entschärft.

Mit dieser Argumentation sind die gegenüber Design Science vorgebrachten Kritikpunkte entkräftet. Diese Tatsache ist ausschlaggebend dafür, dass die vorliegende Arbeit, deren Kern die gestaltungsorientierte Konzeption eines Bewertungsmodells ist, dem Design-Science-Ansatz folgt. Mit dem Verständnis, dass sich beschreibungs- und gestaltungsorientierter Ansatz gegenseitig ergänzen, schließt sich diese Arbeit einer Vielzahl von Forschungsarbeiten in der deutschsprachigen Wirtschaftsinformatik an (Wilde und Hess 2007); (Riege et al. 2009, S. 69–70).

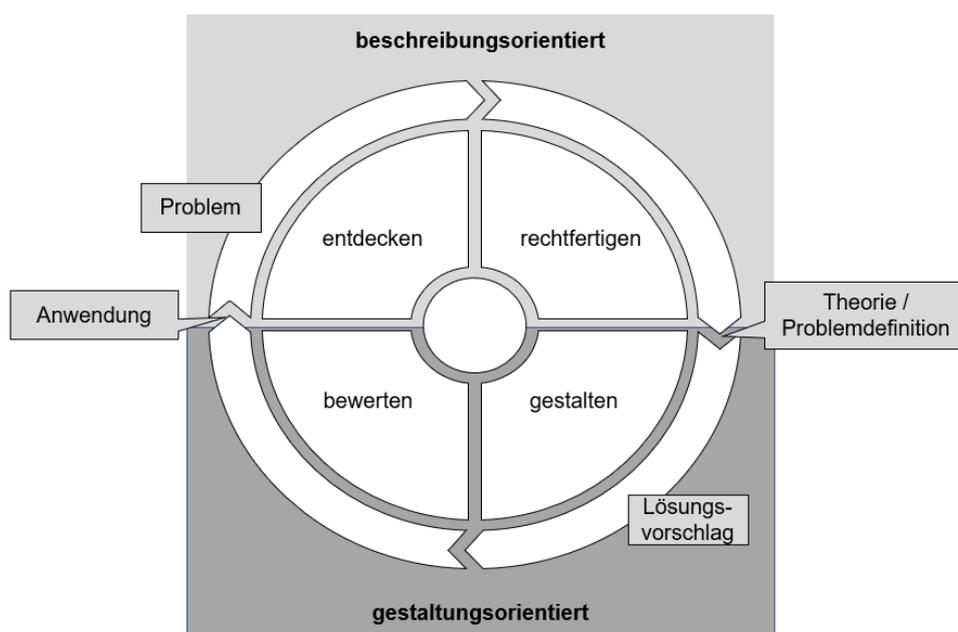


Abbildung 25: Forschungszyklus aus beschreibungs- und gestaltungsorientierter Forschung (Niemann 2013, S. 8)

Abbildung 25 stellt die beiden sich ergänzenden Forschungsansätze dar. Der obere Halbkreis zeigt den beschreibungsorientierten Ansatz. An die Phase der Entdeckung eines Problems schließt sich dessen Aufarbeitung und Detaillierung an, mit dem Ziel, erkannte Zusammenhänge zu begründen respektive den Problemerkern zu beschreiben. Auf dieser Grundlage setzt dann im unteren Halbkreis der gestaltungsorientierte Ansatz der Design Science an, um für die detaillierte Problemstellung einen Lösungsansatz zu konzipieren und zu evaluieren.

Auf die im Rahmen dieser Arbeit relevanten Inhalte und Konzepte der Design Science wird im Folgenden eingegangen.

5.2.1 Der Design-Science-Research-Ansatz

Die Entstehung des Design-Science-Ansatzes ist eng mit der wissenschaftlichen Arbeit von Herbert Simon verbunden (Dresch et al. 2015, S. 50). In seinem 1969 veröffentlichten Werk „The Sciences of the Artificial“ beschreibt Simon die Unzulänglichkeiten der traditionellen, explorativen Wissenschaftsansätze. Diese konzentrieren sich darauf, Bestehendes mit seinen Phänomenen, Systemen und Problemen zu verstehen, also das „Ist“ zu erklären. Dabei zeigt Simon auf, dass das Verständnis dieser traditionellen Ansätze nicht weit genug reicht. Vielmehr bedarf es einer Wissenschaft, die das „Soll“ beschreibt, also wie Dinge gestaltet sein oder sich verhalten sollen. Dafür postuliert er eine stärkere Verankerung von Problemlösungen in der Wissenschaft. Die von ihm präsentierten Konzepte erfuhren große Aufmerksamkeit, als Herbert Simon 1978 der Nobelpreis für seine Forschung zum Entscheidungsfindungsprozess verliehen wurde.

Herbert Simon gilt zwar als Pionier der Design Science Research, der konzeptionelle Ursprung reicht jedoch bis ins 15. Jahrhundert zurück. Damals erkannte Leonardo da Vinci die Bedeutung der Ingenieurwissenschaften und entwickelte Lösungen für Probleme, an denen zuvor bedeutende Wissenschaftler mit Ansätzen traditioneller Physik gescheitert waren (Dresch et al. 2015, S. 50–51).

5.2.2 Grundlegende Konzepte

Neben den von Hevner beschriebenen Richtlinien für Forschende hinsichtlich der Anwendung von Design Science Research (vgl. Abbildung 2) gibt es fünf konzeptionelle Grundlagen, die den Design-Science-Ansatz charakterisieren (vgl. Abbildung 26).

1. Design Science ist eine Wissenschaft, die danach strebt, Lösungen zu entwickeln, um bestehende Systeme zu verbessern oder Probleme zu lösen (Dresch et al. 2015, S. 56).
2. Im Rahmen von Design Science Research werden sogenannte „Artefakte“ entwickelt. Als Artefakte gelten vom Menschen geschaffene Objekte, die sich hinsichtlich ihrer

Funktionen, der verfolgten Ziele und der angestrebten Veränderungen im Umfeld charakterisieren lassen (vgl. Gregor und Hevner 2013, S. 341). Gemäß der Klassifikation von March und Smith (1995) lassen sich vier Ausprägungen unterscheiden:

Konstrukte, die auch als Konzepte bezeichnet werden, können als Vokabular einer Domäne verstanden werden (March und Smith 1995, S. 256). Konstrukte legen die Fachbegriffe fest, die für die Beschreibung der Problemstellungen und Lösungen innerhalb einer Domäne relevant sind.

Modelle lassen sich als eine Sammlung von Ausdrücken verstehen, die Beziehungen zwischen Konstrukten beschreiben (March und Smith 1995, S. 256).

Methoden beschreiben eine Vorgehensfolge, die nötig ist, um bestimmte Aufgaben auszuführen. Methoden und Modelle stehen in einem Zusammenhang, da Methoden Teile von Modellen als Eingabegröße verwenden können (March und Smith 1995, S. 257). Methoden unterstützen die Transformation von Systemen mit dem Ziel, diese zu verbessern, und sind deswegen charakteristische Artefakte für Design-Science-basierte Forschung (Dresch et al. 2015, S. 110).

Instanziierungen beschreiben die „Realisierung eines Artefaktes in seiner Umwelt“ (March und Smith 1995, S. 258) und damit die Anwendung eines Lösungsansatzes in der Praxis.

Dresch et al. (2015, S. 110) ergänzen als fünfte Form von Artefakten sogenannte **Designvorschläge** (Design Proposition). Diese referenzieren ein generisches Template, das sich einsetzen lässt, um Lösungen für eine bestimmte Kategorie von Problemen zu entwickeln.

Definition of Design Science	<ul style="list-style-type: none"> Science that seeks to consolidate knowledge about the design and development of solutions, to improve existing systems, solve problems and create new artifacts.
Artifact	<ul style="list-style-type: none"> Something that is manmade; an interface between the inner environment and the outer environment of a given system
Satisfactory solutions	<ul style="list-style-type: none"> Solutions sufficiently appropriate for the context in question; the solutions should be feasible to the reality and does not necessarily need to be optimal solutions
Classes of Problems	<ul style="list-style-type: none"> Organization that guides the trajectory and development of the knowledge in the Design Science context
Pragmatic Validity	<ul style="list-style-type: none"> Seeks to ensure the utility of the solution proposed to the problem; considers: cost/benefit of solution, specificities of the environment in which it will be applied and the actual needs of those interested in the solution

Abbildung 26: Zusammenfassung der wesentlichen Konzepte des Design Science Ansatzes (Dresch et al. 2015, S. 60)

3. Für die Lösung von Problemen werden bei Design Science Research keine optimalen Lösungen im Sinne des Operations Research (vgl. Simon 1996) angestrebt, sondern „zufriedenstellende“ Lösungen. „Zufriedenstellend“ kann in diesem Kontext auf zwei Arten definiert werden (Dresch et al. 2015, S. 57):
 - (i) Es besteht unter den vom Problem betroffenen Parteien Konsens über die Anwendbarkeit der Lösung.
 - (ii) Die neu geschaffene Lösung stellt eine Verbesserung im Vergleich zu vorangegangenen Lösungen dar.
4. Im Rahmen von Design Science Research lassen sich die entwickelten Ergebnisse einer übergeordneten Klasse von Problemen zuordnen. Zwar sind sowohl Problemstellungen als auch zugehörige Lösungen im jeweiligen Kontext zunächst immer spezifisch. Doch können verschiedene sowohl Probleme als auch Lösungen Gemeinsamkeiten aufweisen, die sich verallgemeinern lassen und zur Erweiterung des Wissens in einem Feld beitragen (Dresch et al. 2015, S. 104). Dieses breitere Feld wird als „Problemlasse“ bezeichnet.
5. Design Science Research zielt auf die Entwicklung praxistauglicher Lösungen ab. Dafür werden im Rahmen des Vorgehens folgende Aspekte berücksichtigt (Dresch et al. 2015, S. 57):
 - (i) Kosten und Nutzen der Lösung;
 - (ii) spezifische Voraussetzungen aus dem Problemkontext / der Umgebung;
 - (iii) Bedürfnisse der an einer Lösung interessierten Parteien (Worren et al. 2002).

Im Folgenden werden die fünf Konzepte des Design-Science-Ansatzes aufgegriffen und in dieser Weise für die Konzeption des Bewertungsmodells berücksichtigt:

1. Da es bislang für KMU noch keinen geeigneten systematischen Ansatz zur Evaluation von Marktchancen im FEI gibt, wird eine **initiale** Lösung dafür entwickelt.
2. Als Artefakt wird eine Methode entwickelt, die aus einem Bewertungsmodell und einer für die Bewertung erforderlichen Vorgehensweise besteht. Der auf dieser Basis konzipierte Prototyp stellt eine Instanziierung dar, da das Bewertungsmodell anhand von realen Fragestellungen evaluiert wird.
3. Die Beurteilung der entwickelten Lösung kann derzeit nicht über einen Vergleich mit einer bereits existierenden Lösung erfolgen. Deswegen wird zur Prüfung, ob die neu entwickelte Lösung „zufriedenstellend“ im Sinne der Design Science Research ist, das Urteil der potenziellen Anwender hinsichtlich Einsetzbarkeit als Maßstab herangezogen.
4. Das mit der Forschungsfrage beschriebene Problem betrifft den Abgleich von Marktchancen mit der Unternehmensstrategie und verlangt zu seiner Lösung nach einer adäquaten Methodenunterstützung für die Auswahl geeigneter Marktchancen. Gemäß

Schema von Dresch et al. (2015, S. 105) lässt sich die bearbeitete Problemstellung den beiden Problemklassen²⁷ „Strategische Ausrichtung“ und „Entscheidungsunterstützung“ zuordnen.

5. Die Praxistauglichkeit der entwickelten Lösung wird mithilfe von Tests des realisierten Prototyps durch potenzielle Anwender eruiert.

Auf Basis der beschriebenen und erläuterten Charakteristika von Design Science Research ist nun ein Vergleich klassischer, deskriptiv ausgerichteter Forschungsansätze mit der präskriptiv ausgeprägten Design Science Research möglich (siehe Tabelle 7).

*Tabelle 7: Gegenüberstellung deskriptiv und präskriptiv ausgerichteter Forschungsansätze
(vgl. van Aken 2004, S. 236)*

Kriterium	Deskriptiv ausgerichtete Forschungsansätze	Präskriptiv ausgerichtete Forschungsansätze
Dominierendes Paradigma	Erklärung von Zusammenhängen	Gestaltung von Artefakten
Fokus	Problemorientierung	Lösungsorientierung
Perspektive	Beobachtend	Partizipatorisch
Charakteristische Forschungsfrage	Suche nach einer Erklärung	Suche nach alternativen Lösungen für ein gegebenes Problem
Charakteristisches Ergebnis	Kausalmodell; quantitative Zusammenhänge	Getestetes Artefakt, gegründet auf technologische Regeln

5.2.3 Vorgehensansatz

Das Vorgehen und die Abfolge der einzelnen Aufgaben innerhalb des Design-Science-Research-Ansatzes wurden über die Zeit sukzessive detailliert und verfeinert. Dresch et al. (2015, S. 119) führen diese Vorarbeiten in einem konsolidierten Vorgehensmodell zusammen (vgl. Abbildung 27), an dem sich die Konzeption eines Bewertungsmodells in der vorliegenden Arbeit orientiert:

Mit der Forschungsfrage wurde das Problem identifiziert. Mittels vertiefter Literaturrecherche wurden dann die wesentlichen Schwachpunkte für die Bewertung von Marktchancen im FEI hinsichtlich der Unterstützung durch Vorgehensmodelle, Methoden und IT herausgearbeitet, um darüber die Problemformulierung weiter zu konkretisieren. Im Weiteren werden nun vorhandene Artefakte identifiziert, die als Basis für die Entwicklung einer Problemlösung herangezogen werden können (siehe Abbildung 27, Schritt: „Proposition of artifacts to solve a specific problem“). Zur Identifikation der relevanten Artefakte sind die Anforderungen an das Bewertungsmodell maßgeblich, die in Kapitel 5.3 strukturiert und erläutert werden.

²⁷ Für eine detaillierte Beschreibung von Problemklassen im Design Science Research vgl. Dresch et al. 2015, S. 103–105.

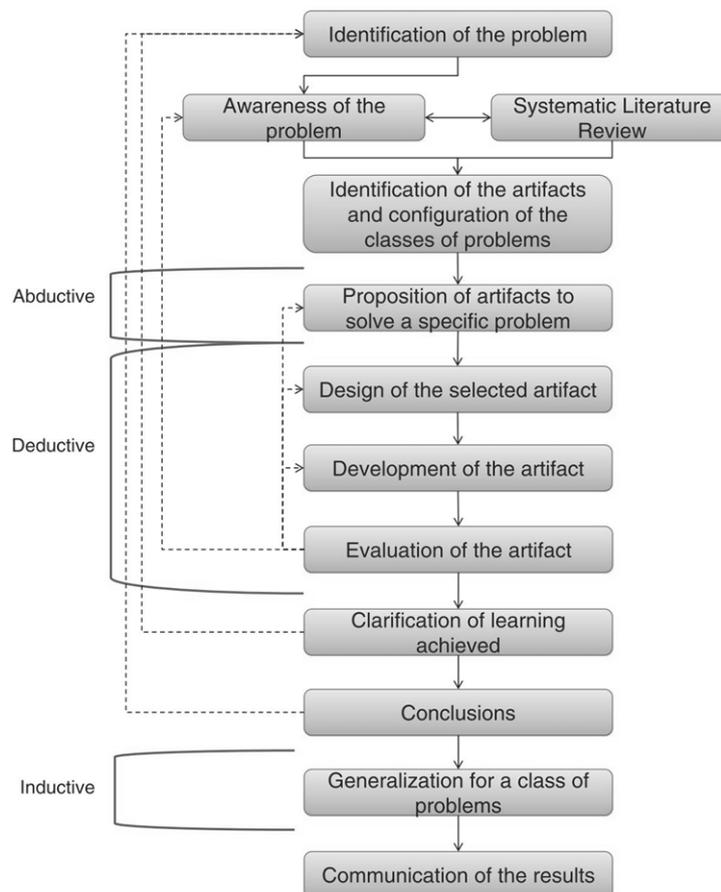


Abbildung 27: Vorgehensansatz für Design Science Research (Dresch et al. 2015, S. 119)

5.3 Anforderungen an das Bewertungsmodell

5.3.1 Inhaltliche und prozessuale Anforderungen

Die Anforderungen an das Bewertungsmodell lassen sich unterteilen in inhaltliche und prozessuale Anforderungen. Die inhaltlichen Anforderungen sind gemäß Design-Science-Ansatz die „Business Needs“, die im betrachteten Problemfeld vorliegen (Hevner et al. 2004, S. 79). Sie resultieren zum einen aus der *theoretischen* Analyse der verfügbaren Prozessmodelle und Methoden sowie der gegenwärtigen IT-Unterstützung und zum anderen aus den in der Praxis identifizierten Problemen für KMU. Beim Design-Science-Ansatz werden die inhaltlichen Anforderungen an das Bewertungsmodell, die mit den *Bewertungszielen* korrespondieren, hinsichtlich der Kategorien „Mensch“ (People), „Organisation“ (Organization) und „Technologie“ (Technology) differenziert.

Bewertungsziele in der Kategorie „Mensch“ (People)

- *Mit der Anwendung des Bewertungsmodells wird der Mensch bei der Erschließung und Strukturierung einer Marktchance unterstützt.* Die Informationsbeschaffung und -filterung sind die Schwerpunktaktivitäten im frühen FEI und setzen voraus, dass hierfür

geeignete Suchkriterien vorliegen. Diese können jedoch nur dann bestimmt werden, wenn das zu durchsuchende Wissensgebiet der suchenden Person hinreichend bekannt und vertraut ist. Da jedoch jede Marktchance ein eigenes, neues Wissensgebiet darstellt, liegt diese Vertrautheit häufig nicht vor und setzt entsprechenden Zeitaufwand für die Einarbeitung in das Wissensgebiet voraus. Das Bewertungsmodell muss daher die Erschließung und Strukturierung solcher Wissensgebiete unterstützen. So trägt es dazu bei, den hohen Zeitaufwand für die Informationssuche zu reduzieren.

- *Das Bewertungsmodell muss eine hohe Qualität der Ergebnisse gewährleisten. Als größte Probleme heutiger Internetrecherche werden, nach dem Zeitaufwand, eine schlechte Qualität der Suchergebnisse, fehlende Berücksichtigung der Aktualität, mangelnde Eingrenzungsmöglichkeiten des Suchraumes und unzulängliche Darstellungen der Suchergebnisse genannt. Für die Konzeption des Bewertungsmodells ist daher zu berücksichtigen, dass die einbezogenen Informationen eine hohe Übereinstimmung mit dem Wissensgebiet einer untersuchten Marktchance und damit eine hohe Relevanz²⁸ für den Anwender aufweisen. Die Aktualität von Information bezieht sich auf die Zeitdimension der Anpassung von Informationen an Änderungen in der realen Welt. Hierzu ist sicherzustellen, dass Informationen zu dem Zeitpunkt ihrer Verwendung noch zutreffen und gültig sind. Bei der Darstellung der Ergebnisse ist auf Übersichtlichkeit und eindeutige Auslegbarkeit zu achten. Dies ist dann gegeben, wenn einerseits genau die benötigten Informationen in einem passenden und leicht verständlichen Format dargestellt sind und andererseits in gleicher, fachlich korrekter Art und Weise begriffen werden.*
- *Das Bewertungsmodell bietet dem Anwender eine Entscheidungsunterstützung bei der Auswahl der bestgeeigneten Marktchance. Hierbei soll es zur Rationalitätssicherung im Entscheidungsprozess beitragen (Alpar et al. 2019, S. 269). Dazu bedarf es einer datenorientierten Entscheidungsunterstützung, die sich auf die Beschaffung, Aufbereitung und Verdichtung von Daten konzentriert (Alpar et al. 2019, S. 271). Ziel ist die Ermittlung von Kennzahlen, die in der Initialphase von Entscheidungsprozessen – dadurch ist das frühe FEI charakterisiert – benötigt werden.*

Bewertungsziele in der Kategorie „Organisation“ (Organization)

- *Das Bewertungsmodell stimmt die Auswahl einer geeigneten Marktchance auf die Geschäfts- und Innovationsstrategie ab. Das ist eine wesentliche Voraussetzung, um zielgerichtet Innovationsvorhaben zu initiieren. Dazu sind im Bewertungsmodell Infor-*

²⁸ Die kursiv hervorgehobenen Begrifflichkeiten „Relevanz“, „Aktualität“, „Übersichtlichkeit“ und „eindeutige Auslegbarkeit“ beziehen sich auf die Dimensionen der Informationsqualität und die zugehörigen Definitionen (vgl. Rohweder et al. 2008, S. 39, 41, 35 und 38).

mationen zu technischen, marktbezogenen und organisationalen Fragestellungen zusammenzuführen. Dies umfasst Fragen wie „Wann ist der Markt für ein neues Produkt reif?“ oder „Sind im Unternehmen die notwendigen Fähigkeiten vorhanden, um eine Marktchance erfolgreich zu realisieren?“ (vgl. Durst und Durst 2016, S. 219).

- *Die Anwendung des Bewertungsmodells folgt einem strukturierten, systematischen Ablauf.* Dieser ist eine wesentliche Voraussetzung für den Einsatz in der unternehmerischen Praxis. Hierfür bedarf es definierter Vorgehensschritte und Regeln. Diese bilden die Grundlage für die Definition formaler Prozesse im FEI.

Bewertungsziele in der Kategorie „Technologie“ (Technology)

- *Das Informationsdefizit im FEI wird kompensiert.* Das Bewertungsmodell muss dafür in der Lage sein, aus einer unübersichtlichen Vielzahl extern verfügbarer Informationen die für eine gegebene Fragestellung relevanten herauszufiltern. Danach sind diese so aufzubereiten, dass die Ergebnisse dazu beitragen, den Unsicherheitsgrad im FEI zu reduzieren. In Anbetracht des hohen Informationsvolumens ist dies nur über eine IT-gestützte Filterfunktion realisierbar.

Neben diesen primären inhaltlichen Anforderungen gibt es auch noch prozessuale sekundäre Anforderungen. Diese betreffen beispielsweise die gute Integrierbarkeit in den unternehmensinternen organisationalen Kontext. Ein Mindestmaß für diese „Anschlussfähigkeit“ kann gewährleistet werden, wenn das Bewertungsmodell auf den generalisierten Innovationsprozess in KMU ohne eigene FuE (vgl. Winter 2018) abgestimmt ist. So wird gewährleistet, dass der Ansatz auf alle KMU mit vergleichbaren Anforderungen übertragbar ist.

5.3.2 Anforderungen an die Struktur des Bewertungsmodells

Im Rahmen jeder Messung ergeben sich grundlegende Fragestellungen (vgl. Gerpott 2013, S. 68), die vorab geklärt und beantwortet werden müssen, um ein geeignetes Messverfahren konzipieren zu können. Aus den erhaltenen Antworten leiten sich fünf Anforderungen ab, die den Aufbau eines Bewertungsmodells betreffen. Diese werden nachfolgend für die vorliegende Aufgabenstellung formuliert (vgl. Stübner 2012, S. 77–78).

1. **Bewertungsziel:** Welche Ziele werden im Rahmen der Bewertung verfolgt?
Diese Frage zielt auf die inhaltlichen Anforderungen an das Bewertungsmodell.
2. **Bewertungsobjekte:** Was soll bewertet werden?
Es werden Marktchancen im FEI bewertet.
3. **Bewertungsträger:** Wer soll bewerten?
Die Bewertung von Marktchancen ist eine strategische Aufgabe der Unternehmensleitung. Abhängig von Unternehmensgröße und -kultur kann diese die Bewertung an

einen Innovationsverantwortlichen delegieren. Die anschließende Interpretation und Ableitung von Aktionen obliegt dann wieder der Unternehmensleitung.

4. **Bewertungskriterien:** Welche Kriterien werden zur Bewertung herangezogen?

Die Bewertungskriterien sind so zu wählen, dass mit ihnen die Attraktivität einer Marktchance für ein Unternehmen charakterisiert werden kann. Damit verbunden ist der Nutzen, der für ein Unternehmen dadurch entsteht, wenn es eine bestimmte Marktchance weiterverfolgt. Aus dieser Perspektive stehen bei der Bewertung von Marktchancen Output-Kriterien²⁹ (vgl. Gerpott 2013, S. 78–86) im Vordergrund.

5. **Bewertungsmethodik:** Wie soll bewertet werden?

In diesem Rahmen werden die einzelnen Teilschritte der Bewertung erläutert und die zu jedem Teilschritt gehörenden Eingangs- und Ausgangsgrößen detailliert beschrieben.

Auf die dargelegten strukturellen Anforderungen wird im weiteren Verlauf der Arbeit separat eingegangen. Zwischen den Anforderungen bestehen jedoch auch zahlreiche wechselseitige Abhängigkeiten (vgl. Stübner 2012, S. 78). So wird die Bewertungsmethodik beispielsweise nicht nur von den festgelegten Bewertungskriterien bestimmt, sondern auch von den Bewertungsträgern, denen im Rahmen des Bewertungsprozesses Aufgaben mit unterschiedlich hohem Anspruchsniveau übertragen werden.

Im folgenden Abschnitt werden zunächst die Eingangsinformationen bestimmt, auf deren Basis später die Bewertung erfolgt.

5.4 Bestimmung der Eingangsinformationen

5.4.1 Innovations-Suchfeld

Eine zentrale Voraussetzung für die Konzeption eines Bewertungsmodells zur Evaluation von Marktchancen besteht darin, dass eine Marktchance über ihre Merkmale genau charakterisiert ist. Koen et al. (2002) definieren eine Marktchance („opportunity“) wie folgt:

„A business or technology gap, that a company or individual realizes, that exists between the current situation and an envisioned future in order to capture competitive advantage, respond to a threat, solve a problem, or ameliorate a difficulty“ (Koen et al. 2002, S. 7).

In dieser Definition wird eine Marktchance nicht als ein konkretes Objekt verstanden, sondern als ein „Unterschied“ zwischen einer Ausgangs- und einer angestrebten Situation. Die Feststellung, dass ein Unterschied vorliegt, ist allein noch keine hinreichende Voraussetzung, um diesen zu bewerten; es muss weiter präzisiert werden, welche Inhalte dieser Unterschied

²⁹ Output-Kriterien sind Indikatoren für technologische Innovationsresultate oder wirtschaftliche Innovationserfolge (Gerpott 2013, S. 79.).

umfasst. Hier ist der Rückgriff auf den in der wissenschaftlichen Disziplin Entrepreneurship definierten Begriff „unternehmerische Chancen“ (*entrepreneurial opportunities*) (vgl. Eckhardt und Shane 2003, S. 336) hilfreich. Eine solche Chance ergibt sich in Situationen, in denen neue Produkte und Services am Markt eingeführt werden können. Mit der Einführung werden durch den Unternehmer neue Randbedingungen und Zustände geschaffen, die bis dato noch nicht vorlagen (vgl. Eckhardt und Shane 2003, S. 336). Diese Sichtweise macht deutlich, dass mit dem Erkennen von Marktchancen Anforderungen an Produkte und Services abgeleitet werden, die künftig erfüllt werden sollen. Aus diesen Anforderungen lassen sich wiederum Suchfelder ableiten (Abele 2013, S. 5–6), die den Rahmen eingrenzen, in dem anschließend in der Ideenfindungsphase kreativ oder deduktiv Ideen generiert werden sollen. Die Festlegung von Suchfeldern verfolgt zwei Zielsetzungen. Zum einen sollen damit alle Anstrengungen auf Felder mit möglichst hohem Nutzenpotenzial fokussiert werden, um entweder unternehmensinterne oder marktseitige Probleme zu lösen oder Bedarfslücken zu füllen. Zum anderen steigern sie die Effizienz des Innovationsprozesses, indem sie vermeiden, dass im FEI zu viele Ideen mit niedrigem Potenzial für das Unternehmen hohe Arbeitsaufwände verursachen.

Zur Strukturierung von Suchfeldern lassen sich die im Technologiemanagement verwendeten Begrifflichkeiten „Market Pull“ und „Technology Push“ verwenden (vgl. Abele 2013, S. 6).

Bei der **marktorientierten Suchfeldbestimmung** stehen Entwicklungen am Markt im Fokus, denen beispielsweise mit folgenden Fragen nachgegangen wird:

- Was sind die aktuellen und zukünftigen Kundenbedürfnisse? Mit welchen Aufgaben („Jobs-to be-done“) sind Kunden in ihrem Alltag konfrontiert?
- Lassen sich Trends identifizieren, die zu neuen Bedürfnissen führen?

Bei einer **technologieorientierten Suchfeldbestimmung** stehen technologische Veränderungen im Mittelpunkt. Diese werden unter anderem mit folgenden Fragen ermittelt:

- Welche Technologiefelder ermöglichen zukünftig ein neues, besseres Kundenangebot?
- Welches sind die wesentlichen technologischen Herausforderungen für ein bestimmtes Unternehmen in Bezug auf Produkte und Dienstleistungen?

Bei der Anwendung von Suchfeldern stellt sich die Frage, wie detailliert diese beschrieben werden sollen. Eine enge Fokussierung auf Weiterentwicklungspotenziale, die sich aus dem Kerngeschäft ableiten, führt in vielen Unternehmen zu Suchfeldern, die naheliegende Ideen mit wenig Differenzierungspotenzial umfassen (Lercher et al. 2014, S. 74). Das birgt die Gefahr, entscheidende Entwicklungen zu verpassen, was weitreichende Folgen für die Zukunft und das Weiterbestehen eines Unternehmens haben kann. Wenn überhaupt möglich, dann muss eine mangelnde strategische Orientierung zu Beginn des FEI durch späte ressourcen- und kostenintensive Korrekturmaßnahmen kompensiert werden (Lercher et al. 2014, S. 74).

Deswegen ist es wichtig, einen größeren „Innovationsdenkraum“ (Lercher et al. 2014, S. 76) zu definieren, um auch radikale Innovationspotenziale zu identifizieren.

Bislang gibt es wenig methodische Hilfestellung bei der Frage, wie man zu eng definierte Innovationsdenkräume erkennt und systematisch öffnet. Zwar wird betont, dass eine strategische Orientierung und die Definition von Innovations-Suchfeldern wichtig sind, um Innovationsaktivitäten auf die Unternehmensstrategie auszurichten und die Ideenfindung zu kanalisieren (Abele 2013, S. 5–6); (Durst und Durst 2016, S. 221); (Mootee 2011), doch die methodische Unterstützung beschränkt sich hier weitgehend auf Suchfeldmatrizen (Abbildung 28).

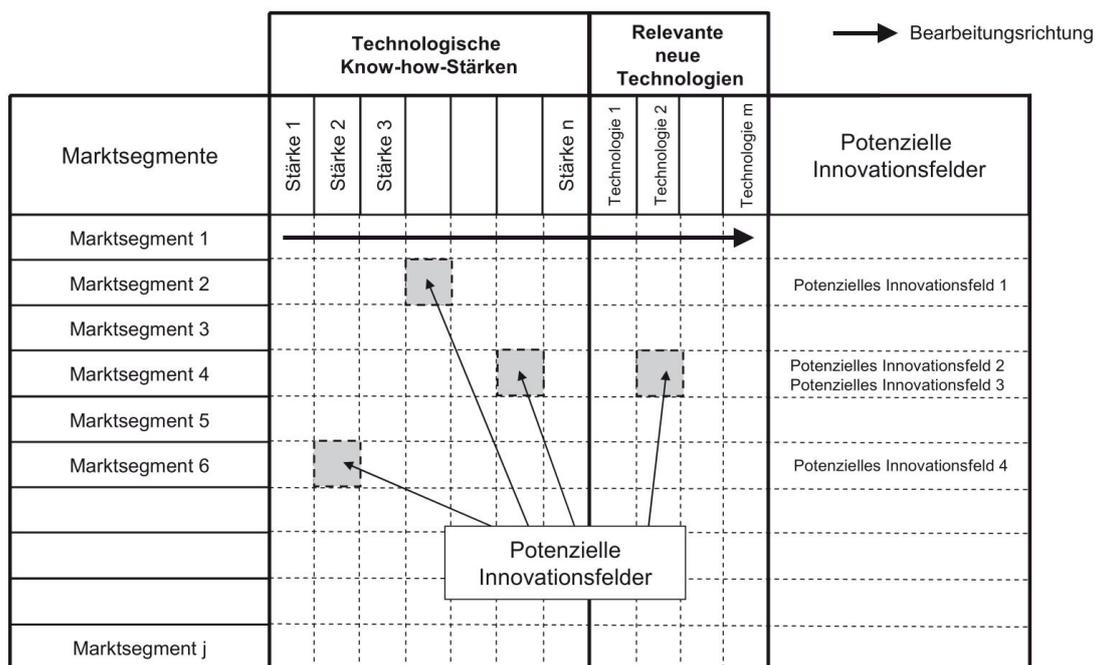


Abbildung 28: Suchfeldmatrix nach Geschka (2012) (Lercher et al. 2014, S. 77)

Diese bringen eine Suchrichtung (z. B. Markt) mit einer anderen (z. B. Kompetenz) zur Deckung und leiten darüber an den Schnittpunkten potenzielle Innovationsfelder ab. Dieses mechanische Vorgehen ist jedoch dahingehend limitiert, dass es keine Unterstützung bereitstellt, um eine zu enge Formulierung von Innovations-Suchfeldern zu vermeiden.

An dieser Schwäche setzt das Vorgehen von Lercher et al. (2014) an. Dieser Ansatz wird im Folgenden auf Basis seiner vier wesentlichen Prinzipien vorgestellt.

- **Prinzip1: Perspektivenwechsel – vom Produkt zum Kundennutzen**

Der Wechsel vom reinen Produktdenken hin zum Kundennutzen erschließt neue Innovationsdenkräume. Allerdings greift die ausschließliche Fokussierung auf von Kunden artikulierte Wünsche zu kurz, da so allenfalls inkrementelle Innovationen angestoßen werden. Deswegen bedarf es noch weiterführender Perspektiven.

- **Prinzip 2: Denken in Funktionen**

Üblicherweise beschreiben Funktionen mit der Relation „Aktivität“ (als Tätigkeit in Form eines Verbs) und „Wirkobjekt“ (der Gegenstand, auf den sich die Aktivität bezieht) zentrale Leistungsfähigkeiten einer Technologie (Korell und Schloen 2012, S. 21). Bei der Funktionenanalyse wird die Wirkung eines Objektes beschrieben, also das, was ein Objekt „tut“. Demgemäß hat ein Kugelschreiber die Funktion „Farbe freigeben“. Dazu nutzt er weitere Funktionen wie „Farbe speichern“, „Farbe dosieren“ etc. (Lercher et al. 2014, S. 78). Funktionen beschreiben allerdings nicht nur eine technische Abfolge, sondern dienen zusätzlich als „Brücke“ (Korell und Schloen 2012, S. 21) zu potenziellen Anwendern und deren Bedürfnissen. Das zugrunde liegende Funktionsverständnis wurde von Lawrence D. Miles entwickelt und von diesem in der Methode der „Wertanalyse“ anwendbar gemacht (Lercher et al. 2014, S. 78).

- **Prinzip 3: Denken in Bedürfnisebenen**

Für die gezielte Erweiterung des Innovationsdenkraums ist es von Bedeutung, nach versteckten Bedürfnissen von Kunden zu suchen. Ein zentrales, aber mittlerweile überholtes, da in Bezug auf die strikte Abgrenzung der Ebenen nicht verifiziertes Modell ist die Bedürfnispyramide von Abraham Maslow. Maslow differenziert fünf Gruppen von Bedürfnissen, die aufeinander aufbauen (vgl. Abbildung 29). Wenn Bedürfnisse auf einer unteren Ebene ausreichend erfüllt sind, strebt der Mensch nach der Erfüllung von Bedürfnissen auf der nächsthöheren Ebene.



Abbildung 29: Bedürfnishierarchie nach Maslow (1968)
(Lercher et al. 2014, S. 80)

Transferiert man die Grundidee der Maslow'schen Bedürfnispyramide auf die Erweiterung von Innovationsdenkräumen, dann gibt diese eine Denkrichtung in Richtung „höherer“ Bedürfnisebenen von Kunden vor. Beim Maslow'schen Modell müssen zunächst die Grund- und Sicherheitsbedürfnisse des Menschen befriedigt sein, bevor er sich höheren Bedürfnisebenen zuwendet. Analog gilt für Produkte und Dienstleistungen, gemäß Kano-Modell,³⁰ dass zunächst die Basis- und Leistungsanforderungen erfüllt sein müssen, um Kunden zu einer positiven Kaufentscheidung zu bewegen. Erst wenn die Erfüllung dieser Anforderungen angemessen erscheint, lassen sich bei Kunden höhere Bedürfnisebenen adressieren und Emotionen der Begeisterung auslösen.

- **Prinzip 4: Abstraktion**

Für die Lösung technischer Probleme wird vielfach das Prinzip der Abstraktion angewendet. Es löst ein konkretes technisches Problem aus den engen Rahmenbedingungen heraus und hat zum Ziel, mittels einer abstrakteren Formulierung des Problems mehr Lösungsoptionen zu ermöglichen (vgl. Abbildung 30).

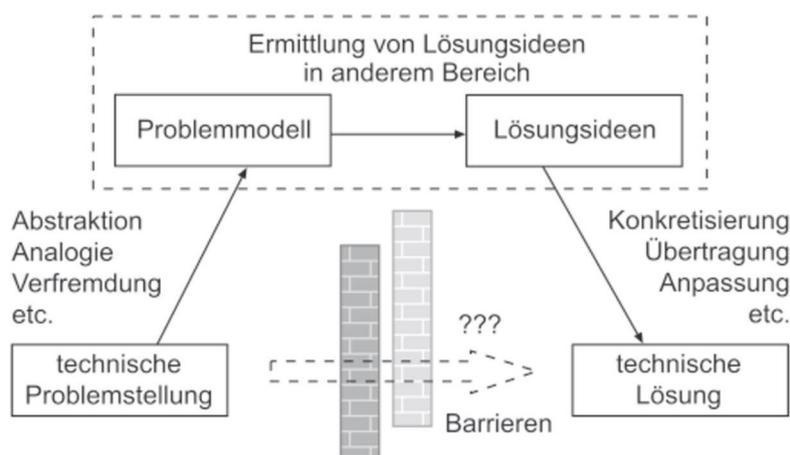


Abbildung 30: Vorgehensmodell zur Lösung technischer Problemstellungen (Lercher et al. 2014, S. 78)

Durch das Abstrahieren von Produkt- oder Servicefunktionen einerseits und Kundenbedürfnissen andererseits lassen sich in beiden Fällen „höhere Denkebenen“ erreichen. Beide Perspektiven lassen sich auch verbinden. Dies ermöglicht einen Abgleich, welche Bedürfnisse bestimmte Technologiefelder adressieren beziehungsweise welche technologischen Lösungen für gewisse Bedürfnisse erforderlich werden. Das lässt sich am Beispiel eines auf technische Schläuche spezialisierten Unternehmens des Technischen Handels verdeutlichen.

³⁰ Im Kano-Modell werden Kundenanforderungen hinsichtlich ihrer Relevanz für die Kaufentscheidung differenziert. Das Modell unterscheidet dafür Basis-, Leistungs- und Begeisterungsmerkmale (vgl. Hölzing 2008, S. 1–4).

Dieses Unternehmen übt, in einer engen Betrachtung, die Tätigkeit „Schläuche konfektionieren“ aus. Eine Beschränkung auf die beiden Begriffe „Schläuche“ und „konfektionieren“ kann jedoch zu starken Einschränkungen bei der Innovationsgenerierung führen. Durch Abstraktion lässt sich in diesem Fall eine höhere Betrachtungsebene erreichen, auf der die dahinterliegende Funktion ermittelt wird. Im Beispiel ist dies die Funktion „Flüssigkeiten transportieren“. Aus der so abstrahierten Funktion lässt sich nachfolgend der „Zweck der Funktion“ formulieren. Hierzu wird die Frage gestellt, welchen Zweck der Kunde mit dieser Funktion verfolgt. Dies leitet den Übergang von technisch geprägten Funktionen hin zu menschlichen Bedürfnissen ein. Dies ist gleichbedeutend mit einem Lösen von der unternehmensbezogenen, internen Sicht und dem Einnehmen einer kundenfokussierten, externen Sicht. So dient das „Flüssigkeiten transportieren“ etwa dem Zweck, „Werkzeuge oder technische Vorrichtungen [per Hydraulik zu] bewegen“. Auf der nächsthöheren Ebene wird der Bezug zur Handlung, die Kunden ausführen, gesucht. Es wird nach dem Kontext gefragt, in dem Schläuche genutzt werden. Dies kann auf einer Baustelle geschehen. Dahinter steht die Handlung „Bauwerk errichten“. Eine weitere Ebene höher steht die Frage nach den Motiven bzw. Zielen der Kunden, hier etwa der Bauträger, im Mittelpunkt. Dessen Oberziel ist, „ein Bauwerk gemäß Zeit- und Kostenplan fertig[zustellen]“. Dies ist das zugrunde liegende Bedürfnis des Bauträgers und im Hinblick auf den Innovationsdenkraum zugleich die größtmögliche Erweiterung.

Dieses Beispiel zeigt, wie sich durch den Vorgehensansatz von Lercher et al. (2014) das Betrachtungsfeld für eine konkrete Fragestellung stufenweise und kontrolliert erweitern lässt. Aus dem Beispiel wird zudem deutlich, dass Schläuche im Wettbewerb mit Rohrleitungen stehen, jedoch idealerweise mit diesen kombiniert werden sollten, da beide dem gleichen Bedürfnis dienen („Werkzeuge oder technische Vorrichtungen bewegen“) und auf ein ähnliches Oberziel („ein Bauwerk gemäß Zeit- und Kostenplan fertigstellen“) ausgerichtet sind.

Beschränkt sich der Innovationsdenkraum auf die Tätigkeit oder Funktion eines Händlers für technische Schläuche, dann werden lediglich Schlauchhersteller und -händler als Konkurrenten identifiziert, was die eigene Weiterentwicklung wenig anregt. Es schränkt den Wettbewerb auf „Flüssigkeiten transportieren“ ein und initiiert im Wettbewerb eine Fokussierung auf den Aspekt Kostensenkung, Daraus kann eine vorwiegend re-aktiv ausgerichtete Haltung zu Innovationen resultieren, die für den Fortbestand eines Unternehmens gefährlich ist, weil so Marktchancen vergeben werden. Ausschlaggebend für die Wahl der Betrachtungsebene ist der jeweils angestrebte Innovationsgrad, der positiv mit der Höhe der Betrachtungsebene korreliert. Neben der bewussten, auf den angestrebten Innovationsgrad ausgerichteten Wahl des Betrachtungsfeldes ist zu klären, welche Arten von Informationen für die Auswahl von Marktchancen erforderlich sind. Dieser Frage wird im Folgenden nachgegangen.

5.4.2 Informationsarten und -quellen

Im FEI besteht eine Hauptaufgabe darin, das für den Beginn des Innovationsprozesses charakteristische Informationsdefizit zu beseitigen. Für die Erstellung der erforderlichen Informationsbasis sind die für das FEI relevanten Informationen zu identifizieren und zu selektieren. Es ist wichtig, dafür die verschiedenen Informationsarten und ihre Bedeutung im Innovationsprozess zu erkennen und zu beurteilen, um daraus die für das Bewertungsmodell relevanten Informationsarten abzuleiten. Grundlage dieser Betrachtung ist die Studie von Zahay et al. (2011), da diese im Vergleich zu anderen Untersuchungen die Verwendung von Informationen im FEI nicht nur allgemein betrachtet, sondern dabei sowohl nach verschiedenen Informationsarten als auch nach Prozessphasen differenziert. Zahay et al. (2011) unterscheiden die folgenden acht Arten von Informationen und gliedern diese nach ihrem Ursprung.

Informationen aus unternehmensinternen Quellen

- **Strategische Informationen** aus den Planungen der Unternehmensführung
- **Finanzinformationen** zur finanziellen Situation des Unternehmens auf Basis der Bilanz sowie der Gewinn-und-Verlust-Rechnung
- **Projektmanagement-Informationen** über Anzahl, Art und Fortschritt laufender Innovationsprojekte

Informationen aus unternehmensinternen und -externen Quellen

- **Kundeninformationen** über bestehende und potenzielle Kunden einschließlich deren Kontaktdaten aus einem Customer-Relationship-Management-System (CRM-System)
- **Kundenbedürfnisse**, die im Rahmen von Kundengesprächen und -interviews erhoben wurden
- **Technische Informationen** zu den Fähigkeiten des Unternehmens sowie dem technologischen Entwicklungsstand außerhalb des Unternehmens

Informationen aus unternehmensexternen Quellen

- **Wettbewerber-Informationen** zu Angebotsportfolio, Marktposition und strategischer Ausrichtung von Wettbewerbern
- **Regulatorische Informationen**, die es im Rahmen von Gesetzen und Verordnungen zu beachten gilt

In ihrer Studie gehen Zahay et al. (2011, S. 501) nicht darauf ein, in welchem Format die von ihnen betrachteten Informationen vorliegen; grundsätzlich handelt es sich jedoch um unstrukturierte Daten. Auch in anderen Studien zum Innovationsprozess wird auf die verschiedenen Formate unstrukturierter Daten, wie Text-, Bild- oder Videodaten, nicht eingegangen. Ange-

sichts dieses Defizits konzentriert sich die vorliegende Arbeit auf Textdaten, da diese einen großen Anteil unter den acht betrachteten Informationsarten stellen (vgl. BITKOM 2012, S. 30).

Gemäß Zahay et al. (2004, S. 662) ist der Informationsbedarf, über alle Phasen des Innovationsprozesses betrachtet, im FEI am größten. Dort werden Informationen aller acht Arten benötigt, während sich der Informationsbedarf zu Ende des Innovationsprozesses, bei der Kommerzialisierung, auf die beiden Arten Kundeninformationen (um potenzielle Kunden zu identifizieren) und Projektmanagement-Informationen (um den Markteintritt zu steuern) konzentriert. Für das FEI ist also eine große Bandbreite an Informationen erforderlich. Allerdings sind mit den acht identifizierten Informationsarten unterschiedlich hohe Aufwände für die Informationsbeschaffung assoziiert. Kritisch für die Risikoreduktion im FEI sind dabei solche Informationen, die einen bedeutenden Aufwand für die Beschaffung erfordern. Dies erfordert eine differenzierte Betrachtung:

Informationen aus unternehmensinternen Quellen sind bekannt und hinsichtlich ihres Umfangs und Detaillierungsgrads auf das jeweilige Unternehmen abgestimmt. Diese Informationen können unmittelbar für die Definition von Innovations-Suchfeldern verwendet werden. Ebenso sind regulatorische Informationen über anstehende oder beabsichtigte Änderungen bei Gesetzen und Vorgaben durch die allgemeine politische Berichterstattung einfach verfügbar. Diese unternehmensexternen Informationen werden durch die jeweiligen Unternehmensverbände branchenspezifisch aufbereitet und kommuniziert. Oftmals lösen regulatorische Änderungen auch die Definition neuer Suchfelder aus (vgl. Zahay et al. 2004, S. 661).

Eine deutlich höhere Kritikalität weisen die übrigen unternehmensexternen Informationen auf. Für diese Informationen müssen zunächst die geeigneten Quellen identifiziert und anschließend die für das Unternehmen relevanten Informationen selektiert und aufbereitet werden. Insbesondere betrifft dies Informationen zu Kundenbedürfnissen und Trends, technologischen Entwicklungen und dem Marktangebot von Mitbewerbern. Die Gewinnung dieser Informationen in der benötigten Form ist Gegenstand des nächsten Abschnittes.

5.4.3 Informationsgewinnung

In der Praxis gelingt es der Geschäftsführung eines Unternehmens nicht, alle für eine unternehmerische Entscheidung relevanten Informationen zu erschließen oder auch nur die bereits vorhandenen Informationen vollständig zu verarbeiten (Hungenberg 2014, S. 165). Letztlich sind Entscheidungen immer unter der Bedingung „unvollkommener Information“ zu treffen. Deswegen ist es notwendig, dafür Methoden zu nutzen, die eine systematische und problembezogene

Informationsgewinnung so weit wie möglich unterstützen und dazu beitragen, das Informationsdefizit zu minimieren. Die Eignung einer Methode der Informationsgewinnung kann im Einzelfall anhand der folgenden Anforderungen beurteilt werden (vgl. Hungenberg 2014, S. 165–166):

- **Relevanz:** Relevant sind Analysen nur dann, wenn sie die für eine konkrete Entscheidung benötigten Informationen generieren. Im Sinne einer effizienten Informationsgewinnung erfordert das im Einzelfall eine Prüfung, warum und wozu eine bestimmte Information benötigt wird, bevor die entsprechende Analyse initiiert wird.
- **Gültigkeit:** Die Aussagekraft einer Analyse ist nur dann gewährleistet, wenn die gewonnenen Informationen auch tatsächlich den untersuchten Sachverhalt darstellen. Für die Beurteilung der Innovationskraft eines Unternehmens ist beispielsweise die Anzahl angemeldeter Patente (Output-Größe) ein besserer Indikator als die Anzahl der Mitarbeiter im FuE-Bereich (Input-Größe). Auch die Eignung einer Methode ist in Bezug auf das Kriterium „Gültigkeit“ im Einzelfall zu prüfen.
- **Zuverlässigkeit:** Hierfür ist sicherzustellen, dass die den Analyseergebnissen zugrunde liegenden Daten nicht durch Erhebungs-, Mess- oder Auswertungsfehler beeinträchtigt werden. Dies kann beispielsweise durch parallelen Einsatz unterschiedlicher Messinstrumente (Paralleltests) oder die Wiederholung einer Untersuchung zu unterschiedlichen Zeitpunkten (Test-Retest-Verfahren) vermieden werden.
- **Objektivität:** Informationen sollen so gewonnen werden, dass sie unabhängig von der sie erhebenden Person und der Person sind, die die Ergebnisse nutzt. Individuelle Einflüsse auf die Erhebung und Auswertung von Informationen sind zu vermeiden. Insbesondere darf keine Lenkung der Ergebnisfindung erfolgen.
- **Aktualität:** Die bei einer Analyse verwendeten Eingangsgrößen müssen auf Informationen basieren, die zum Analysezeitpunkt noch gelten. Diese Anforderung wird umso wichtiger, je schneller sich Unternehmensumfeld und Unternehmen selbst verändern.

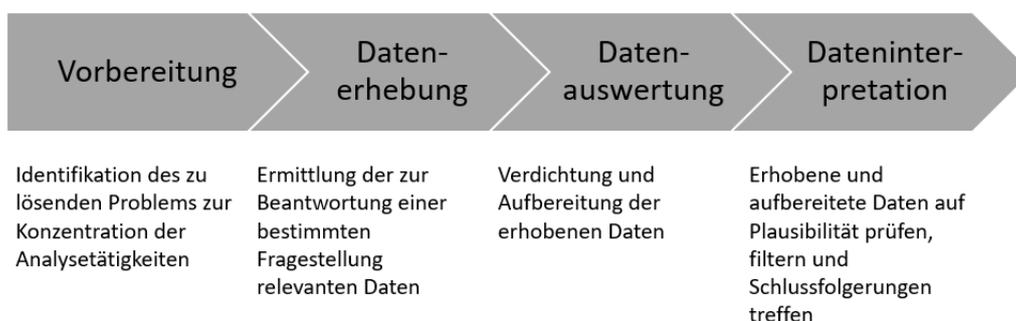


Abbildung 31: Analyseschritte zur Informationsgewinnung (vgl. Hungenberg 2014, S. 167)

Eine systematische Informationsgewinnung, die diesen Anforderungen genügt, baut auf vier Teilschritten auf (vgl. Hungenberg 2014, S. 166–167), die in Abbildung 31 dargestellt sind. Im

ersten Schritt erfolgt die **Vorbereitung** der Informationsgewinnung. Dabei wird der Datenbedarf für das zu lösende Problem ermittelt sowie das Vorgehen zur Informationsgewinnung selbst geplant und strukturiert. Im zweiten Schritt, der **Erhebung**, werden geeignete Datenquellen bestimmt und die notwendigen Untersuchungen durchgeführt. Im dritten Schritt erfolgt die Verdichtung und **Auswertung** der erhobenen Daten. Im vierten Schritt werden dann die verdichteten Informationen **interpretiert** und in eine entscheidungsreife Form überführt.

Auf Basis der von Hungenberg (2014) formulierten Anforderungen an die Informationsgewinnung und angelehnt an die beschriebenen Analyseschritte wird als theoretische Fundierung für das Bewertungsmodell der von Fiet (2007) beschriebene Prozess der „Constrained, systematic search“ herangezogen. Fiet entwickelt seinen Ansatz ausgerichtet auf unternehmerische Fragestellungen, wie sie insbesondere im FEI vorliegen. Im Gegensatz zu anderen Ansätzen, die lediglich die Wachsamkeit gegenüber Veränderungen schärfen wollen (Kirzner 1997, S. 62), steht bei Fiet die zielgerichtete Suche von Informationen im Fokus. Dieser Ansatz zielt darauf ab, die Effektivität der Suche bei der Informationsgewinnung zu verbessern, und deckt somit eine wesentliche Anforderung bezüglich Risikoreduktion im FEI ab.

Constrained, systematic search

Marktchancen werden meist per Zufall entdeckt (Kirzner 1997). Diese Vorstellung beruht auf dem Verständnis, dass „echte“ Marktchancen nicht vorhersagbar sind und somit nur zufallsbedingt durch einen wachsamem Unternehmer entdeckt werden können. Ein aktives Suchen ist demnach dafür nicht erforderlich. Diese Vorstellung hat zwei wesentliche Limitierungen: Zum einen bietet es angehenden Unternehmern keine andere Hilfestellung als den Hinweis, „wachsam“ zu sein, zum anderen lässt die Vorstellung Erkenntnisse darüber unberücksichtigt, wie wiederholt erfolgreiche Unternehmer nach Marktchancen suchen. Die Erkenntnisse zu immer wieder erfolgreich agierenden Unternehmern lassen ein Vorgehensmuster erkennen, das zwei Schritte umfasst: Zunächst sondieren sie die Umwelt umfassend nach Hinweisen auf Informationen, grenzen im Anschluss ihre Suche allerdings bewusst auf favorisierte Umgebungsfelder ein (vgl. Fiet 2007, S. 594). Eben dieses Verständnis liegt dem Ansatz von *Constrained, systematic search* zugrunde. Dieser Ansatz gründet auf dem Verständnis, dass die Entdeckung einer Marktchance davon abhängt, dass es eine Übereinstimmung zwischen dem spezifischen Wissen eines Unternehmers und einer bestimmten Projektidee, die sich durch systematische Suche entdecken lässt, gibt. Diesen Zusammenhang zeigt Abbildung 32.

Das Modell von Fiet (2007) berücksichtigt die Bedeutung von Vorkenntnissen, die über reines Allgemeinwissen hinausgehen und vor allem fachspezifisches Wissen beinhalten. Das Fachwissen, das am häufigsten zur Entdeckung von Marktchancen führt, leitet sich vor allem aus

der Berufserfahrung einer Person, Technologien aus dem Berufsumfeld, absolvierten Fachausbildungen sowie Interessen im privaten Umfeld ab (Venkataraman 1997, S. 122). Dieses Fachwissen ist maßgebend für die Auswahl der Informationskanäle und deren Absuchen.

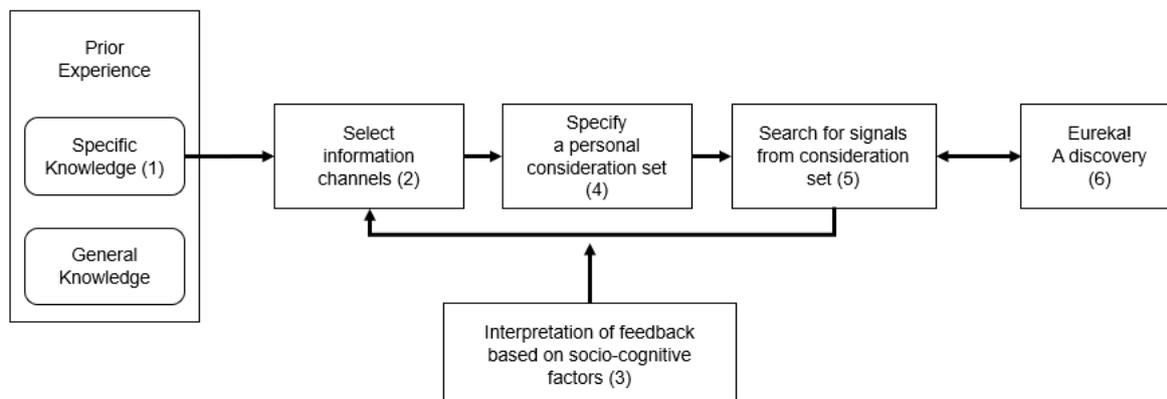


Abbildung 32: Präskriptiver Ansatz von Suche und Entdeckung (Fiet 2007, S. 597)

Einen neuen Ansatz im Modell von Fiet stellt die Definition sogenannter „Consideration Sets“ (Fiet 2007, S. 599) dar. Dabei handelt es sich um die Zusammenfassung aussichtsreicher Informationskanäle, die Unternehmer auf Basis ihrer spezifischen Vorkenntnisse auswählen. Diese Fokussierung erfolgt vor dem Hintergrund, dass bei einem Unternehmer der Umfang der Vorkenntnisse nicht alle Bereiche abdeckt, die für die Entdeckung einer bestimmten Projektidee relevant sind (vgl. Simon 1979). In der Konsequenz ist das Absuchen von „Consideration Sets“ darauf ausgerichtet, die Suchergebnisse für einen definierten Bereich zu *maximieren* und nicht, wie bei einer breit angelegten Suche, zu *optimieren*.

Gegenüber einem Sichten zufällig ausgesuchter Informationen oder einem vollständigen Verzicht auf eine Suche stellt der Ansatz von Fiet eine deutliche Verbesserung dar. Mögliche Bedenken, dass eine starke Eingrenzung des Suchfeldes dazu führt, dass Chancen, die außerhalb eines „Consideration Sets“ liegen, übersehen werden, lassen sich dadurch entkräften, dass nicht alle Unternehmer in gleicher Weise dafür qualifiziert sind, alle attraktiven Projektideen zu identifizieren: Sie unterscheiden sich hinsichtlich sowohl ihrer Vorkenntnisse (Shane 2000, S. 448) als auch ihrer absorptiven Kapazität³¹ (Cohen und Levinthal 1990, S. 128), die Voraussetzung ist, um neue Informationen zu verarbeiten und nutzbar zu machen. Vorwissen und der Grad an absorptiver Kapazität sind individuell verschieden und stehen

³¹ „Absorptive Kapazität“ ist die aus vorhandenem Wissen übertragene Fähigkeit, den Wert neuer Informationen zu erkennen, zu assimilieren und für wirtschaftliche Zwecke einzusetzen (Cohen und Levinthal 1990, S. 128).

somit einer Optimierung des Suchergebnisses entgegen. Daraus ergibt sich, dass für die Anwendung im FEI eine systematische Suche gegenüber einer offenen, oberflächlichen Sichtung von Informationen deutliche Effizienzvorteile bietet. Zudem führt die wiederholte Anwendung der *Constrained, systematic search* zu einem Lerneffekt für die Identifikation geeigneter „Consideration Sets“, worüber sich auch die Effektivität der Suche erhöhen lässt.

5.5 Festlegung der Führungsgrößen

5.5.1 Elemente der Innovationsstrategie

Um die erforderlichen Grundlagen für die Konzeption des Bewertungsmodells zu vervollständigen, bedarf es noch einer differenzierten Betrachtung des Begriffes „Innovationsstrategie“. Auf dieser Basis kann dann das Innovations-Suchfeld mit der Innovationsstrategie eines Unternehmens abgeglichen und der Deckungsgrad bestimmt werden.

„Die Innovationsstrategie bestimmt als Teil der Gesamtstrategie eines Unternehmens, in welchen Bereichen wann Innovationen realisiert werden sollen, um die Unternehmensziele bestmöglich zu erreichen“ (Brem und Vahs 2013, S. 104). Die Innovationsstrategie setzt sich dabei aus der Technologie-, der Produkt-, der Prozess- und der Timingstrategie zusammen, zwischen denen wechselseitige Abhängigkeiten bestehen. Im Sinne eines „Technology-Push“ ermöglichen neue Technologien und Prozesse die Realisierung neuer Produkte. Parallel dazu kann, im Sinne eines „Market-Pull“, aber auch die Nachfrage nach Produkten die Entwicklung neuer Prozesse und Technologien anstoßen, um diese Produkte herstellen zu können. Der Markteintritt setzt schließlich voraus, dass Produkte und Prozesse einen ausreichenden Entwicklungs- und damit Marktreifegrad erreicht haben.

Die vier Teilbereiche der Innovationsstrategie lassen sich folgendermaßen charakterisieren (vgl. Brem und Vahs 2013, S. 106):

- **Technologiestrategie:** Diese Strategie legt fest, welche Technologien ein Unternehmen (weiter-)entwickeln und welche es aufgeben oder verkaufen wird. Die Entwicklung und Umsetzung von Technologiestrategien ist für radikale Innovationen von großer Bedeutung, da diese in der Regel technologie- und nicht marktinduziert sind (Brem und Voigt 2009, S. 355).
- **Produktstrategie:** Hier fällt die strategische Entscheidung, welche Produkte entwickelt und welche beibehalten oder eingestellt werden sollen. Dafür muss die Produktstrategie insbesondere mit der Produktpolitik des Marketings abgestimmt werden.
- **Prozessstrategie:** Diese Strategie leitet sich in den meisten Fällen aus der Technologie- und der Produktstrategie ab. Neue Technologien initiieren insbesondere dann Prozessinnovationen, wenn durch deren Einsatz Kostenreduktionen zu erwarten sind.

Neue Produkte stoßen vornehmlich dann Prozessinnovationen an, wenn neue Prozesse die Voraussetzung sind, um diese Produkte überhaupt herstellen zu können.

- **Timingstrategie:** Wenn definiert ist, welche Technologien, Produkte und Prozesse entwickelt werden sollen, dann erfolgt im Rahmen der Timingstrategie die Festlegung, zu welchem Zeitpunkt der Markteintritt erfolgen soll. Sofern bestehende Produkte durch neue ersetzt werden sollen, ist dabei zusätzlich die Phase des Produktlebenszyklus, in der sich die betrachteten Produkte befinden, zu berücksichtigen.

Die vier Teilstrategien sind unterschiedlich relevant für die Beurteilung von Innovations-Suchfeldern und je nach Inhalt und Zielrichtung differenziert zu betrachten.

Im Rahmen der Technologiestrategie werden die spezifischen technologischen Fähigkeiten eines Unternehmens als Kernkompetenzen (Schmelzer und Sesselmann 2013, S. 103–104) beschrieben. Diese sind entscheidend für den späteren Markterfolg, weshalb bei der Suchfeldbewertung ein Abgleich mit den spezifischen Fähigkeiten des Unternehmens erfolgen muss.

Die Produktstrategie baut auf den im Rahmen der Technologiestrategie definierten Kernkompetenzen auf und dient zur Festlegung, welche Funktionen und Eigenschaften ein Produkt oder eine Dienstleistung aufweisen soll. Somit ist die Produktstrategie, basierend auf der in Kapitel 5.4.1 erläuterten Bedeutung funktionaler Betrachtungen auf verschiedenen Ebenen, eine wichtige Input-Größe für die Suchfeldbestimmung. Im eigentlichen Bewertungsprozess hat sie als Führungsgröße jedoch keine Bedeutung.

Die Prozessstrategie, die sich aus der Technologie- und der Produktstrategie ableitet, ist insbesondere dann relevant, wenn bereits ein Innovationsfeld feststeht, also aus mehreren Innovations-Suchfeldern eines konkret für die weitere Bearbeitung ausgewählt wurde, und die Inhalte weiter detailliert werden sollen („Wie erstellen wir eine Leistung?“). Damit ist die Prozessstrategie der eigentlichen Bewertung und Auswahl eines geeigneten Innovationsfeldes nachgelagert und wird im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter betrachtet.

Die Timingstrategie ist, neben der Technologiestrategie, ein weiteres entscheidendes Kriterium für die Bewertung eines Innovations-Suchfeldes. Hierfür ist zu beurteilen, welche Marktreife ein Innovations-Suchfeld aufweist und inwiefern sich diese mit der bevorzugten Timingstrategie des Unternehmens deckt. Der Markteintrittszeitpunkt einer Innovation wird als der zentrale strategische Entscheidungsparameter des Innovationsmanagements betrachtet (Brem und Vahs 2013, S. 108).

Abbildung 33 fasst die Teilbereiche der Innovations-Strategie und ihre jeweilige Relevanz für die Bewertung von Innovations-Suchfeldern zusammen.

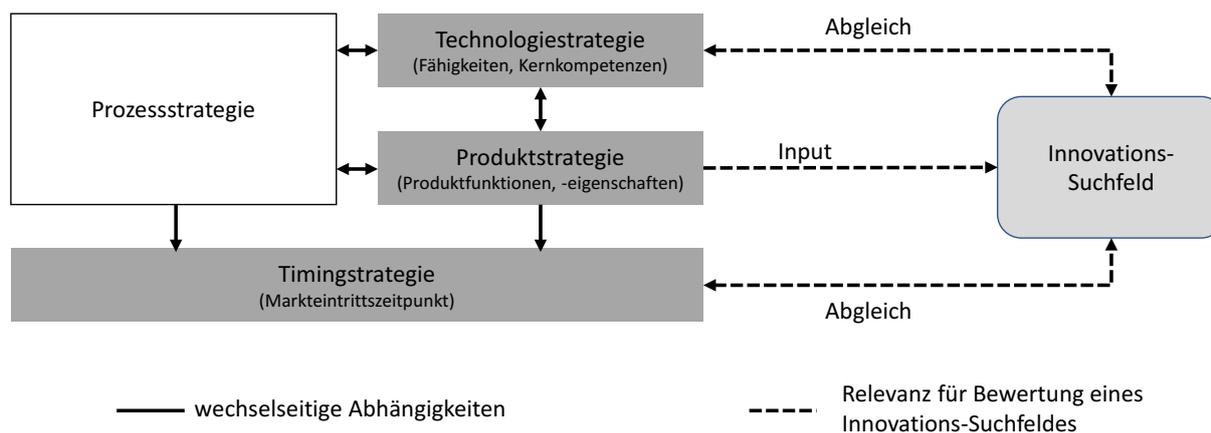


Abbildung 33: Teilbereiche der Innovationsstrategie und ihre Relevanz für Innovations-Suchfelder
(eigene Darstellung auf Basis von Brem und Vahs 2013, S.105)

5.5.2 Führungsgröße Timingstrategie

Im Rahmen der Timingstrategie lassen sich vier Strategieoptionen unterscheiden (Brem und Vahs 2013, S. 108–110):

- Die **Pionierstrategie** hat die Innovationsführerschaft zum Ziel, um dem Unternehmen zumindest temporär eine Monopolstellung am Markt zu ermöglichen. Diese Monopolstellung ermöglicht es dem Unternehmen, einen Großteil der Konsumentenrente bei innovationsfreudigen Käufern abzuschöpfen, Massenproduktionsvorteile auszunutzen und sich damit einen Erfahrungsvorsprung gegenüber Wettbewerbern zu verschaffen (vgl. Pleschak et al. 1994, S. 135). Gleichzeitig birgt diese Strategie jedoch eine große Unsicherheit hinsichtlich der Entwicklung der Kosten- und Nachfragesituation und erfordert zudem eine große FuE-Intensität, die mit hohen Kosten verbunden ist.
- Die **Strategie der frühen Folger** wird von Unternehmen gewählt, die kurze Zeit nach dem Pionier mit einem vergleichbaren Leistungsangebot in den Markt eintreten. Gegenüber der Pionierstrategie werden hier die Risiken der Markteinführung reduziert. Die Umsetzung dieser Strategie wird jedoch dadurch erschwert, dass die individuellen Präferenzen zumindest der frühen Käufer bereits durch den Pionier befriedigt worden sind. Dennoch sind auch hier eine hohe Entwicklungsintensität und kurze Entwicklungszeiten gefordert, um zeitnah eine anwendungsorientierte Weiterentwicklung der bereits erfolgreich im Markt eingeführten Innovation zu ermöglichen.
- Die **Strategie der späten Folger** wenden Unternehmen an, die erst dann im Markt auftreten, wenn sich die Marktentwicklung und das Käuferverhalten stabilisiert haben und die weitere Entwicklung relativ sicher eingeschätzt werden kann. Dabei wird auf eine strikte Ausrichtung auf die Kundenanforderungen gesetzt, wodurch die FuE-Intensität

niedrig gehalten werden kann. Effiziente Produktionsabläufe sind eine entscheidende Voraussetzung bei der Verfolgung dieser Strategie.

- Die **Imitationsstrategie** ist bei Unternehmen, die erst spät in den Markt eintreten, weit verbreitet. Dabei wird als Hauptziel die Kostenführerschaft verfolgt, die es ermöglicht, Leistungen zu niedrigen und damit wettbewerbsfähigen Preisen anzubieten. Von Vorteil ist dabei eine mögliche Vermeidung von Produktmängeln, wie sie bei innovativen Produkten wiederholt auftreten. Nachteilig sind die oft hohen Markteintrittsbarrieren.

Die inhaltliche Beschreibung dieser vier Strategieoptionen zeigt auf, dass die Wahl einer geeigneten Markteintrittsstrategie eng auf die spezifischen Fähigkeiten eines Unternehmens abzustimmen ist. So setzt die Wahl der Pionierstrategie voraus, dass ein Unternehmen über die erforderlichen Fähigkeiten verfügt, sich mit seinem Angebot gegenüber vergleichbaren Produkten oder Leistungen deutlich abzugrenzen, um darüber einen Wettbewerbsvorteil zu generieren. Andererseits kann ein früher Folger, wenn er sich durch eine hohe Kundenorientierung differenziert, ein Pionierunternehmen aus dem Markt drängen, indem er gezielt einzelne Produkt- oder Leistungseigenschaften verbessert.

5.5.3 Führungsgröße Technologiestrategie

Neben der Timingstrategie ist die Technologiestrategie, mit der die unternehmensspezifischen Kernkompetenzen definiert werden, eine notwendige Führungsgröße für die Bewertung (vgl. Kapitel 5.5.1). Daher werden im Folgenden die Kernkompetenzen eines Unternehmens detaillierter und differenziert betrachtet.

Der Begriff „Kernkompetenz“ geht auf Prahalad und Hamel (1990) zurück, die Kernkompetenz als „*systematisch gebündelte Kombinationen aus verschiedenen Technologien und Produktionsfertigkeiten, die einem Unternehmen als Grundlage für die Entwicklung einer Vielzahl von Produktlinien dienen*“ (Hinterhuber et al. 2003, S. 46), definieren. Diese Definition illustrieren sie am Beispiel des japanischen Unternehmens Honda, dessen Kernkompetenzen bei Motoren und Antriebssträngen liegen. Eine Kernkompetenz vereint dabei verschiedene Technologien und führt zu so unterschiedlichen Produkten wie Motorrädern, Rasenmähern und Automobilen (vgl. Abbildung 34). Diese Sichtweise bildet die Grundlage für ein erweitertes Verständnis von Kernkompetenzen, das nachfolgend entwickelt wird.

Kernkompetenzen spielen in drei Bereichen eine entscheidende Rolle für den strategischen Erfolg eines Unternehmens (vgl. Hinterhuber et al. 2003, S. 46):

- *Kompetenzen für den Marktzugang (Market Access Competencies)* erlauben eine gezielte Marktbearbeitung und bringen das Unternehmen mit Abnehmern in Kontakt.

Dabei werden in erster Linie Fähigkeiten in den Bereichen Vertrieb, Verkauf und Marketing angesprochen.

- *Kompetenzen für die Unternehmensabstimmung (Integrity-Related Competencies)* stellen sicher, dass die einzelnen Teilbereiche des Unternehmens schnell, flexibel und zuverlässig zusammenarbeiten. Diese Kompetenzen zielen darauf ab, Kunden eine verlässliche Leistung in hoher Qualität zu bieten. Damit bezieht sich dieser Kompetenzbereich auf die Basis- und Leistungsanforderungen im Kano-Modell (vgl. Kapitel 5.4).
- *Kompetenzen in Bezug auf Produktfunktionalitäten (Functionality-Related Competencies)* verleihen Endprodukten überlegene Funktionseigenschaften. Sie sorgen dafür, dass ein Unternehmen Produkte anbieten kann, deren Nutzen sich für den Abnehmer klar von Konkurrenzprodukten abhebt. Solche Kompetenzen lassen sich einsetzen, um Begeisterungsmerkmale für den Kunden zu erzeugen (siehe Kano-Modell).

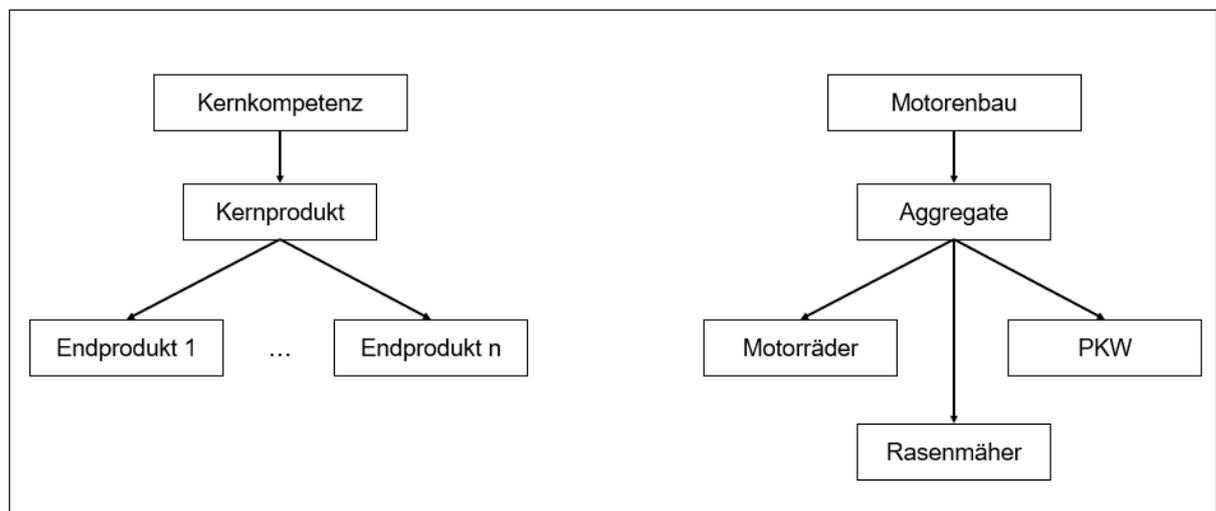


Abbildung 34: Kernkompetenzen, Kern- und Endprodukte (Hinterhuber et al. 2003, S. 46)

Um Kernkompetenzen gegenüber anderen, weniger kritischen Kompetenzen im Unternehmen abzugrenzen, entwickeln Hamel und Prahalad eine Portfolio-Darstellung. Darin ordnen sie Kompetenzen nach den beiden Kriterien *Beitrag zum Kundennutzen (Markteffektivität)* und *relative Kompetenzstärke (Kompetenzführerschaft)* ein:

- *Markteffektivität* beschreibt den Nutzeneffekt (differenzierender Nutzen), den das Unternehmen aufgrund seiner Kompetenz in der angebotenen Leistung am Markt erzielt. Mit steigendem Beitrag zum Kundennutzen erhöht sich die Markteffektivität.
- *Kompetenzführerschaft* drückt sich über den Entwicklungsstand im Vergleich zu Kompetenzwettbewerbern aus. Eine Kompetenzführung resultiert aus einer starken und langfristig unterscheidbaren Position gegenüber anderen Unternehmen im relevanten Wettbewerbsumfeld.

Anhand dieser beiden Kriterien lassen sich die vier Kompetenzgrade **Basiskompetenzen**, **Schlüsselkompetenzen**, **Kernkompetenzpotenziale** und **Kernkompetenzen** unterscheiden (vgl. Marquardt 2003, S. 32–34). Für Kernkompetenzen formulieren Hamel und Prahalad zusätzlich drei Kriterien, die erfüllt sein müssen, um sie gegenüber anderen Kompetenzen im Unternehmen abzugrenzen (Marquardt 2003, S. 31): Eine Kernkompetenz

- (1) muss zum wahrgenommenen Kundennutzen beitragen.
- (2) muss im Vergleich mit Wettbewerbern in ihrer Ausprägung einzigartig sein.
- (3) muss das Potenzial haben, neue Geschäfte aufzubauen.

Basiskompetenzen werden in vergleichbarer Form auch von Wettbewerbern beherrscht. Deshalb lässt sich daraus kein zusätzlicher Kundennutzen realisieren. Beispielsweise gehört ein funktionierender Beschaffungsprozess in Verbindung mit der Kenntnis des zugehörigen Lieferantenstamms in einem transparenten Markt zu den Basiskompetenzen. Basiskompetenzen lassen sich als Voraussetzungen beschreiben, die beherrscht werden müssen, um in dem entsprechenden Markt überhaupt tätig sein zu können. Damit stellen sie eine Art „Zugangsbarriere“ zu einer Branche dar (vgl. Marquardt 2003, S. 32).

Schlüsselkompetenzen sind Kompetenzen, mit denen sich zwar ein hoher Kundennutzen generieren lässt, Konkurrenten aber schnell eine vergleichbare Wettbewerbsposition erreichen. Mit Schlüsselkompetenzen lässt sich hier kurzfristig über einen Zusatznutzen ein Wettbewerbsvorteil erzielen, beispielsweise mit einer zusätzlichen Servicedienstleistung. Andere Marktteilnehmer sind jedoch in der Lage, diesen Vorsprung kurzfristig aufzuholen. Schlüsselkompetenzen lassen sich als „Stärken“ des Unternehmens bezeichnen, die zu eher kurzfristigen Verbesserungen führen und vom Wettbewerb ebenso in kurzer Zeit kopiert werden können (Marquardt 2003, S. 33).

Kernkompetenzpotenziale bieten Kompetenzen, in denen das Unternehmen bereits einen starken und dauerhaften Vorsprung relativ zum Wettbewerb erreicht hat, diesen aber (noch) nicht in einen Kundennutzen umsetzen kann. Solche Potenziale können beispielsweise im Bereich der Grundlagenentwicklung auftreten oder aus einer engen Zusammenarbeit mit Forschungsinstituten resultieren (Marquardt 2003, S. 33).

Kernkompetenzen stellen schließlich, gemäß den drei oben genannten Kriterien, *dauerhafte* Fähigkeiten dar, die zu einem hohen differenzierenden Kundennutzen beitragen. Dazu kann beispielsweise das Beherrschen bestimmter technologischer Herstellungsprozesse zählen. Von den Wettbewerbern verfügt in diesem Fall keiner über vergleichbare Fähigkeiten oder wäre in der Lage, kurzfristig entsprechende Fähigkeiten aufzubauen oder zu substituieren (Marquardt 2003, S. 33).

Abbildung 35 zeigt die zugehörige Portfoliodarstellung. In der frühen Phase des Innovationsprozesses, dem FEI, lässt sich aufgrund des vorhandenen Informationsdefizits noch nicht klar abschätzen, ob sich unter Anwendung einer bestimmten Kompetenz auf ein Innovationsvorhaben lediglich ein kurzfristiger Wettbewerbsvorteil erzielen lässt oder ob sich das Unternehmen dauerhaft vom Wettbewerb absetzen kann. Schlüsselkompetenzen und Kernkompetenzen lassen sich daher nicht trennscharf differenzieren. Aus diesem Grund werden beide Matrixfelder vereinfachend zusammengefasst und der davon abgedeckte Bereich als *Kernkompetenzen im weiteren Sinne* bezeichnet. Eben diese Kernkompetenzen im weiteren Sinne gehen als Führungsgröße in das Bewertungsmodell ein.

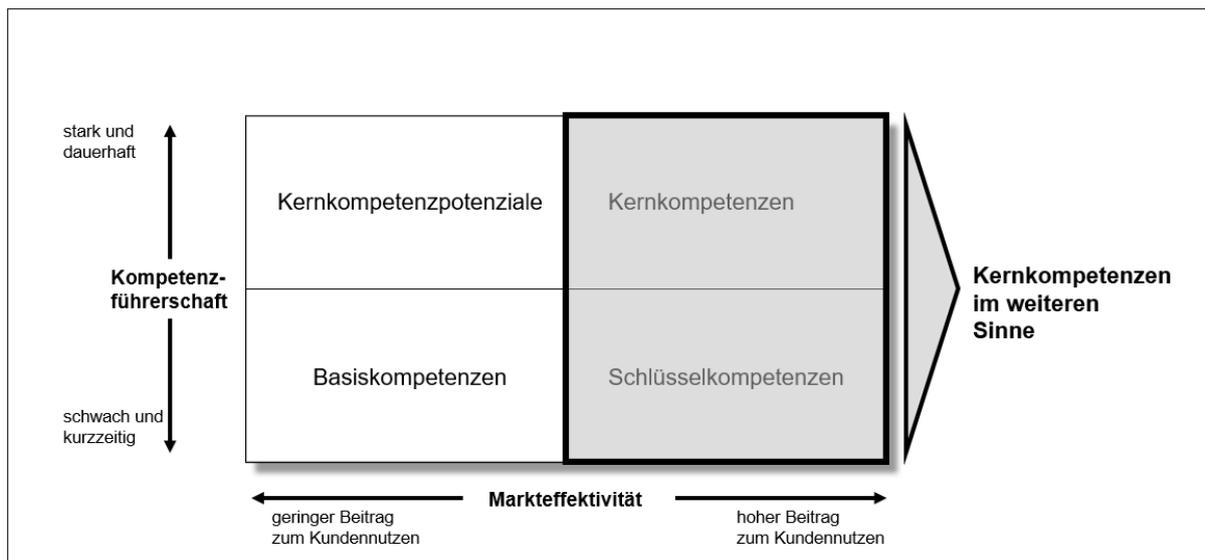


Abbildung 35: Portfolio der Unternehmenskompetenzen (in Anlehnung an Marquardt (2003, S. 32))

Bei der Betrachtung des Kompetenzportfolios unter dem Kriterium der Kompetenzführerschaft wird zudem deutlich, dass Kompetenzen von der betrachteten Untersuchungseinheit (z. B. Geschäftsfeld, Gesamtunternehmen, Branche) und von den für die Bewertung ausgewählten Referenzunternehmen abhängen. Kernkompetenzen können nur für das jeweils betrachtete Unternehmen definiert werden und sind damit unternehmensspezifisch.

5.5.4 Zusammenfassung

Die Analyse der Teilbereiche der Innovationsstrategie führt zu folgenden Erkenntnissen: Für die Bewertung eines Innovations-Suchfeldes sind die Timing- und die Technologiestrategie zu berücksichtigen. Diese beiden Teilbereiche sind insofern inhaltlich voneinander abhängig, als die Wahl der passenden Markteintrittsstrategie (Timingstrategie) auf die im Unternehmen vorhandenen Kompetenzen (Technologiestrategie) abzustimmen ist. Hinsichtlich der im Unternehmen vorhandenen Kompetenzen existieren in der frühen Phase des FEI noch keine Informationen, die eine Differenzierung zwischen Schlüsselkompetenzen, die kurzfristig einen

Wettbewerbsvorteil ermöglichen, und Kernkompetenzen, die auf einen dauerhaften Wettbewerbsvorteil ausgerichtet sind, zulassen. Deswegen werden für diese Arbeit beide Kompetenzgrade zusammengefasst und als Kernkompetenzen im weiteren Sinne bezeichnet.

5.6 Bewertungskriterien

Auf Basis der bisher erarbeiteten Grundlagen, die die erforderlichen Eingangsinformationen und Führungsgrößen für das Bewertungsmodell umfassen, werden in diesem Abschnitt die relevanten Bewertungskriterien hergeleitet.

In Kapitel 5.3.1 wurde als wesentliche inhaltliche Anforderung an das Bewertungsmodell festgehalten, dass die Auswahl einer geeigneten Marktchance auf die Geschäfts- und Innovationsstrategie abzustimmen ist. Mit der differenzierten Betrachtung der Innovationsstrategie in Kapitel 5.5 wurde herausgearbeitet, dass für die Bewertung eines Innovations-Suchfeldes die Technologiestrategie und darauf ausgerichtet insbesondere die Timingstrategie des Unternehmens zu berücksichtigen sind.

Mit der Technologiestrategie wird die Entwicklungsrichtung der Ressourcen- und Fähigkeitenbasis eines Unternehmens festgelegt (Schulte-Gehrmann et al. 2011, S. 57). Im Rahmen der Technologiestrategie werden die notwendigen Maßnahmen definiert, um die vorhandenen Ressourcen und Fähigkeiten so zu entwickeln, dass neue Technologiepotenziale entstehen. Dazu ist es notwendig, vorhandene Ressourcen und Fähigkeiten zu kennen. Diese Sichtweise geht zurück auf den Inside-out-Ansatz zur Strategieentwicklung (Schulte-Gehrmann et al. 2011, S. 57), der die im Unternehmen vorhandenen Bedingungen für eine Entwicklung fokussiert. Der Inside-out-Ansatz basiert auf dem Verständnis, dass nachhaltige Wettbewerbsvorteile durch die Mobilisierung von Ressourcen und den zielgerichteten Aufbau von seltenen, nicht imitier- oder substituierbaren Fähigkeiten erreicht werden. Ein Wettbewerbsvorteil ergibt sich dann aus der vorteilhaften Gestaltung der Umwelt. Ein Innovations-Suchfeld kann also dann für ein Unternehmen als attraktiv eingestuft werden, wenn es eine hohe Übereinstimmung mit den vorhandenen Ressourcen und Fähigkeiten aufweist. Deswegen ist ein relevantes Kriterium für die Bewertung eines Innovationsfeldes die **Anschlussfähigkeit** gegenüber der Ressourcen- und Fähigkeitenbasis.

Aus dem Blickwinkel der Timingstrategie ist abzuklären, welchen Entwicklungsstand ein Innovations-Suchfeld aufweist (vgl. Wellensiek et al. 2011, S. 110). Pioniere, die als Technologie-respektive Leistungsführer auftreten, sind dabei stärker auf schwache Signale zur frühzeitigen Identifizierung neuer technologischer Chancen angewiesen als Folger. Folgern genügen Informationen zu technologischen Entwicklungen, die in ersten Anwendungen bereits realisiert

wurden und dadurch mit einem niedrigeren Unsicherheitsgrad behaftet sind. Imitatoren wiederum benötigen vorwiegend Informationen über bereits vollzogene technologische Entwicklungen. Für sie spielt *explizites* Technologiewissen, das dokumentiert und zugänglich ist, in Verbindung mit der Analyse von Wettbewerberaktivitäten eine bedeutendere Rolle als *implizites* Technologiewissen, das auf eigenen Forschungsaktivitäten beruht. Daher ist aus Sicht der Timingstrategie zu bestimmen, mit welchem Entwicklungsstand ein Innovations-Suchfeld assoziiert ist. Diese Überlegung greift für die Einordnung auf das Konzept der Technologielebenszyklen (Schuh et al. 2011, S. 37) zurück. Lebenszyklus-Modelle basieren auf der Annahme, dass im Verlauf der Entwicklung einer Technologie unterschiedliche Reifephasen durchlaufen werden. Das Modell von Ford und Ryan (Abbildung 36) stellt den Grad der Technologieausbreitung in Abhängigkeit von der Zeit dar und unterscheidet sechs aufeinanderfolgende Phasen (vgl. Schuh et al. 2011, S. 38–39).

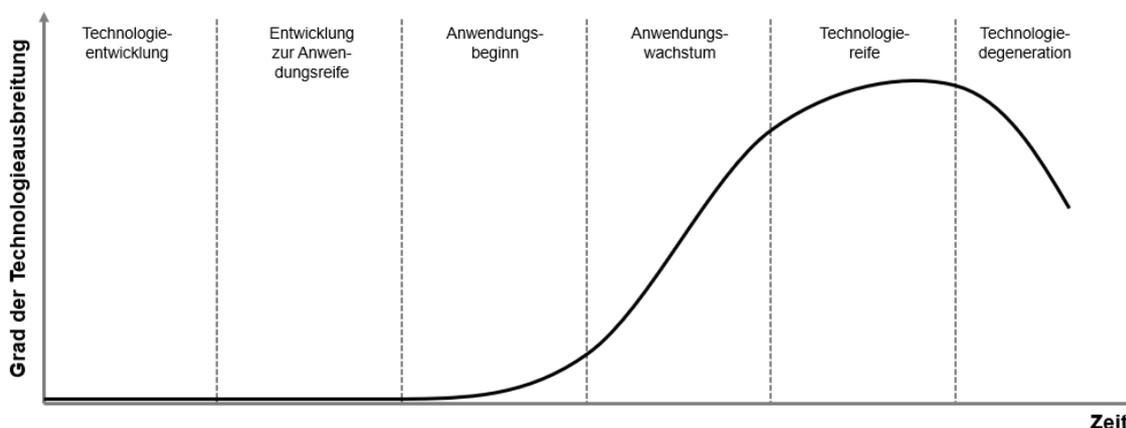


Abbildung 36: Technologielebenszyklus-Modell von Ford und Ryan (Schuh 2011, S. 38)

In der Phase der **Technologieentwicklung** werden in Forschungsinstitutionen die erarbeiteten Forschungsergebnisse gesichtet und solche Resultate selektiert, die als aussichtsreich für die Weiterentwicklung eingestuft werden. Personen außerhalb der betreffenden Institution haben zu diesem Zeitpunkt allenfalls indirekt und zeitverzögert über wissenschaftliche Publikationen Zugang zu den Ergebnissen.

Während der **Entwicklung zur Anwendungsreife** werden die Forschungsergebnisse in funktionale Anwendungen transformiert. Neue Gestaltungsmerkmale sowie Funktionen können in Form von Patenten gegenüber Konkurrenten geschützt werden.

Zu **Anwendungsbeginn** werden neuartige Produkte und Leistungen der breiten Öffentlichkeit auf Messen vorgestellt und die kommerzielle Vermarktung dieser Angebote läuft an. Teilweise erfolgt die Kommerzialisierung neuer Angebote auch über Start-up-Unternehmen. Diese jungen,

noch nicht etablierten Unternehmen haben zum Ziel, neuartige Geschäftsideen auf den Markt zu bringen, und können somit als Indikator für den Markteintritt dienen.

Anwendungswachstum und Technologiereife sind dadurch gekennzeichnet, dass sich Produkte und Leistungen am Markt etabliert haben und in der Regel von verschiedenen, konkurrierenden Anbietern bezogen werden können. Entsprechende Produkte und Leistungen sind dann in branchenspezifischen Marktverzeichnissen aufgeführt, wobei die angebotenen Funktionalitäten sukzessive optimiert und weiter ausgebaut werden.

Mit der Phase der **Technologiedegeneration** ist der stetige Rückgang der Anwendungsbreite assoziiert. Oftmals lässt sich zeitgleich eine zunehmende Substitution einer vorhandenen Technologie durch eine neue beobachten.

Diese Phasen beschreiben im Technologielebenszyklus-Modell unterschiedliche Ausprägungen der Marktreife einer Technologie. Solange keine Anwendungsreife vorliegt, wird ein Produkt bzw. eine Leistung nicht am Markt angeboten. Der Anwendungsbeginn fällt zusammen mit dem Markteintritt und die nachfolgenden Phasen beziehen sich auf Produkte und Leistungen, die sich am Markt etabliert haben. Der **Marktreifegrad** stellt demzufolge aus der Perspektive der Timingstrategie das zweite relevante Kriterium bei der Bewertung von Innovations-Suchfeldern dar.

Da in der vorliegenden Arbeit ein Bewertungsmodell für Marktchancen konzipiert wird, spielt neben der Technologie- und der Timingstrategie auch die Marktsicht eine zentrale Rolle. Aus dieser Perspektive ist zu prüfen, ob ein Innovationsfeld in der Lage ist, aktuelle Kundenbedürfnisse anzusprechen und ob dabei auch künftige Marktentwicklungen (Trends) berücksichtigt werden. Aus dieser Überlegung resultiert als drittes relevantes Kriterium die **Marktorientierung**. Abbildung 37 fasst die für die Bewertung relevanten Kriterien zusammen.



Abbildung 37: Zusammenfassung der Bewertungskriterien

5.7 Ableitung der Bewertungsmetriken

5.7.1 Grundgedanken zum Messverfahren

Neben den in Kapitel 5.6 hergeleiteten Bewertungskriterien sind für die Auswahl und Definition von Metriken sowie den Messvorgang selbst noch weitere formale Aspekte zu berücksichtigen (Gerpott 2013, 91-92;210-211); (Witte 2018, S. 2–3); (Stübner 2012, S. 108–110). Himme (2009, S. 485–486) differenziert in diesem Kontext zwischen Hauptgütekriterien und Nebengütekriterien. Als *Hauptgütekriterien* eines Messinstruments gelten danach:

- **Objektivität.** Dieses Kriterium fordert, dass ein Messvorgang nachvollziehbar und personenunabhängig ist: Verschiedene Personen sollten bei der Messung unter vergleichbaren Umständen zu den gleichen Messergebnissen gelangen. Dabei werden drei unterschiedliche Aspekte berücksichtigt: *Durchführungsobjektivität* ist gegeben, wenn sämtliche verwendeten Informationsquellen und deren Verarbeitung offengelegt und dokumentiert sind, ohne dass der Untersuchungsleiter mit eigenen Vorstellungen das Untersuchungsziel beeinflussen kann. *Auswertungsobjektivität* stellt sicher, dass es bei der Auswertung der Messergebnisse keine Freiheitsgrade gibt. *Interpretationsobjektivität* gewährleistet, dass aus gleichen Ergebnissen gleiche Schlussfolgerungen gezogen werden.
- **Reliabilität.** Dieses Kriterium steht für die Zuverlässigkeit und Stabilität eines Messinstruments. Die Messergebnisse müssen bei wiederholter Messung reproduzierbar sein.
- **Validität:** Eine Metrik erfüllt das Kriterium der Gültigkeit und ist damit valide, wenn die Messergebnisse einen eindeutigen und unmittelbaren Rückschluss auf die Ausprägung des untersuchten Merkmals erlauben.

Neben den Hauptgütekriterien sind auch die folgenden *Nebengütekriterien* eines Messinstruments zu berücksichtigen (vgl. Himme 2009, S. 485–486):³²

- **Normierung (Eichung):** Die Messergebnisse lassen sich auf einer Skala eindeutig abbilden. Dadurch können Ergebnisse verschiedener Tests verglichen werden.
- **Ökonomie:** Aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten soll die Messung derart verlaufen, dass sich die Kosten der Durchführung und der Zeitbedarf im Rahmen halten. Dies ist dann erfüllt, wenn die Kosten für die Messung unter dem erwarteten Nutzen liegen.
- **Praktikabilität:** Aus der Perspektive der Anwendbarkeit des Messinstruments ist ein Messverfahren auszuwählen, das für den betrachteten Untersuchungszweck ange-

³² Das Kriterium der Vergleichbarkeit wird hier nicht eigenständig aufgeführt, da dies unter dem Kriterium der Normierung und den verschiedenen Formen der Reliabilität und Validität einzuordnen ist.

messen ist. Zudem soll die Messung auf einen Untersuchungsgegenstand bezogen werden, für den es ein praktisches Bedürfnis gibt.

Bei der Bewertung von Innovations-Suchfeldern können die beiden Hauptgütekriterien Objektivität und Reliabilität durch eine Offenlegung der verwendeten Datenquellen und Vorgehensschritte sowie eine automatisierte Ausführung vordefinierter Bewertungslogiken erfüllt werden. Um die Interpretationsobjektivität zu gewährleisten, lassen sich Schemata als Interpretationshilfen einsetzen, damit aus gleichen Ergebnissen auch vergleichbare Schlussfolgerungen gezogen werden. Die Validität als wichtigstes Kriterium – Angaben, deren Validität nicht nachgewiesen ist, sind für objektive Qualitätsbewertungen unbrauchbar (Witte 2018, S. 2) – ist jedoch am schwersten zu erfüllen. Wissenschaftlich kann die Validität bestimmter Kriterien mithilfe empirischer Studien geprüft werden – was im Untersuchungsbereich der vorliegenden Arbeit besonders schwer zu erfüllen ist, da das FEI durch ein hohes Informationsdefizit und damit einen hohen Unsicherheitsgrad charakterisiert ist. Damit wird der Nachweis der Validität von Kennzahlen stark erschwert. Bei einer differenzierten Betrachtung dieses Problems zeigt sich jedoch, dass Output-orientierte Kennzahlen (z. B. Anzahl erteilter Patente für eine bestimmte Technologie in einem Zeitintervall) für die Informationsbewertung im FEI eine sehr hohe Mess-tauglichkeit haben. Deutlich weniger valide sind hier Input-orientierte Kennzahlen (z. B. FuE-Aufwendungen bezogen auf die Umsatzerlöse). Hier muss eine Kausalität zwischen Ressourcen und Leistungsergebnissen bewusst unterstellt werden (vgl. Gerpott 2013, S. 76).

Unter den Nebengütekriterien ist bei der Konzeption des Bewertungsmodells die Ökonomie das wichtigste, da die Zeitreduktion bei der Informationsrecherche vorrangiges Ziel ist.

Basierend auf den ausgeführten Grundgedanken zu den Bewertungskriterien werden im nachfolgenden Abschnitt die Metriken für die Bewertung hergeleitet.

5.7.2 Vorgehensweise: Goal-Question-Metric

Um die in Kapitel 5.6 beschriebenen Bewertungskriterien zur Messung einsetzen zu können, bedarf es einer Operationalisierung mithilfe geeigneter Metriken. Bei einer Metrik handelt es sich um eine Funktion, die den Erfüllungsgrad eines Kriteriums als Zahlenwert darstellt (vgl. Broy und Kuhrmann 2013, S. 333). Für die Auswahl der Metriken ist, neben den in Kapitel 5.7.1 erläuterten Grundgedanken, die Zielsetzung entscheidend, die der Messung zugrunde liegt. Ein Ansatz, der sich in der Software-Entwicklung für die Abstimmung von Metriken auf die Messziele bewährt hat, ist die *Goal-Question-Metric* Methode (*GQM*) (Broy und Kuhrmann 2013, S. 341); (Kavakli, S. 2). Durch die Anwendung der Methode wird sichergestellt, dass die abgeleitete Spezifikation mit den ursprünglichen Anforderungen übereinstimmt, was eine Analogie mit der vorliegenden Problemstellung darstellt.

Inhaltlich handelt es sich bei GQM um einen Top-down-Ansatz, der, ausgehend vom Messziel, die Bewertungskriterien mithilfe von Fragen bis auf die Ebene anwendbarer Metriken konkretisiert. Die Interpretation der ermittelten Werte erfolgt anschließend in umgekehrter Richtung, bottom-up. Dabei werden aus der Analyse der Messdaten zunächst die anfangs formulierten Fragen beantwortet. Anschließend wird auf Grundlage der Antworten der Erfüllungsgrad der Bewertungskriterien bestimmt.

Eine entscheidende Anforderung hinsichtlich der Aussagekraft der Ergebnisse ist die Validität der Messung. GQM zeichnet sich durch zwei wesentliche Eigenschaften aus, die die geforderte Validität der Messung unterstützen (vgl. Broy und Kuhmann 2013, S. 342). Einerseits wird durch das stufenweise Vorgehen zur Ableitung der Fragen und dazu passender Metriken gewährleistet, dass nur gemessen wird, was für die definierten Messziele relevant ist. Andererseits ist das Vorgehen transparent: Anhand der zugehörigen Dokumentation lässt sich jederzeit nachvollziehen, wie eine Messung durchgeführt wurde.

Diese Charakteristika qualifizieren die GQM-Methode für den Einsatz bei der vorliegenden Problemstellung. Daher wird sie nachfolgend operationalisiert.

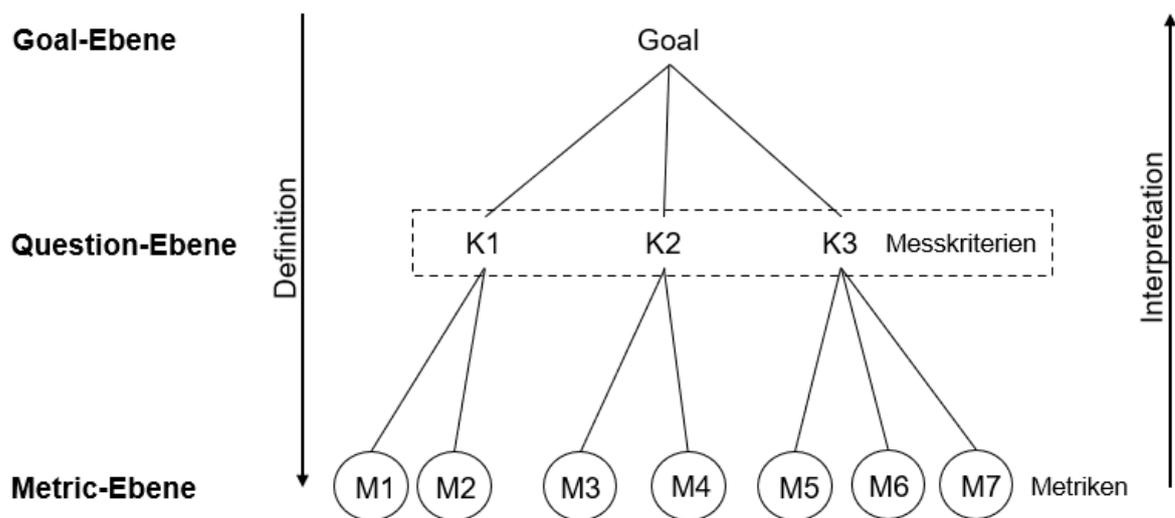


Abbildung 38: Goal-Question-Metric-Ansatz (eigene Darstellung in Anlehnung an Broy und Kuhmann 2013, S. 342 und Basili et al. 1994, S. 3)

Bei GQM werden drei Ebenen unterschieden (siehe Abbildung 38). Auf der konzeptionellen *Goal-Ebene* wird zunächst bestimmt, welche Ziele mit der Messung verfolgt werden. Diese Ziele werden anhand von fünf Aspekten konkretisiert (vgl. Witte 2018, S. 147):

- Objekt der Messung;
- Zweck der Messung;
- Qualitätsfokus (Welche Eigenschaften des betrachteten Objekts sollen gemessen werden?);

- Subjekt der Messung (Aus welcher Perspektive soll gemessen werden?);
- Kontext der Messung (In welcher Umgebung erfolgt die Messung?).

Die strukturierte Beschreibung der Goal-Ebene dient dazu, die relevanten Einflussfaktoren für ein Messziel einzugrenzen. Angewendet auf das Bewertungsmodell lassen sich die oben genannten Aspekte folgendermaßen konkretisieren:

- Objekt der Messung: ein Innovations-Suchfeld.
- Zweck der Messung: Bestimmung des strategischen Wertes eines Innovations-Suchfeldes.
- Qualitätsfokus: Es erfolgt eine Betrachtung hinsichtlich der drei Kriterien Marktreifegrad, Marktorientierung und Anschlussfähigkeit.
- Subjekt der Messung: Es wird aus Sicht eines Unternehmens bewertet.
- Kontext der Messung: Die Messung erfolgt im Innovationsprozess in der Phase des FEI, das durch ein Informationsdefizit und einen hohen Risikograd charakterisiert ist. Ziel ist die Bewertung zukünftiger Marktchancen, die sich durch die weitere Bearbeitung eines Innovations-Suchfeldes realisieren lassen.

Die *Question*-Ebene dient dazu, die Messziele mithilfe verschiedener, quantifizierbarer Fragen zu operationalisieren. Die Fragen sind dafür jeweils auf eine konkrete, durch die Zieldefinition vorgegebene Sichtweise auszurichten. Inhaltlich zielen die Fragen darauf ab, das Objekt der Messung auf ein ausgewähltes Qualitätsmerkmal hin zu untersuchen und dazu die Ausprägung aus einer vorab gewählten Perspektive zu bestimmen (vgl. Basili et al. 1994, S. 3).

Die untere *Metric*-Ebene des Modells bilden Messdaten, die eine quantitative Beantwortung der formulierten Fragen ermöglichen. Hinsichtlich der erhobenen Daten werden „objektive“ und „subjektive“ Daten unterschieden (vgl. Basili et al. 1994, S. 3):

- Als objektiv werden die Daten bezeichnet, wenn ausschließlich das zu messende Objekt betrachtet wird.
- Bei subjektiven Daten wird zusätzlich die jeweilige Sichtweise der messenden Person berücksichtigt, wie etwa bei der Beurteilung der Lesbarkeit eines Textes.

Ergänzend ist anzumerken, dass eine Metrik zur Beantwortung mehrerer Fragen beitragen kann und dass zur Beantwortung einer Frage meist mehrere Metriken erforderlich sind.

In den Kapiteln 5.7.3–5.7.5 wird die GQM-Methode auf die Bewertung von Innovations-Suchfeldern angewendet. Ziel ist, die zugehörige GQM-Pyramide zu erstellen. Ausgangspunkt dazu ist das Ziel der Messung, das im vorliegenden Fall die Bestimmung des strategischen Wertes eines Innovations-Suchfeldes umfasst. Dieses Ziel wird im Weiteren hinsichtlich der drei Kriterien Marktreife, Marktorientierung und Anschlussfähigkeit anhand von Fragen weiter

operationalisiert. Diese Operationalisierung auf Ebene 1 der GQM-Pyramide zeigt Abbildung 39, in der Goal- und Question-Ebene dargestellt sind.



Abbildung 39: Goal-Question Pyramide für die Bewertung eines Innovations-Suchfeldes

In den folgenden Kapiteln werden die für die Question-Ebene benötigten Metriken hergeleitet.

5.7.3 Marktreife

Grundlage für die Bestimmung der Marktreife eines Innovations-Suchfeldes sind die Phasen im Technologie-Lebenszyklus. Diese Phasen lassen sich im Hinblick auf den Entwicklungsstand eines Innovations-Suchfeldes in die drei Kategorien: „Vor Markteintritt“ (pre-market), „Markteintritt“ (market entry) und „etabliertes Marktangebot“ (market domain) differenzieren. Die für jede Phase bestimmenden Charakteristika werden nachfolgend herausgearbeitet.

Grundlegend ist festzuhalten, dass für die Ermittlung der Marktreife keine allgemeingültige Messgröße existiert. Die verbreiteten Technologielebenszyklus-Modelle unterstellen einen S-förmigen Verlauf des Technologiereifegrades über die Zeit, bieten jedoch keine verlässliche Unterstützung, um die aktuelle Position einer Technologie auf diesem Kurvenverlauf zu bestimmen (Gerpott 2013, S. 114–119). Zudem fokussieren diese Modelle technologische Anwendungen und gehen nicht näher auf die Marktreife von Dienstleistungen ein. Eine weitere Einschränkung besteht darin, dass Detail- und Hintergrundinformationen, die für die Bewertung benötigt werden, schwer zugänglich sind. Diese Informationen liegen oft konzentriert in einzelnen Unternehmen vor und sind damit nicht für die Öffentlichkeit verfügbar. Deswegen müssen Indikatoren als Ersatzgrößen gesucht werden, mit denen auf den Reifegrad des Innovations-Suchfeldes geschlossen werden kann (vgl. Bügel et al. 2009, S. 23). Als Indikator wird dabei eine Messgröße bezeichnet, die einen bestimmten Sachverhalt, der sich aufgrund seiner Komplexität einer exakten und umfassenden Messung entzieht, ausschnittsweise bzw. stellvertretend abbildet. Da jeder Indikator nur einen Teil des Technologiezustandes erfasst, bedarf es für die Bestimmung der Marktreife einer Kollektion von Indikatoren. Bei der gleichzeitigen Betrachtung mehrerer Indikatoren ergänzen sich die Einzelinformationsbeiträge. Dies führt

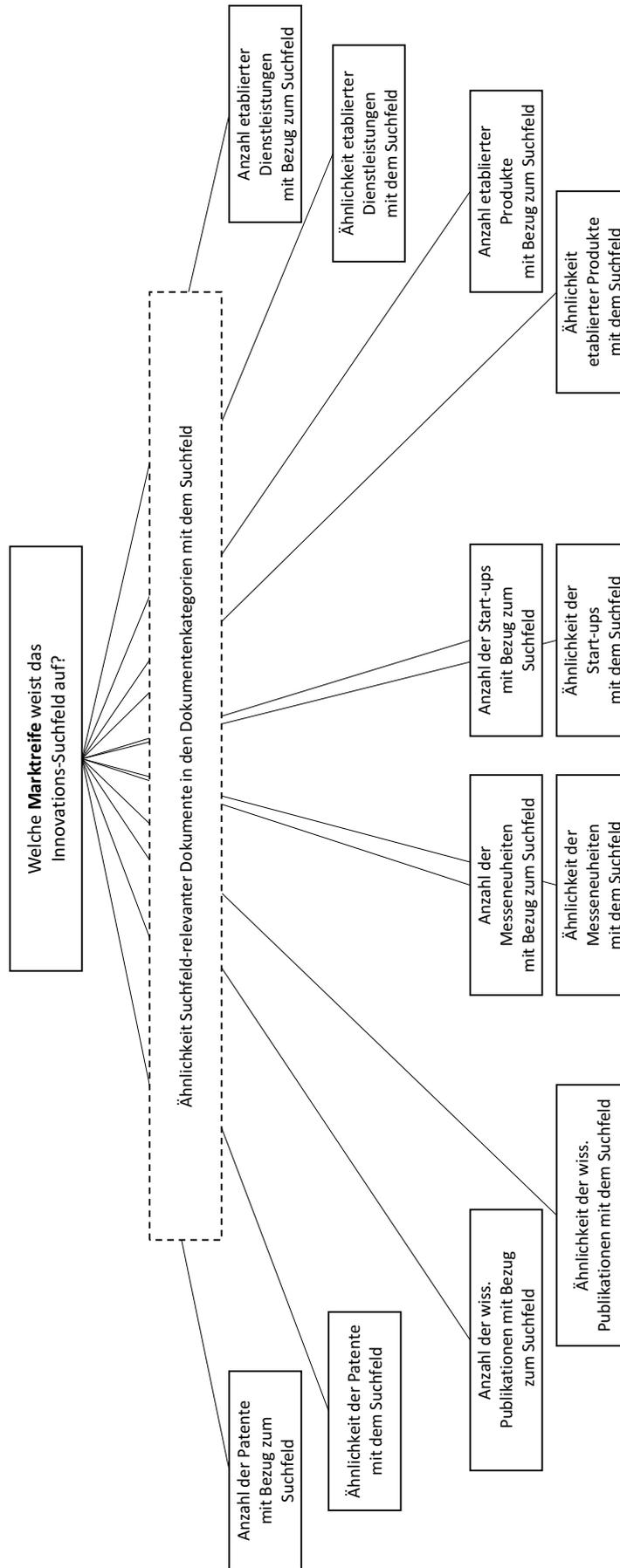


Abbildung 40: Metriken für den Indikator „Marktreife“

zu der begründeten Annahme, dass die Werte einer gut gewählten Indikatorkombination zu jedem Zeitpunkt ein charakteristisches Bild des Entwicklungszustandes zeigen.

Für den Zeitraum vor Markteintritt liefern insbesondere *Patentveröffentlichungen* und *Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften* Hinweise auf Themen, die FuE-seitig bedeutsam sind (Wellensiek et al. 2011, S. 133–134). Als Output-Größen geben sie zwar mit zeitlichem Versatz Auskunft über bereits erfolgte Entwicklungstätigkeiten, bieten jedoch den Vorteil, dass Patentveröffentlichungen und wissenschaftliche Publikationen objektiv erfasst werden können. Während Erstere insbesondere für technologisch geprägte Innovationsvorhaben relevant sind, decken Letztere ein breiteres Feld ab und erfassen auch Inhalte, die für die Entwicklung neuartiger Dienstleistungsangebote relevant sind. Wichtig beim Einsatz dieser beiden Indikatoren ist die Eingrenzung der zu berücksichtigenden Datensätze. Dabei ist sicherzustellen, dass nur solche Patente und Zeitschriftenartikel herangezogen werden, die in einem inhaltlichen Zusammenhang mit dem Innovations-Suchfeld stehen. Zudem ist im Hinblick auf die Aktualität der ausgewählten Dokumente das Zeitintervall der Veröffentlichung einzugrenzen.

Um den Zeitpunkt des Markteintritts zu erfassen, sind Informationen relevant, die Auskunft über den Kommerzialisierungsbeginn neuer Produkt- und Dienstleistungsangebote geben. Dazu zählen für Produktinnovationen *Messeneuheiten*, die erstmalig der Öffentlichkeit vorgestellt werden. Parallel dazu geben *Start-up-Unternehmen* Hinweise auf Marktneuheiten. Auch bei diesen beiden Indikatoren ist eine geeignete Selektion erforderlich, die den Zusammenhang mit dem betrachteten Innovations-Suchfeld sowie die zeitliche Eingrenzung des Betrachtungszeitraums veröffentlichter Informationen berücksichtigt.

Weitere Indikatoren werden benötigt, um zu erkennen, dass sich ein Angebot am Markt bereits etabliert hat. Dafür qualifizieren sich *Produkte und Dienstleistungen*, die bereits seit Längerem am Markt verfügbar sind und demzufolge in Fachverzeichnissen und Katalogen für Produkte und Dienstleistungen gelistet sind. Auch hier sind bei der Auswahl der Bezug zum betrachteten Innovations-Suchfeld und der Zeithorizont zu beachten.

Abbildung 40 zeigt auf Ebene 2 der GQM-Pyramide die Metriken für den Indikator „Marktreife“.

5.7.4 Marktorientierung

Die in Kapitel 5.7.3 für die Bestimmung der Marktreife als wesentliche Informationsgrößen identifizierten Patente, Publikationen, Messeneuheiten, Start-up-Aktivitäten sowie Produkte und Dienstleistungen tragen dazu bei, die Beschreibung des Innovations-Suchfeldes zu präzisieren, erweitern aber gleichzeitig den Denkraum auch für nachfolgende Untersuchungen. Das so erweiterte Innovations-Suchfeld kommt für die Ermittlung der verbleibenden Kennzahlen zum Einsatz, um die Ergebnisqualität beim Dokumentenvergleich zu erhöhen. Zunächst wird dieser Ansatz auf die Bestimmung der Marktorientierung angewendet. Hinter diesem Kriterium steht

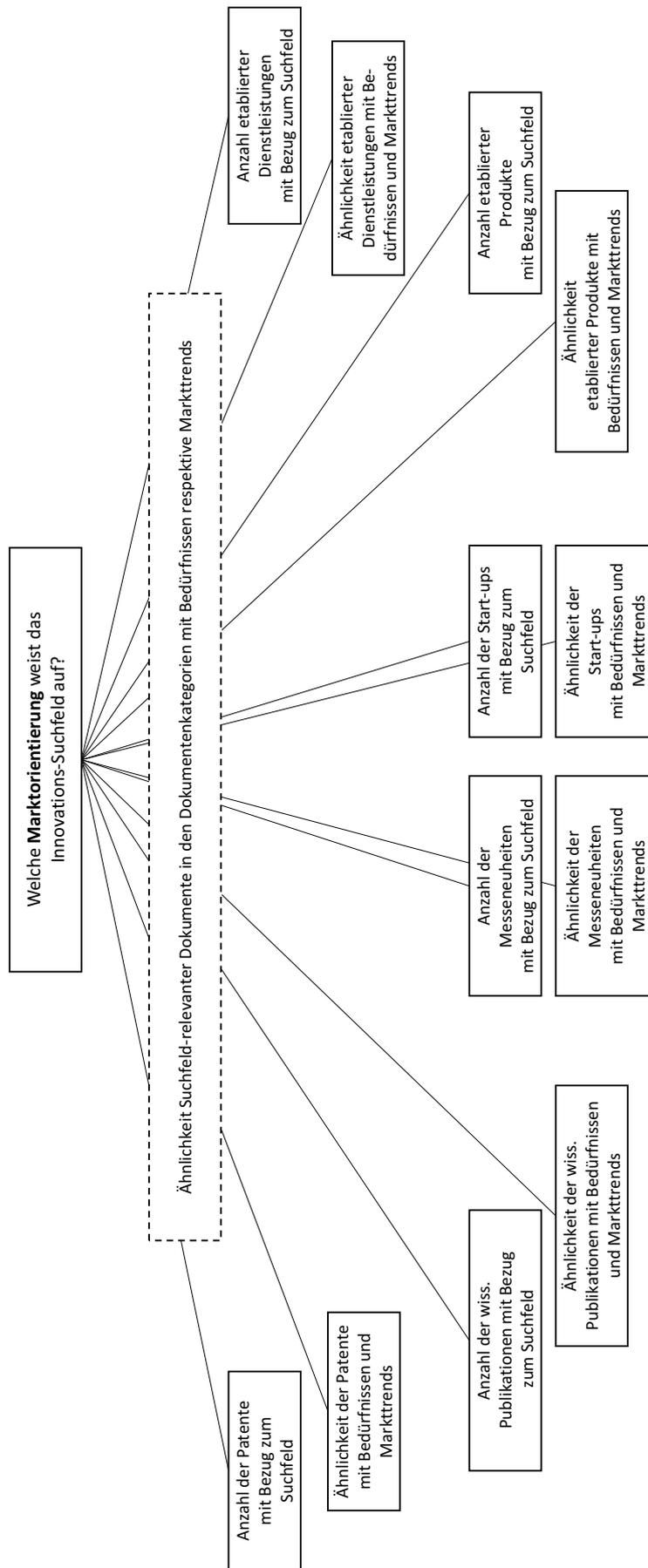


Abbildung 41: Metriken für den Indikator „Marktorientierung“

die Frage, wie gut ein Innovations-Suchfeld auf aktuelle Kundenbedürfnisse und erwartete Markttrends ausgerichtet ist.

Eine mögliche Datenbasis zur Identifikation der Kundenbedürfnisse ist Marktforschung durch Kundenbefragung und Reklamationsmanagement. Im positiven Fall werden bestimmte Funktionen und Eigenschaften der angebotenen Leistungen von Kunden hervorgehoben, im negativen Fall Erwartungen geäußert, was geändert oder ergänzt werden sollte. Die Erfassung dieser Informationen wird durch CRM-Systeme³³ unterstützt, die mittlerweile als betriebliche Software weit verbreitet sind.

Im Gegensatz zu Kundenrückmeldungen werden Markttrends aus Basisdaten verschiedener Datenquellen abgeleitet. Die Ermittlung von Markttrends zählt zum Leistungsangebot von Unternehmen, die sich auf Trendforschung spezialisiert haben. Ergebnisse werden in Datenbanken bereitgestellt, wobei es sowohl kostenpflichtige³⁴ als auch kostenfreie³⁵ Zugänge gibt. Die Angebote unterscheiden sich dabei hinsichtlich Marktabdeckung und Detaillierungsgrad der identifizierten Trends. Auf das Vorgehen zur Ermittlung von Trends wird in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen; für die Weiterarbeit wird vorausgesetzt, dass die Identifizierung von Markttrends bereits stattgefunden hat und die zugehörigen Ergebnisse vorliegen.

Auf dieser Basis kann nun ein inhaltlicher Abgleich der Dokumente, die den erweiterten Denkraum des Innovations-Suchfeldes bilden, mit identifizierten Markttrends erfolgen. Dabei wird berücksichtigt, dass die assoziierten Dokumentenkategorien unterschiedliche inhaltliche Ausprägungen aufweisen. Deswegen erfolgt der Abgleich je Dokumentenkategorie.

Das Schema der Metriken für den Indikator „Marktorientierung“ auf Ebene 2 der GQM-Pyramide enthält Abbildung 41.

5.7.5 Anschlussfähigkeit

Die Messgröße „Anschlussfähigkeit“ dient der Bewertung, wie gut ein definiertes Innovations-Suchfeld auf die unternehmensspezifischen Kompetenzen abgestimmt ist. Dafür sind zunächst dessen (Kern-)Kompetenzen zu formulieren. Unterstützung bei der Identifikation der Kernkompetenzen kann das Erstellen einer Prozesslandkarte leisten. Dafür werden zunächst die Hauptprozesse im Unternehmen aufgenommen und nachfolgend in Führungs-, Kern- und Unterstützungsprozesse unterschieden. Die Kernkompetenzen stehen dabei in engem Zusammenhang mit den Kernprozessen und sind maßgeblich für deren Ausprägung. Im Umkehr-

³³ CRM-Systeme unterstützen das Kundenbeziehungsmanagement eines Unternehmens und sind Grundlage der ganzheitlichen und abgestimmten Interaktion eines Unternehmens mit seinen Kunden (Alpar et al. 2019, S. 327).

³⁴ Z. B. Trendexplorer von Trendone (www.trendexplorer.com).

³⁵ Z. B. TrendHunter (www.trendhunter.com).

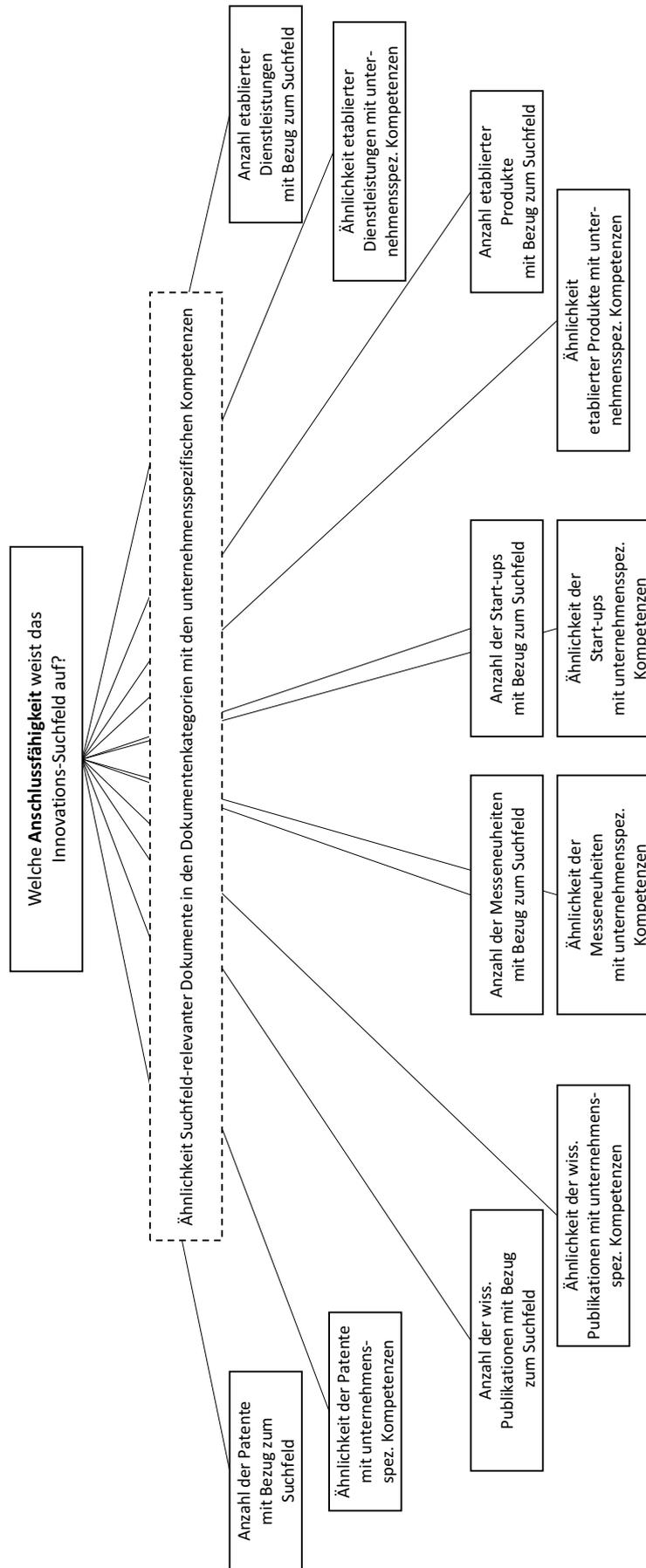


Abbildung 42: Metriken für den Indikator „Anschlussfähigkeit“

schluss lassen sich so die Kernprozesse dafür einsetzen, die Ausprägung der Kernkompetenzen vertieft zu beschreiben.

Sobald die Kernkompetenzen des Unternehmens definiert sind, kann der Indikator „Anschlussfähigkeit“ bestimmt werden. Dazu erfolgt ein Abgleich zwischen dem erweiterten Denkraum des Innovations-Suchfeldes mit den ermittelten Kernkompetenzen. Hierbei wird ebenfalls, wie bei der Bestimmung des Indikators „Marktorientierung“, berücksichtigt, dass die mit einem Innovations-Suchfeld assoziierten Dokumentenkategorien unterschiedlichen Marktreifegraden zugeordnet sind. Deswegen erfolgt der Abgleich je Dokumentenkategorie.

Abbildung 42 zeigt auf Ebene 2 der GQM-Pyramide die mit dem Indikator „Anschlussfähigkeit“ korrespondierenden Metriken.

5.7.6 Zusammenfassung der Erkenntnisse

Das Bewertungsmodell, mit dem Marktchancen im FEI hinsichtlich ihrer Attraktivität für ein Unternehmen bewertet werden können, gründet sich auf Innovations-Suchfelder, die aus den Merkmalen einer Marktchance abgeleitet werden und Anforderungen an Produkte und Services formulieren. Charakteristika für Innovations-Suchfelder sind das Denken in Funktionen und das Denken in Bedürfnisebenen, die auf den Kunden ausgerichtet sind. Dabei wird das Prinzip der Abstraktion angewendet. Je höher der angestrebte Innovationsgrad ist, desto höher muss die Betrachtungsebene bei der Abstraktion gewählt werden.

Die systematische Sammlung der für die Bewertung erforderlichen Informationen erfolgt nach dem Prinzip der *Constrained, systematic search*. Dieses stützt sich auf die Zusammenfassung aussichtsreicher Informationskanäle zu *Consideration Sets*, die, abgestimmt auf das jeweilige Unternehmen, als Datenquellen dienen.

Um die Auswahl einer geeigneten Marktchance auf die Geschäfts- und Innovationsstrategie hin abzustimmen, müssen insbesondere die Technologiestrategie und die Timingstrategie, die festlegt, ob ein Unternehmen einen Markteintritt als Pionier oder Folger anstrebt, berücksichtigt werden. Im Hinblick auf die Ausrichtung der Innovationsstrategie lassen sich drei wesentliche Bewertungskriterien ableiten:

- Das Kriterium *Marktreifegrad* gibt Auskunft über den Entwicklungsstand eines Innovations-Suchfeldes und differenziert dafür die drei Ausprägungen „vor Markteintritt“ (pre-market), „Markteintritt“ (market entry) und „etabliertes Marktangebot“ (market domain).
- Wie gut ein Innovations-Suchfeld auf aktuelle Kundenbedürfnisse und erwartete Markttrends ausgerichtet ist, erfasst die *Marktorientierung*.
- Das Kriterium *Anschlussfähigkeit* dient der Bewertung, wie gut ein definiertes Innovations-Suchfeld auf die unternehmensspezifischen Kompetenzen abgestimmt ist.

Auf Basis der nun feststehenden Kenngrößen wird im folgenden Abschnitt ein geeignetes Messverfahren bestimmt.

5.8 Auswahl des Messverfahrens

Gemäß der in Kapitel 5.4.2 getroffenen Eingrenzung bilden Textdaten die Informationsbasis für das Messverfahren. Aus dieser Informationsbasis sind in einem ersten Schritt die für die Bewertung eines Innovations-Suchfeldes relevanten Dokumente herauszufiltern. Unterstellt man ein konventionelles Vorgehen, dann müssen die Dokumente der Informationsbasis, anhand der Beschreibung des Innovations-Suchfeldes, durch eine Person gesichtet sowie relevante Textpassagen markiert bzw. in ein zusätzliches Ergebnisdokument übertragen werden. Dieses Vorgehen setzt voraus, dass die *Semantik*, also die Bedeutung eines Wortes, erfasst wird (Korell und Schloen 2012, S. 24). Analog wird dieses Vorgehen beispielsweise angewendet, wenn zu einem Foto ein Stichwort zum Inhalt, beispielsweise der Ort der Aufnahme, hinzugefügt wird; dies zeigt, stark vereinfacht, das Grundprinzip einer semantischen Informationsextraktion. Aufbauend auf diesem Grundprinzip hat das Unternehmen Amazon mit der Anwendung „Mechanical Turk“³⁶ ein eigenes Geschäftsmodell entwickelt. Dabei können Personen, die Texte annotiert haben möchten, diese auf eine Internet-Plattform stellen. Auf der Plattform registrierte Crowdworker können sich dann um die Bearbeitung der Texte gegen Bezahlung bewerben. Zu den Nachteilen solch manueller Annotationsverfahren zählen allerdings insbesondere die folgenden beiden Punkte (vgl. Korell und Schloen 2012, S. 25):

- Die manuelle Annotation ist mit einer steigenden Anzahl an Dokumenten aufgrund des erforderlichen Zeitaufwandes nicht mehr wirtschaftlich durchführbar.
- Gerade bei Fachtexten besteht die Problematik, geeignete Experten zu finden, die in der Lage, sind die Texte ordnungsgemäß zu annotieren.

In Anbetracht der großen Anzahl an Dokumenten in der Datenbasis³⁷ und deren Fachbezug sind IT-gestützte Verfahren zur semantischen Informationsextraktion der manuellen Annotation vorzuziehen. Für IT-gestützte Verfahren spricht, dass sich so bei der Analyse von Dokumenten eine Zeitersparnis von mehr als 50 Prozent gegenüber einem manuellen Vorgehen erzielen lässt (Korell und Schloen 2012, S. 25). Solche Verfahren sollten gemäß Aufgabenstellung dieser Arbeit geprüft werden, wie sie konkret aus einer vorhandenen Datenbasis diejenigen Informationen selektieren, die mit dem Innovations-Suchfeld in einem inhaltlichen Zusammenhang stehen und demzufolge für die Evaluation des Suchfeldes relevant sind.

³⁶ Quelle: www.mturk.com (aufgerufen am 08.12.2021).

³⁷ Die Anzahl der in Europa im Jahr 2019 erteilten Patente allein liegt bereits bei über 60.000 (Basis: Statistik des European Patent Office (EPO) für das Jahr 2019, herausgegeben am 27.01.2020).

Diese Anforderung deckt sich mit der Definition des **Information Retrievals (IR)** nach Henrich. Danach dient IR zur „(Wieder-)Gewinnung von Informationen, die von jemandem in einer konkreten Situation zur Lösung von Problemen benötigt werden“ (Henrich 2008, S. 21). Neben dem Information Retrieval gibt es noch weitere, inhaltlich ähnliche Ansätze. Diese werden nachfolgend vorgestellt, gegeneinander abgegrenzt und hinsichtlich ihrer Eignung für die vorliegende Aufgabenstellung untersucht.

Data Retrieval bezeichnet die klassische Suche in einer Datenbank mithilfe einer strukturierten Abfrage (SQL³⁸-Abfrage) (vgl. Koch 2010, S. 66). Dieser Ansatz setzt voraus, dass Daten strukturiert dargestellt und nicht mehrdeutig sind. Gleichfalls wird davon ausgegangen, dass der Anwender seinen Informationsbedarf präzise formulieren kann und detaillierte Kenntnis über den Inhalt der im System gespeicherten Dokumente hat. Im vorliegenden Fall lassen sich diese Anforderungen nicht erfüllen. Die Datenbasis besteht hier aus unstrukturierten Textdaten, deren Semantik erst noch erschlossen werden muss. Zudem hat der Anwender im FEI nur eine vage Vorstellung über seinen Informationsbedarf und es fehlt ihm zu diesem Zeitpunkt auch eine vertiefte Kenntnis der auszuwertenden Dokumente. Deswegen wird der Ansatz des Data Retrieval nicht weiterverfolgt.

Um **Information Filtering** handelt es sich, wenn eine statische, fest definierte Suchanfrage an eine dynamische, stetig aktualisierte Datenbasis gerichtet wird (vgl. Koch 2010, S. 66–67). Beispiele dafür sind das Abfragen des Wetterberichts für eine bestimmte Region oder das von Stausituationen auf ausgewählten Straßenabschnitten. Charakteristisch hierbei ist die kontinuierliche³⁹ Aktualisierung der Datenbasis nach dem Push-Prinzip. Demgegenüber wird für die Gewinnung von Informationen zur Bewertung eines Innovations-Suchfeldes auf eine vergleichsweise statische Datenbasis zurückgegriffen. Patentmeldungen oder Trendberichte werden in größeren Zeitintervallen, in der Größenordnung von Wochen oder Monaten, aktualisiert. Zudem werden bei der Recherche alternative Innovations-Suchfelder miteinander verglichen und ad hoc neue Suchfelder einbezogen. Damit grenzt sich der vorliegende Anwendungsfall vom Information Filtering ab und stellt sich als eine Aufgabe im Bereich des Information Retrievals dar. Die für den Einsatz in der vorliegenden Arbeit relevanten Elemente des Information Retrievals werden daher nachfolgend weiter ausgearbeitet.

IR versteht sich traditionell als Instrument, um Dokumente, die für eine Suchanfrage von Bedeutung sind, zu finden und in eine Rangfolge gemäß Relevanz zu bringen (Riggert 2019, S. 99). Das zugehörige IR-Grundmodell (vgl. Abbildung 43) beschreibt den Ablauf.

³⁸ SQL steht an dieser Stelle für „Structured Query Language“, eine Sprache für relationale Datenbanken.

³⁹ Wetter- und Stauinformation werden häufig in Intervallen < 1 h aktualisiert.

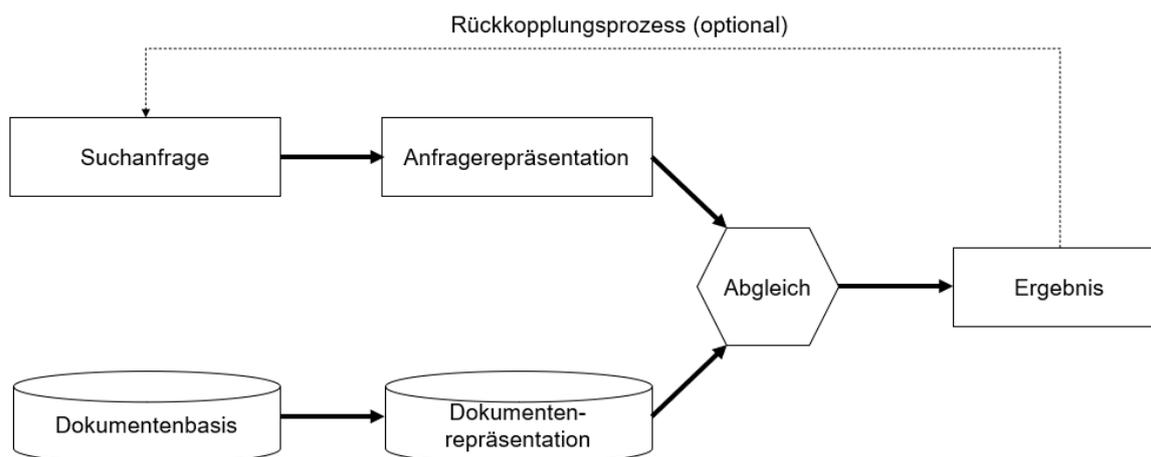


Abbildung 43: Verallgemeinertes Modell des Information Retrieval (Henrich 2008, S.40)

Ausgehend von einem Informationswunsch sollen beim IR aus einer Dokumentenbasis die Dokumente extrahiert werden, die für eine Suchanfrage relevant sind. Dazu erfolgt ein Abgleich (*Matching*) zwischen der Suchanfrage und der Dokumentenbasis. Um diesen Abgleich IT-unterstützt durchführen zu können, werden Anfrage und Dokumentenbasis, die beide einen natürlichsprachigen Text darstellen, in eine Struktur überführt, die maschinell verarbeitbar ist. Optional kann ein Rückkopplungsprozess (*Relevance Feedback*) eingefügt werden. Auf Basis der Rückmeldung eines Anwenders zur Relevanz einzelner Ergebnisse lassen sich darüber Anfrage oder Anfragerepräsentation anpassen, um ein verbessertes Ergebnis zu erhalten.

Mit der Bestimmung der Relevanz eines Dokuments für eine definierte Suchanfrage geht das IR inhaltlich über die Identifizierung von Wortübereinstimmungen im Rahmen einer lexikalischen Suche hinaus (Ceri 2013, S. 4). Dabei ist zu berücksichtigen, dass „Relevanz“ einen subjektiven Begriff darstellt (vgl. Ceri 2013, S. 4). Das bedeutet, dass zwei Anwender mit einem identischen Informationsbedürfnis dasselbe gefundene Dokument hinsichtlich seiner Relevanz unterschiedlich einstufen können.

Da die Bestimmung der Relevanz von Dokumenten damit auf einer subjektiven Einschätzung beruht, besteht zunächst ein Widerspruch zu dem Prinzip der Objektivität einer Messung, den es zu bewerten gilt. Bei einer differenzierten Betrachtung lässt sich dieser Widerspruch auf das Kriterium der Auswertungsobjektivität eingrenzen, weil er aus dem eigentlichen Messvorgang resultiert. Sowohl Durchführungs- als auch Interpretationsobjektivität, die vor- beziehungsweise nachgelagerte Aktivitäten betreffen, sind davon nicht betroffen. Um die Einhaltung von Objektivität bei der Messung weiterhin zu gewährleisten, muss ein Ordnungsrahmen gefunden werden, der sowohl den subjektiven Charakter des Begriffs „Relevanz“ berücksichtigt als auch die Vorgaben im Hinblick auf die Ausführungsobjektivität einhält. Entsprechend wird dieses Kriterium als weitere Anforderung für die Auswahl eines geeigneten Messverfahrens aufgenommen.

Nachdem die Wahl des IR als grundlegender Ansatz für das Messverfahren erläutert und gegenüber inhaltlich ähnlichen Ansätzen abgegrenzt wurde, wird nachfolgend die konkrete Ausprägung des IR für die vorliegende Problemstellung bestimmt.

Beim Information Retrieval werden drei unterschiedliche Vorgehensansätze unterschieden (vgl. Koch 2010, S. 69). In der einfachsten Form handelt es sich um das **boolesche Retrieval**. Dabei werden Suchbegriffe mit booleschen Operatoren (z. B. UND, ODER, NICHT) zu einer Suchanfrage verknüpft. Im Gegensatz zum Data Retrieval, das strukturierte Daten voraussetzt, bilden nun Textdaten die Dokumentenbasis. Als Treffer werden solche Dokumente angezeigt, deren Inhalte eine exakte Übereinstimmung mit der Suchanfrage aufweisen. Ein differenzierter Abgleich hinsichtlich der Ähnlichkeit mit der Suchanfrage findet nicht statt. Das stellt im Hinblick auf die vorliegende Aufgabenstellung einen wesentlichen Nachteil dar, weil im Innovationsprozess zum Zeitpunkt der Suchfelddefinition wenig Domänenwissen vorausgesetzt werden kann. Anwendern sind spezifische Fachbegriffe für die Suche zu diesem Zeitpunkt noch weitgehend unbekannt. Zudem werden bei einer exakten Suche solche Dokumente nicht berücksichtigt, die trotz fehlender Begriffsübereinstimmung für den Anwender relevant sind.

Das **probabilistische Retrieval** hingegen konzentriert sich genau darauf, die Relevanz eines Dokuments für eine Suchanfrage zu bestimmen (Henrich 2008, S. 52–53); (Koch 2010, S. 71–72). Ausgangspunkt ist die Formulierung einer initialen Relevanzbedingung, beispielsweise, dass eine bestimmte Anzahl von Begriffen aus der Suchanfrage im Titel eines gefundenen Dokuments enthalten sein muss. Anhand dieser Bedingung wird dann für eine Beispielmenge an Dokumenten manuell die Relevanz ermittelt und auf einer Skala, etwa von 1–10, eingeordnet. Anschließend lässt sich eine Funktion F bestimmen, die die Relevanz eines Dokuments in das Intervall $[0;10]$ abbildet. Diese Funktion F kann in einem iterativen Vorgehen, bei dem der Benutzer Feedback zur Relevanz gefundener Dokumente gibt, weiter verbessert werden. In diesem Modell wird zwar explizit die Relevanz eines Dokuments berücksichtigt, vorausgesetzt wird jedoch ein Trainieren des Modells auf Basis von Benutzer-Feedback. Dieser Aufwand für die Optimierung des Modells ist ein deutlicher Nachteil. Zum einen sind Innovations-Suchfelder nicht statisch, sondern werden an sich ändernde strategische Rahmenbedingungen und Überlegungen angepasst, zum anderen setzt die Bewertung der Dokumentenrelevanz während des Trainings domänenspezifisch vertieftes Fachwissen voraus. In der Regel fehlt Anwendern jedoch dieses Fachwissen in der Phase des FEI. Daher ist das probabilistische Retrieval für die Bewertung von Innovations-Suchfeldern nicht geeignet.

Das **Vektorraummodell** (Koch 2010, S. 70–71); (Henrich 2008, S. 45–52) geht von dem Grundgedanken aus, dass die Abbildung der Dokumente in der Dokumentenbasis sowie der Suchanfrage selbst als Punkte in einem n -dimensionalen Vektorraum erfolgt.

Dabei entspricht jede Dimension einem Wort des gemeinsamen Vokabulars. Zunächst wird jedes Wort w_i aus dem gemeinsamen Vokabular V mithilfe eines Basisvektors in einem $|V|$ -dimensionalen, orthonormalen Vektorraum dargestellt. Dieser Basisvektor enthält, mit Ausnahme einer Stelle, ausschließlich Nullen. An dieser Stelle, die aus der w_i zugeordneten Dimension resultiert, steht eine „1“. Wird beispielsweise in einem zehndimensionalen Vektorraum das Wort „Schlauch“ der dritten Dimension zugeordnet, dann lautet der zugehörige Vektor $w_{Schlauch} = \{0,0,1,0,0,0,0,0,0,0\}$. Die einzelnen Vektoren verlaufen orthogonal und sind damit linear unabhängig. Das bedeutet, dass die einzelnen Worte voneinander unabhängig sind, also keine semantischen Ähnlichkeiten aufweisen. Im Umfeld des Technischen Handels, auf das sich die Betrachtung in dieser Arbeit fokussiert, stellt dieser Sachverhalt keine Einschränkung dar, da technische Begriffe spezifisch verwendet werden und daher in der Regel eindeutig sind.

Für die Relevanzbestimmung wird die Nähe bzw. Distanz zwischen Suchanfragevektor und Dokumentenvektoren ermittelt. Angewendet auf die Evaluation von Innovations-Suchfeldern weist dieses Modell drei entscheidende Vorteile auf:

- Die Suchanfrage kann in natürlicher Sprache formuliert werden, ohne Einsatz von booleschen Operatoren. Dies erleichtert den Einsatz für Anwender ohne spezifisches Domänenwissen.
- Suchanfrage und Dokumente werden als Vektoren dargestellt. Die Häufigkeit, mit der ein Begriff in einem Dokument vorkommt, wird per Gewichtung der betreffenden Vektorkomponente berücksichtigt. Da diese Gewichtung für die Suchanfrage und die Dokumente angewendet wird, ist die Trefferliste grundsätzlich nach Relevanz sortiert.
- Inhaltlich verwandte Dokumente werden in Clustern zusammengeführt. Anhand dieser Strukturierung kann sich ein Anwender bei Interesse vertieft mit einem Themencluster auseinandersetzen.

Diese Vorteile geben den Ausschlag dafür, dass im Rahmen dieser Arbeit das Vektorraummodell ausgewählt wird. Innerhalb dieses Modells gilt es nun ein Maß zu bestimmen, mit dem die Ähnlichkeit von Dokumenten mit einer Suchanfrage und damit deren Relevanz ermittelt werden kann. Den Ausgangspunkt bildet folgende Überlegung (vgl. Ceri 2013, S. 30–31).

Jedes Suchfeld s und jedes Dokument $d_j \in D$ in der Datenbasis lässt sich folgendermaßen im Vektorraum abbilden:

$$s = \sum_{i=1}^{|V|} \omega_{is} * w_i \quad d_j = \sum_{i=1}^{|V|} \omega_{ij} * w_i$$

Dabei sind ω_{is} und ω_{ij} Gewichtungsfaktoren, die den Worten des Innovations-Suchfeldes s und jedem Dokument d_j gemäß einem zuvor bestimmten Gewichtungsschema⁴⁰ zugeordnet werden. Diesem Modell liegt die Annahme zugrunde, dass solche Dokumente, deren Vektoren sich im Vektorraum in räumlicher Nähe zueinander befinden, ähnliche Inhalte aufweisen. Über die Dokumentenvektoren und den Suchfeldvektor lässt sich somit ein Ähnlichkeitsgrad zwischen den Dokumenten beziehungsweise zwischen den Dokumenten und dem Suchfeld berechnen. Diese Ähnlichkeit wird mittels Projektion zweier Vektoren beschrieben, die mathematisch über das Skalarprodukt ausgedrückt wird. Der *Ähnlichkeitsgrad* („similarity score“) SC zwischen einer Suchanfrage und einem Dokument kann daher folgendermaßen als Skalarprodukt berechnet werden:

$$SC(d_j, s) = \text{sim}(d_j, s) = d_j * s$$

Für die Bestimmung der Ähnlichkeit zwischen den Dokumenten und einer Suchanfrage lässt sich somit ein Ähnlichkeitsmaß angeben, das folgenden Eigenschaften genügt (Richter 1993), (Ceri 2013):

- positive Semidefinitheit: $\text{sim}(d_1, d_2) \geq 0, \forall d_1, d_2$;
- Symmetrie: $\text{sim}(d_1, d_2) = \text{sim}(d_2, d_1)$;
- Autosimilarität: $\text{sim}(d_1, d_1)$ als maximal mögliche Ausprägung der Ähnlichkeit.

Das euklidische Skalarprodukt im orthonormalen Vektorraum, das durch die Worte aus dem Vokabular ($w_i \in V$) definiert wird, die sogenannte *Cosinus-Ähnlichkeit*, ist ein Beispiel für solch ein Ähnlichkeitsmaß:

$$d_j * s = \|d_j\| \times \|s\| \times \cos(\alpha)$$

Dabei ist die Cosinus-Ähnlichkeit eine Funktion der Größe des Winkels α , der von d_j und s im Raum eingeschlossen wird (Haenelt 2012, S. 27):

$$\text{sim}_{\cos}(d_j, s) = \cos(\alpha) = \frac{d_j * s}{\|d_j\| \times \|s\|} = \frac{\sum_{i=1}^{|V|} (\omega_{ij} \times \omega_{is})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{|V|} (\omega_{ij})^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^{|V|} (\omega_{is})^2}}$$

Mit dem Einsatz der Cosinus-Funktion wird, bei Anwendung des euklidischen Längenmaßes, eine Normalisierung der Vektorlänge erreicht (dargestellt als $\|\cdot\|$). Diese Normalisierung ermöglicht es, sowohl falsch negative Resultate (z. B. wenn sehr unterschiedliche Vektorlängen zu vernachlässigbaren Projektionen führen) als auch falsch positive (z. B. wenn „große“ Vektoren allein aufgrund ihrer Länge zu einer Übereinstimmung führen) auszuschließen.

⁴⁰ Auf die Bestimmung geeigneter Gewichtungsfaktoren wird in diesem Abschnitt noch separat eingegangen.

Bei Textvergleichen nimmt man üblicherweise Häufigkeits-Vektoren der Dokumente an, deren Gewicht nie negativ sein kann. Daher liegt die Cosinus-Ähnlichkeit in diesem Fall stets zwischen 0 (keine Ähnlichkeit) und 1 (Autosimilarität). Somit lässt sich durch Anwendung der Cosinus-Ähnlichkeit bei der Ähnlichkeitsbestimmung von Dokumenten eine Objektivierung der Messung erreichen. Neben dem Cosinus-Maß werden im Information Retrieval noch weitere alternative Ähnlichkeitsmaße angewendet, etwa der Jaccard-Koeffizient oder der Dice-Koeffizient (vgl. Haenelt 2012; Ceri 2013, S. 31). Ausschlaggebend für die Auswahl des Cosinus-Maßes im Rahmen dieser Arbeit ist folgende Eigenschaft (Jones und Furnas 1987, S. 439): Die Länge eines Vektors und damit die Größe eines Dokuments hat keinen bestimmenden Einfluss auf das Ähnlichkeitsmaß. Durch die Normalisierung der Vektorlänge wird der Einfluss einer Einzelkomponente limitiert und es wird ausgeschlossen, dass große Dokumente die Ähnlichkeitsbestimmung verzerren. Zudem ist die Verwendung des Cosinus-Maßes für den Vergleich von Dokumenten ein gängiges und bewährtes Vorgehen (Sohangir und Wang 2017, S. 1), weshalb auf eine vertiefte Betrachtung der anderen Maße an dieser Stelle verzichtet und auf z. B. die von Ceri zitierten Quellen (Ceri 2013, S. 31) verwiesen wird.

Neben dem Ähnlichkeitsmaß selbst ist für die Ähnlichkeitsbestimmung die Wahl der Gewichtungsfaktoren entscheidend. So reicht eine Vektornormalisierung allein in einigen Fällen nicht aus, um unterschiedliche Dokumentenlängen zu kompensieren, denn die Wahrscheinlichkeit, dass ein Dokument Inhalte umfasst, die für eine Suche relevant sind, nimmt mit der Länge des Dokuments zu. Ein binäres Gewichtungsschema greift ferner zu kurz, weil es Begriffe mit unterschiedlicher Aussagekraft nicht differenzieren kann. Aus diesem Grund muss auf ein verfeinertes Gewichtungsschema zurückgegriffen werden.

Ausgangspunkt für die Auswahl sind folgende Überlegungen: Zum einen soll die Gewichtung berücksichtigen, dass ein Dokument, das einen Begriff aus der Suchanfrage enthält, umso höher gewichtet wird, je häufiger der Begriff darin enthalten ist. Ferner sollte die Verteilung von Begriffen nicht nur innerhalb der Dokumente aus der Datenbasis D berücksichtigt werden, sondern über die verschiedenen Dokumente hinweg. Beispielsweise sollte das Vorkommen des Begriffs „Schlauch“ in einer Sammlung von Zeitungsartikeln anders gewichtet werden als in einer Datenbank aus dem Bereich Hydraulik. Das Gewichtungsschema „term frequency – inverse document frequency“ (TFIDF), $tf \times idf$, definiert das Gewicht eines Begriffes i in einem Dokument d_i innerhalb der Datenbasis D (vgl. Ceri 2013, S. 32) als:

$$\omega_{ij} = tf_{ij} \times idf_i$$

Das heißt, der Gewichtungsfaktor ω_{ij} errechnet sich aus der Häufigkeit, mit der i innerhalb des Dokuments d_i vorkommt, multipliziert mit dem Kehrwert der Häufigkeit der Dokumente,

die den Begriff i enthalten, in Bezug zu allen Dokumenten in der Datenbasis D . Daraus resultiert, dass das Gewicht eines Begriffes sowohl mit der Häufigkeit seines Vorkommens im Dokument selbst als auch mit seiner Seltenheit innerhalb der Datenbasis zunimmt. TFIDF ist als Gewichtungsmethode verbreitet und wird häufig für die Textanalyse eingesetzt (Anandarajan et al. 2019, S. 77). Charakteristisch für diese Methode ist, dass eine lokale und eine globale Gewichtungsfunktion kombiniert werden, um so den Einfluss häufig auftretender Begriffe zu dämpfen und selteneren Begriffen, die in weniger Dokumenten vorkommen, ein höheres Gewicht zu geben. Aufgrund dieser Charakteristika qualifiziert sich TFIDF als geeigneter Gewichtungsfaktor im Vektorraummodell für die Suchfeldbewertung.

Zusammenfassend lässt sich nun festhalten, dass als Messverfahren das Information Retrieval auf Basis des Vektorraummodells mit dem Gewichtungsfaktor TFIDF ausgewählt wird.

Im Zusammenhang mit der Wahl des Messverfahrens ist an dieser Stelle noch die Frage zu beantworten, welche Güte ein gewähltes Verfahren aufweist, insbesondere, welche Fehlerrate mit seiner Anwendung verbunden ist. Als Gütemaße für das Information Retrieval haben sich die beiden Größen *Precision* und *Recall* etabliert (Riggert 2019, S. 102):

- *Precision* beschreibt den Anteil der relevanten Dokumente innerhalb aller durch die Suchanfrage selektierten Dokumente. Precision ist damit ein Maß für die *Genauigkeit* einer Suche. Bei einer hohen Precision enthält die Ergebnismenge nur wenige bis keine Dokumente, die für die Suchanfrage irrelevant sind.
- *Recall* gibt den Anteil der identifizierten relevanten Dokumente bezogen auf die Anzahl aller relevanten Dokumente in der Dokumentenbasis an. Recall ist somit ein Maß für die *Vollständigkeit* einer Trefferliste.

Beide Maße stehen in einem wechselseitigen Zusammenhang:

- Wird die Precision erhöht und die Trefferrelevanz gesteigert, verschlechtert sich der Recallwert.
- Wird der Recallwert gesteigert, was eine Verallgemeinerung der Suchanfrage impliziert, sinkt die Precision.

Im Hinblick auf das verfolgte Ziel einer Entscheidungsunterstützung im FEI wird, unter Berücksichtigung des immanenten Zustands unvollständiger Informationen, die Relevanz der erfassten Suchergebnisse höher priorisiert als eine vollständige Erfassung aller möglichen Treffer.

Die Bedeutung der beiden Gütemaße ist in der Theorie zwar allgemein anerkannt, doch werden die unscharfen Bestimmungsmöglichkeiten der beiden Maße auch kritisiert (vgl. Riggert 2019, S. 102–103):

- Beide Maße sind jeweils nur für eine definierte, statische Dokumentenbasis aussagekräftig. Ein Vergleich über verschiedene Dokumentenbasen hinweg ist nicht möglich.
- Sobald die Dokumentenbasis erweitert wird, verändern sich beide Maße, da sich durch die Hinzunahme von Dokumenten im Allgemeinen der Anteil relevanter und irrelevanter Dokumente in der Dokumentenbasis verschiebt.
- Die Relevanzeinstufung erfolgt subjektiv, abhängig von der einstufoenden Person. Damit sind Precision und Recall keine objektiven Qualitätskriterien.
- Die in Betracht kommenden Suchmöglichkeiten entscheiden über das Messergebnis. Deshalb ist die Formulierung der Suchanfrage entscheidend für die Werte von Precision und Recall.

Die beiden ersten Kritikpunkte sind inhärent mit den beiden Gütemaßen verbunden und bedürfen einer differenzierten Betrachtung. Im vorliegenden Fall wird der Kritik damit begegnet, dass nicht alle Ergebnisse der Suche weiter betrachtet werden, sondern die Auswertung sich auf eine vorab definierte Anzahl von Ergebnissen mit der höchsten Übereinstimmung mit der Suchanfrage (Top N Ergebnisse) konzentriert.

Der dritte Kritikpunkt, die subjektive Relevanzeinstufung, stellt im vorliegenden Fall keinen Nachteil dar, sondern erfüllt vielmehr eine explizite Anforderung an das Messverfahren (vgl. Kapitel 5.8). Damit konzentriert sich die weitere Betrachtung auf den letzten Kritikpunkt, der die Formulierung der Suchanfrage umfasst. Wie mit einer geeignet formulierten Suchanfrage eine hohe Precision erreicht werden kann, wird bei der Anwendung des Bewertungsmodells in Kapitel 6.3 beschrieben.

Aus der vertieften Betrachtung des Vektorraummodells lässt sich Folgendes festhalten: Im Vektorraummodell werden Dokumente und darauf gerichtete Suchanfragen als Vektoren dargestellt. Über die Cosinus-Ähnlichkeit lässt sich die Ähnlichkeit zwischen einer Suchanfrage und einzelnen Dokumenten bestimmen und durch einen Wert im Intervall $[0;1]$ ausdrücken. Dabei nimmt mit steigendem Wert der Ähnlichkeitsgrad zu, der Wert „1“ wird dabei für zwei identische Dokumente vergeben und als Autosimilarität bezeichnet: Der Gewichtungsfaktor TFIDF gibt an, wie wichtig ein Begriff für ein Dokument in einer Datenbasis ist. Dieses Vorgehen ermöglicht es, die subjektive Einschätzung der Relevanz eines Dokuments durch eine Person mittels einer nachvollziehbaren Berechnung der Ähnlichkeit von Dokumenten zu objektivieren.

Darüber hinaus gibt es jedoch noch weitere Fragestellungen zu beantworten, um Ausführungsobjektivität im Rahmen der Messung nachvollziehbar herzustellen. So lässt sich „Relevanz“ jeweils nur im Hinblick auf ein bestimmtes Thema definieren. Handelt ein Thema beispielsweise

von Autos, dann sind, um die Relevanz eines Dokuments hinsichtlich dieses Themas zu bestimmen, folgende Problemstellungen zu lösen: Für die Semantik stellt „Auto“ ein sogenanntes Konzept dar, das Begriffe wie Limousine, Cabrio oder Geländewagen umfasst. Deswegen sind auch solche Dokumente als relevant mit zu berücksichtigen, in denen der Begriff „Auto“ nicht explizit vorkommt. Zudem sind solche Dokumente, in denen es inhaltlich wirklich um Autos geht, von den Dokumenten zu unterscheiden, in denen der Begriff „Auto“ zwar erwähnt wird, der Inhalt aber ein abweichendes Thema, wie etwa die Zufahrtsmöglichkeiten zu einer Baustelle, behandelt. Um diese Aufgabenstellungen zu lösen, müssen die Dokumente in der Datenbasis in geeigneter Form aufbereitet werden, bevor die Cosinus-Ähnlichkeit mit einer Suchanfrage gemessen werden kann. Da dies eine eigene, in sich abgeschlossene Problemstellung ist, die die technische Realisierung des Bewertungsmodells durch einen Prototyp betrifft, wird in Kapitel 7 detailliert darauf eingegangen.

5.9 Wahl des Bewertungsverfahrens

In Kapitel 5.8 wurde erläutert, dass die Bestimmung der Relevanz von Dokumenten für eine konkrete Suchanfrage auf einer subjektiven Einschätzung beruht. Es wurde gezeigt, dass das Maß der Cosinus-Ähnlichkeit geeignet ist, um die subjektive Einschätzung der Relevanz eines Dokuments durch eine Person mittels einer quantifizierbaren Berechnung zu objektivieren. Letztlich bleibt jedoch eine Unschärfe, die es bei der Wahl des Bewertungsverfahrens zu berücksichtigen gilt. Bei der Lösung dieser komplexen Aufgabenstellung können Computeranwendungen eingesetzt werden, die zur Entscheidungsunterstützung ein „intelligentes Verhalten“ zeigen (Kruse et al. 2015, S. 1) und damit dem Forschungsgebiet „Künstliche Intelligenz“ (KI) zugeordnet werden.

Traditionelle Ansätze der KI, die spezielle Verfahren wie regelbasierte Expertensysteme und Operations-Research-Ansätze umfassen, ermöglichen die präzise Ermittlung der optimalen Lösung für ein gegebenes Problem. Allerdings sind solche Verfahren nur begrenzt skalierbar und deswegen für komplexe praktische Probleme häufig nicht anwendbar (Kruse et al. 2015, S. 2). Bewährt haben sich hier zunehmend Verfahren, die sich an Prozessen in der Natur und an menschlichen Vorgehensweisen orientieren. Das zugehörige Forschungsgebiet „Computational Intelligence“ (CI) ist damit ein Teilgebiet der KI. In diesem Gebiet werden approximative Techniken und Methoden eingesetzt, die die Bestimmung von Näherungslösungen in einem in der Praxis vertretbaren Zeit- und Kostenrahmen erlauben (Kruse et al. 2015, S. 2). Dafür kombinieren solche Ansätze relativ einfache Teilschritte, die im Zusammenspiel komplexe Zusammenhänge aus der Praxis abbilden können. Solche heuristischen Verfahren ermöglichen es, schnell zu Näherungslösungen zu sonst nur schwer lösbaren Fragestellungen zu kommen (Kruse et al. 2015, S. 2). Aufgrund der beschriebenen Struktur gibt es in der CI nicht die „beste“

Methode. Vielmehr besteht die Aufgabe darin, aus vielen bestehenden Ansätzen die für den jeweiligen Einsatz bestgeeignete Methode auszuwählen (Kruse et al. 2015, S. 1).

Aktuelle Ansätze der CI konzentrieren sich auf künstliche neuronale Netze, evolutionäre Algorithmen, Bayes-Netze und Fuzzy-Systeme (Kacprzyk und Pedrycz 2015). Diese Ansätze werden im Folgenden hinsichtlich ihrer Eignung für das vorliegende Problem untersucht.

Künstliche neuronale Netze basieren auf Erkenntnissen der Hirnforschung und lehnen sich in ihrer Struktur an die Funktionsweise des menschlichen Nervensystems an. Die Basis ist eine hohe Anzahl einfacher, parallel arbeitender Einheiten, sogenannter Neuronen. Diese sind über ein Netzwerk miteinander verbunden und senden sich über gerichtete Verbindungen Informationen über Signale zu (Kruse et al. 2015, S. 3). Neuronale Netze verarbeiten zur Problemlösung elementare Signale, die einzeln zunächst keine Bedeutung haben. Liegen jedoch bereits decodierte Signale zum Beispiel in Form von Kenngrößen vor, werden im Bereich der KI keine neuronalen Netze eingesetzt (Kruse et al. 2015, S. 8). Im vorliegenden Fall bildet das Cosinus-Maß die Ähnlichkeit zwischen Suchanfrage und einem Dokument aus der Dokumentenbasis auf einen Wert im Intervall $[0;1]$ ab. Ab diesem Zeitpunkt liegt ein decodiertes Signal vor, weshalb der Ansatz eines künstlichen neuronalen Netzes nicht weiterverfolgt wird.

Evolutionäre Algorithmen zählen zur Kategorie der Metaheuristiken, die zur näherungsweisen Lösung numerischer und kombinatorischer Optimierungsprobleme eingesetzt werden (Kruse et al. 2015, S. 157). Da es sich bei der Evaluation von Innovations-Suchfeldern um ein Bewertungs- und nicht um ein Optimierungsproblem handelt, sind diese Algorithmen im vorliegenden Fall ungeeignet.

Bayes-Netze werden angewendet, um unsicheres Wissen in komplexen Anwendungsbereichen effizient zu speichern und zu verarbeiten. Formal ist ein Bayes-Netz ein Modell, in dem die Knoten Zufallsvariablen und die Kanten bedingte Abhängigkeiten zwischen den Variablen beschreiben. Jedem Knoten ist eine bedingte Wahrscheinlichkeitsverteilung zugeordnet. Dadurch können Schlussfolgerungen aus neuen Informationen gezogen und Abhängigkeiten analysiert werden (Kruse et al. 2015, S. 3). Dies funktioniert dann gut, wenn für jeden Knoten eine stetige Wahrscheinlichkeitsverteilung angegeben werden kann. Wird eine Variable aber mittels einer Ordinalskala erfasst, kann nur noch eine diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilung angegeben werden. Daraus resultieren Unschärfen in der Interpretation.

Im vorliegenden Fall wird die objektive Messung der Cosinus-Ähnlichkeit (Ergebnisbereich im Intervall $[0;1]$) von der subjektiven Wahrnehmung der Ähnlichkeit durch eine Person (z. B. durch die Aussage „Das Dokument hat eine *hohe Ähnlichkeit* mit der Suchanfrage“) überlagert.

In der Konsequenz führt das zu einer Unschärfe, die die metrische Skala der Cosinus-Ähnlichkeit in eine weniger exakte Ordinalskala konvertiert. Aus diesem Grund wird der Ansatz von Bayes-Netzen nicht weiterverfolgt.

Ausgangspunkt bei **Fuzzy-Systemen** ist unscharfes Wissen, das von Experten formuliert wird. Mithilfe von Fuzzy-Logik und Methoden des approximativen Schließens wird dieses formalisiert und zur Lösung eines Problems eingesetzt. Dieses Verfahren ist in der Regelungstechnik weit verbreitet, weil dort in vielen Fällen eine vollständige Systemmodellierung zu aufwendig oder gar nicht möglich ist. Das Prinzip der Fuzzy-Logik beruht darauf, dass aus der Kombination vager Ausdrücke, wie sie im menschlichen Sprachgebrauch vorherrschen, Schlussfolgerungen gezogen werden. Den verwendeten Variablen werden dabei Zugehörigkeitsfunktionen zugeordnet. Dies steht im Gegensatz zum booleschen Ansatz, bei dem ein Objekt entweder ganz oder gar nicht zu einem Konzept gehört (Wittig 2002, S. 22). Im Zusammenhang mit Metriken, die auf Basis einer Ordinalskala erfasst werden, bietet das Konzept der vagen Ausdrücke einen Vorteil. So bestehen Einschätzungen bezüglich der Marktreife eines Angebotes oft aus solchen Ausdrücken. Ein Beispiel ist die Aussage: „Die Marktreife unseres neuen Produktes ist noch *sehr gering*.“ Durch die Verwendung von Begriffen aus dem menschlichen Sprachgebrauch im Rahmen eines Bewertungssystems wird die Interaktion mit dem Benutzer erleichtert (Wittig 2002, S. 23). Aufgrund dieser Eigenschaft qualifiziert sich Fuzzy-Logik als ein geeigneter Ansatz für die Bewertung von Innovations-Suchfeldern. Zwar lassen sich im Hinblick auf ein indikatorengestütztes Bewertungsverfahren mit Verfahren aus der Sozialforschung additive, multiplikative und gewichtete Indizes konstruieren (Schnell et al. 2011, S. 163–165), doch sind deren scharfe Grenzen hinderlich für die Bewertung. Dazu ein Beispiel:

In einem Innovations-Suchfeld ist die Anzahl von Patenten, wissenschaftlichen Publikationen, Messeneuheiten sowie Start-ups sehr begrenzt, doch werden viele Dienstleistungen und Produkte bereits am Markt angeboten. Daraus resultiert eine hohe Marktreife und das Suchfeld ist aus dieser Perspektive attraktiv für Unternehmen, die eine Folger-Strategie verfolgen. Werden jedoch, *ceteris paribus*, nur wenige etablierte Produkte und Dienstleistungen gefunden, dann resultiert daraus ein geringer Wert hinsichtlich der Marktreife und das Suchfeld gewinnt für Unternehmen mit einer Pionier-Strategie an Attraktivität. Führt man nun scharfe Mengen ein (wenige etablierte Produkte und Dienstleistungen $[0;0,5]$, viele etablierte Produkte und Dienstleistungen $[0,5;1,0]$, dann treten gerade an den Intervallgrenzen praktische Probleme auf: Ein minimaler Unterschied beim Ähnlichkeitswert an der zweiten Kommastelle entscheidet dann theoretisch darüber, ob ein Innovations-Suchfeld hinsichtlich seiner Marktreife für ein Unternehmen attraktiv ist oder nicht. Das Problem der scharfen Grenzen lässt sich auch durch die Aufteilung des Messbereiches in mehr als zwei Abschnitte nicht zufriedenstellend lösen. Diese Aufteilung resultiert lediglich in einer weiteren Verfeinerung der Messung. Angesichts des

Zieles, Grundsatzaussagen zur Attraktivität eines Innovations-Suchfeldes zu treffen, geben jedoch mehr als drei Skalenabschnitte eine Genauigkeit vor, die in der Realität nicht erreichbar ist. Zudem ist zu bedenken, dass mit einer weitergehenden Verfeinerung die Praktikabilität und damit die Akzeptanz des Bewertungsmodells deutlich abnimmt.

5.9.1 Informationsbewertung durch Fuzzy-Logik

Systeme, die auf dem Fundament der Fuzzy-Logik aufbauen, bilden das menschliche Vorgehen zur Lösung komplexer Probleme ab. Dabei sind sie in der Lage, unscharfe Eingangsgrößen, die charakteristisch für die natürliche Sprache sind, effizient zu verarbeiten. Ein zugehöriges Fuzzy-System besteht dazu aus vier Komponenten. Den prinzipiellen Aufbau eines Fuzzy-Systems zeigt Abbildung 44.

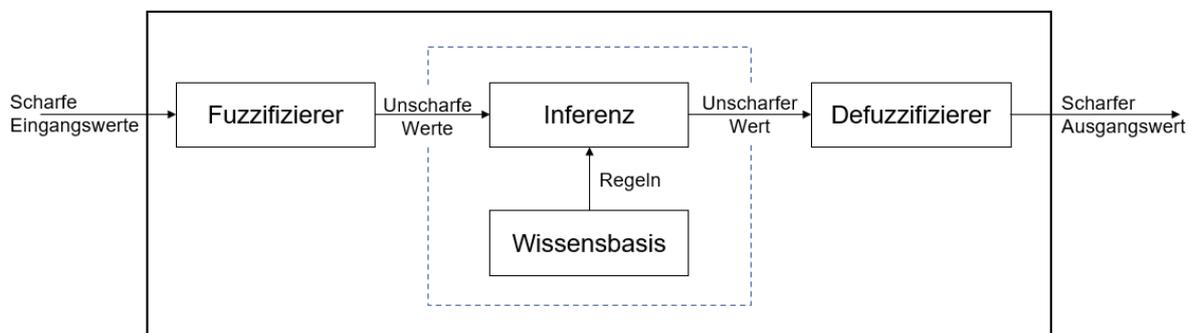


Abbildung 44: Prinzipieller Aufbau eines Fuzzy-Inferenz-Systems in Anlehnung an Qi et al. 2019, S. 6 und Stübner 2012, S. 141

Der Fuzzifizierer wandelt scharfe numerische Eingangsgrößen in einen unscharfen natürlich-sprachigen Ausdruck um. Beispielsweise wird ein Wert von 0,2 für das Cosinus-Maß in den Ausdruck „geringe Ähnlichkeit“ transformiert. Die Inferenz-Komponente transformiert diese unscharfen Eingangswerte mittels definierter Regeln in einen unscharfen Ausgangswert, wobei die Wissensbasis die zur Anwendung kommenden Regeln bereitstellt. Die angewendeten Regeln werden typischerweise als WENN-DANN-Bedingungen formuliert. Abschließend wandelt der Defuzzifizierer die unscharfe Ausgangsgröße wieder in einen scharfen numerischen Wert um.

Die für die Realisierung des Bewertungsmodells erforderlichen Grundlagen der Fuzzy-Logik werden nachfolgend erläutert. Vertiefende Beschreibungen zur Fuzzy-Logik finden sich beispielsweise bei Czabanski et al. (2017), Qi et al. (2019) und Schröder und Buss (2017b).

5.9.2 Grundlagen der Fuzzy-Logik

Unscharfe Mengen

In der klassischen Mengenlehre lässt sich eine Menge durch Aufzählen aller ihrer Elemente darstellen. Dabei gehört ein Element entweder zu dieser Menge oder nicht. Dies lässt sich durch die beiden Wahrheitswerte „true“ bzw. „1“ (gehört zur Menge) und „false“ bzw. „0“ (gehört nicht zur Menge) darstellen. Wird diese Eigenschaft erfüllt, spricht man von einer scharfen Menge.

Eine unscharfe Menge ist dagegen eine erweiterte Interpretation des Mengenbegriffs. Hier gibt es noch weitere Zustände, die im Intervall zwischen „1“ und „0“ liegen und über eine sogenannte Zugehörigkeitsfunktion abgebildet werden. Die Zugehörigkeitsfunktion μ_A weist jedem Element der Teilmenge A einen Zugehörigkeitswert aus dem Intervall $[0;1]$ zu. Die Teilmenge A stellt dabei einen Ausschnitt aus der zugehörigen Grundmenge X dar.

Eine Prinzipdarstellung der unterschiedlichen Verläufe der Zugehörigkeitsfunktionen bei scharfen und unscharfen Mengen zeigt Abbildung 45.

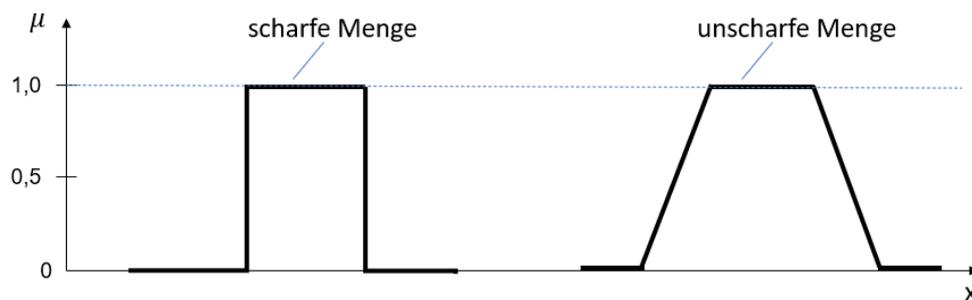


Abbildung 45: Prinzipdarstellung unterschiedlicher Zugehörigkeitsfunktionen $\mu(x)$ für eine scharfe Menge und eine unscharfe Menge

Bei unscharfen Mengen gibt die Zugehörigkeitsfunktion $\mu_A(x)$ den Zugehörigkeitsgrad eines Elements x zur Teilmenge A an. Die Zugehörigkeitsfunktion kann folgende Werte annehmen:

$$\mu_A(x) = 1 \leftrightarrow x \text{ gehört vollständig zu } A$$

$$\mu_A(x) = 0 \leftrightarrow x \text{ gehört nicht zu } A$$

$$0 < \mu_A(x) < 1 \leftrightarrow x \text{ gehört teilweise zu } A$$

Die Bedeutung der Zugehörigkeitsfunktion soll am Beispiel der unscharfen Menge *Patentrelevanz*⁴¹ (vgl. Kapitel 6.6) verdeutlicht werden:

$$\mu_{\text{Patentrelevanz}}(\text{Suchfeld A}) = 0,1; \quad \mu_{\text{Patentrelevanz}}(\text{Suchfeld B}) = 0,7$$

⁴¹ Zur besseren Verständlichkeit wird die Kennzahl „Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Suchfeld – Patente“ hier vereinfacht als „Patentrelevanz“ bezeichnet.

Dieses Beispiel gibt an, dass für das Suchfeld A die Relevanz der identifizierten Patente mit Bezug zum Suchfeld gering ist, während die Relevanz für das Suchfeld B deutlich größer ist.

Unschärfe Mengen sind Teilmengen einer übergeordneten Grundmenge X und können dafür verwendet werden, Klassen von Objekten, die sich gut abstufen lassen, zu charakterisieren. Die qualitativen Eigenschaften (Prädikate) einer bestimmten Objektklasse, etwa der Patentrelevanz, werden dabei durch linguistische Werte wie *gering*, *mittel*, *hoch* ausgedrückt. Die *Patentrelevanz* wird, weil sie verschiedene Werte annehmen kann, dabei als linguistische Variable bezeichnet.

Linguistische Variablen

Linguistische Variablen dienen dazu, sprachliche Informationen mit allen Unschärfen in einheitlicher Form zu modellieren. Damit lassen sich diese Informationen auf einem Rechner verarbeiten. Der Vorteil besteht dabei darin, dass eine Beschreibung unter Nutzung der natürlichen Sprache möglich ist. Das ist oftmals verständlicher und nachvollziehbarer als eine quantitative Beschreibung.

Abbildung 46 zeigt beispielhaft den Zusammenhang zwischen linguistischer Variable und zugeordneten unscharfen Mengen für das Beispiel *Patentrelevanz*.

Damit ist der Schritt der Fuzzifizierung, also der Transformation eines quantitativen Wertes für die Cosinus-Ähnlichkeit in eine linguistische Variable mit qualitativen Abstufungen, beschrieben.

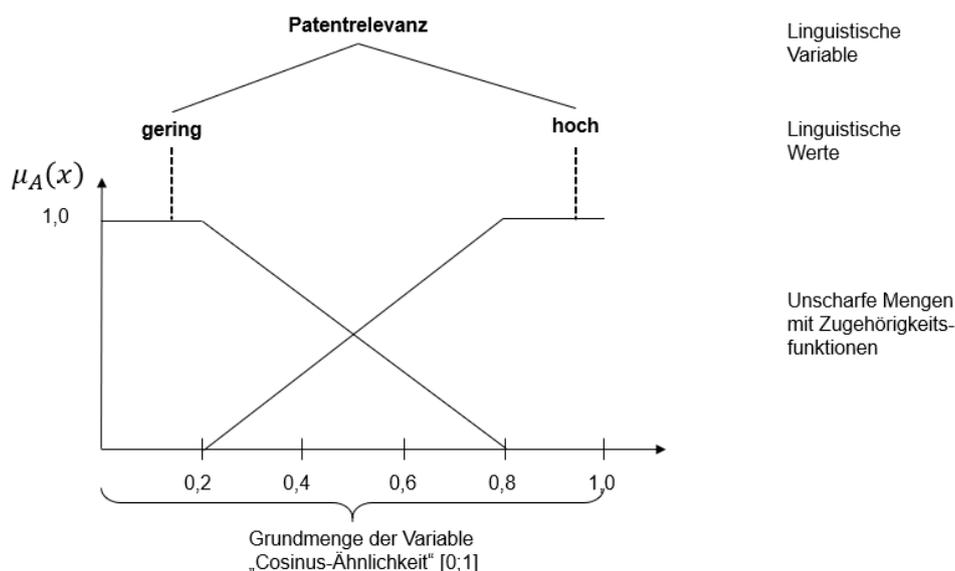


Abbildung 46: Beispiel einer linguistischen Variablen mit linguistischen Werten und deren Zugehörigkeitsfunktionen

Inferenz

Nach der Fuzzifizierung werden die in der Wissensbasis hinterlegten Regeln auf die linguistischen Werte angewendet. Dieser Prozess der Regelverarbeitung wird als Inferenz bezeichnet. Die Regeln haben prinzipiell eine WENN-DANN-Struktur. Innerhalb der Regeln werden die Werte unterschiedlicher linguistischer Variablen mittels logischer Operatoren miteinander gekoppelt.

Die meisten in der Praxis eingesetzten Fuzzy-Systeme wenden für das logische *UND* den Minimumoperator und für das logische *ODER* den Maximumoperator an (Schröder und Buss 2017a, S. 869).

Für den UND-Operator oder den Durchschnitt zweier unscharfer Mengen A und B mit den Zugehörigkeitsfunktionen $\mu_A(x)$ und $\mu_B(x)$ gilt:

$$\mu_{A \wedge B} = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, \quad x \in X$$

Für den ODER-Operator oder die Vereinigung zweier unscharfer Mengen A und B mit den Zugehörigkeitsfunktionen $\mu_A(x)$ und $\mu_B(x)$ gilt:

$$\mu_{A \vee B} = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad x \in X$$

Für die Ausführung mehrerer Regeln werden beide Prinzipien analog angewendet. Bei der *UND*-Verknüpfung wird der Minimum-Operator auf die Ergebnismenge angewendet, bei einem logischen *ODER* der Maximum-Operator.

Ein Beispiel für die Formulierung solch einer Regel ist nachfolgend dargestellt:

WENN

<Patentrelevanz> ist <gering>

UND

<Relevanz wissenschaftlicher Veröffentlichungen> ist <gering>

DANN

<Relevanz der Kategorie vor Markteintritt> ist <gering>

Werden auf eine unscharfe Menge mehrere Regeln angewendet, dann müssen die verschiedenen Schlussfolgerungen zusammengefasst werden. Die berechneten Zugehörigkeitswerte in den einzelnen unscharfen Mengen werden dafür zu einer Gesamtfläche addiert. Diesen Prozess der Inferenz zeigt Abbildung 47.

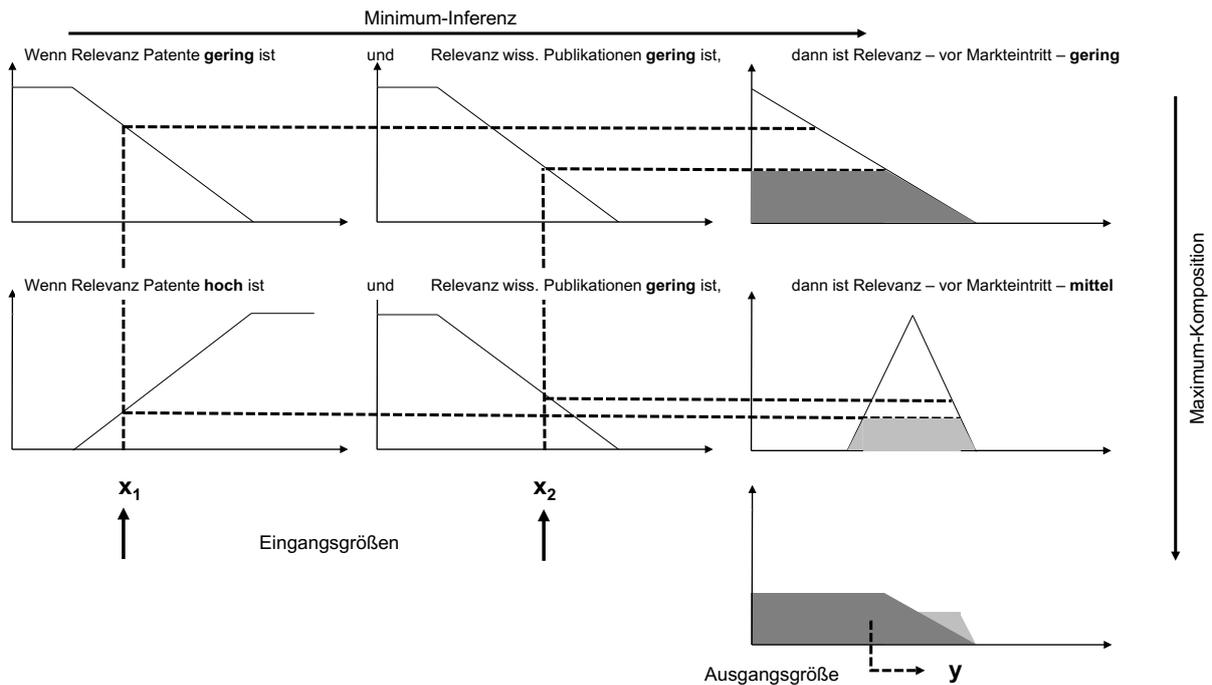


Abbildung 47: Beispiel für Fuzzy-Inferenz (eigene Darstellung in Anlehnung an Nissen 2007, S. 28)

Defuzzifizierung

Die mittels Inferenz ermittelte Gesamtfläche kann nicht direkt weiterverwendet werden, sondern muss zur Interpretation in einen scharfen Ausgangswert transformiert werden. Dieser Schritt wird als Defuzzifizierung bezeichnet. So müssen beispielsweise die Aussagen „Das Innovations-Suchfeld besitzt eine *niedrige Markt reife* und eine *hohe Marktorientierung*“ in konkrete numerische Werte umgesetzt werden.

Die Defuzzifizierung wird oft mithilfe der Flächenschwerpunkt-Methode (*Center of Gravity*) durchgeführt, die deswegen hier als Beispiel dient. Mit dieser Methode wird der Flächenschwerpunkt aller resultierenden unscharfen Mengen bestimmt. Danach wird die Schwerpunkt-Koordinate y_0 nach dieser Formel (Schröder und Buss 2017a, S. 877) berechnet:

$$y_0 = \frac{\int_{y_A}^{y_E} y * f(y) dy}{\int_{y_A}^{y_E} f(y) dy}$$

y_0 ist dabei die Koordinate des Flächenschwerpunkts, y_A der y-Anfangswert der Fläche, y_E der y-Endwert der Fläche und $f(y)$ die Funktion, also die Berandungskurve des Flächenstücks.

Die Ermittlung von y_0 nach dieser Formel ist sehr rechenaufwendig. Um diesen Aufwand zu vermeiden, wird in der Praxis häufig die Maximumschwerpunkt-Methode verwendet (Schröder und Buss 2017a, S. 880–881). Das Ergebnis dieser Methode ist aus grafischer Sicht eine zusammengesetzte Fläche. Für diese wird der Flächenschwerpunkt berechnet und von diesem

ein Lot auf die y-Achse gefällt. Der Schnittpunkt mit der y-Achse markiert nun den scharfen Ausgangswert (vgl. rechts unten in Abbildung 47).

5.9.3 Definition linguistischer Variablen

Für die Verwendung im Bewertungsmodell werden die eingesetzten Basiskennzahlen, hier die Werte der Cosinus-Ähnlichkeit, in linguistische Variablen transformiert. Da die Cosinus-Ähnlichkeit in allen Fällen die Eingangsgröße bildet, sehen die eingesetzten linguistischen Variablen, deren Werte und Zugehörigkeitsfunktionen identisch aus. Deswegen wird an dieser Stelle nur eine linguistische Variable dargestellt.

Für die Definition der Zugehörigkeitsfunktionen existieren keine klaren Regeln (Styczynski et al. 2017, S. 114). Beim Aufbau des technischen Prototyps hat sich aufgrund des Expertenfeedbacks gezeigt, dass für die Darstellung der Basiskennzahlen zwei linguistische Werte ausreichen. Die beiden Zugehörigkeitsfunktionen haben die Form symmetrischer Trapezausschnitte (vgl. Abbildung 48), wobei eine senkrechte Linie durch den Wert 0,5 der Cosinus-Ähnlichkeit die Symmetrieachse bildet. Der Unschärfebereich mit Überschneidung der beiden Zugehörigkeitsfunktionen konzentriert sich auf das Intervall (0,2;0,8). Am linken [0;0,2] und rechten [0,8;1,0] Rand ist die jeweilige Zugehörigkeitsfunktion eindeutig, das heißt, die Relevanz ist eindeutig gering (linker Rand) bzw. hoch (rechter Rand). Im Anhang findet sich die Beschreibung aller verwendeten linguistischen Variablen (Anhang B).

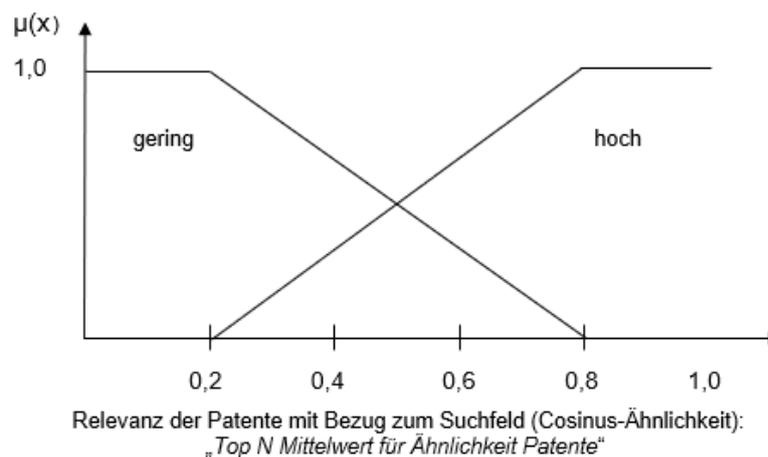


Abbildung 48: Linguistische Variable für die Kennzahl „Patentrelevanz“

5.9.4 Verarbeitungsregeln

Ziel der Analyse von Innovations-Suchfeldern ist, eine Entscheidungsempfehlung für die Weiterarbeit im Innovationprozess zu geben. Darauf ausgerichtet wird für die Kennzahlen der drei Bewertungsperspektiven *Marktreifegrad*, *Marktorientierung* und *Anschlussfähigkeit* eine Differenzierung in die drei unterschiedlichen linguistischen Werte „gering“, „mittel“, „hoch“ vorge-

nommen (Abbildung 49). Diese Beschränkung auf drei linguistische Werte verhindert, dass Interpretationsschwierigkeiten an den Überschneidungen der Zugehörigkeitsfunktionen die Aussagekraft reduzieren. Die trapezförmigen Zugehörigkeitsfunktionen mit stark steigenden Flanken zeigen, dass es ausgewiesene Zonen mit einer eindeutigen Zugehörigkeitsfunktion gibt.

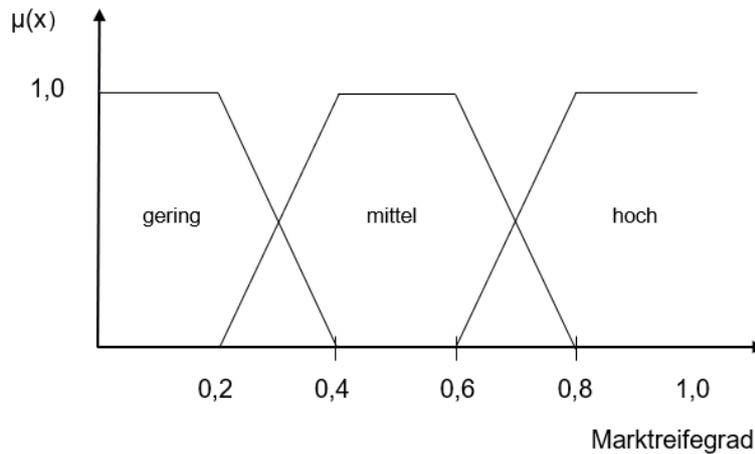


Abbildung 49: Linguistische Variable für die aggregierte Kennzahl „Marktreifegrad“

Auf Grundlage der Wirkungskette „Marktreifegrad“, wie sie in Abbildung 40 (S. 112) skizziert wurde, lassen sich konkrete Bewertungsregeln aufstellen. Das komplette Regelwerk zeigen Tabelle 8 und Tabelle 9. Tabelle 8 enthält die Zwischenkonsolidierung von je zwei linguistischen Eingangsvariablen mit jeweils zwei linguistischen Grundmengen, Tabelle 9 die abschließende Berechnung der Marktreife aus den Werten der Zwischenkonsolidierung.

Tabelle 8: Zwischenkonsolidierung der linguistischen Eingangsvariablen für die Kennzahl „Marktreife“

Relevanz Patente	Relevanz wissenschaftlicher Publikationen	Zwischenkennzahl 1 Relevanz – vor Markteintritt –
gering	gering	gering
gering	hoch	mittel
hoch	gering	mittel
hoch	hoch	hoch
Relevanz Messeneuheiten	Relevanz Start-ups	Zwischenkennzahl 2 Relevanz – Markteintritt –
gering	gering	gering
gering	hoch	mittel
hoch	gering	mittel
hoch	hoch	hoch
Relevanz existierender Produkte	Relevanz existierender Dienstleistungen	Zwischenkennzahl 3 Relevanz – etabliertes Marktangebot –
gering	gering	gering
gering	hoch	mittel
hoch	gering	mittel
hoch	hoch	hoch

Tabelle 9: Ermittlung des Marktreifegrades auf Basis der Werte der Zwischenkonsolidierung

Zwischenkennzahl 1 Relevanz – vor Markteintritt –	Zwischenkennzahl 2 Relevanz – Markteintritt –	Zwischenkennzahl 3 Relevanz – etabliertes Marktangebot –	ERGEBNIS MARKTREIFE
gering	gering	gering	gering
gering	gering	mittel	gering
gering	gering	hoch	hoch
gering	mittel	gering	gering
gering	mittel	mittel	mittel
gering	mittel	hoch	hoch
gering	hoch	gering	mittel
gering	hoch	mittel	mittel
gering	hoch	hoch	hoch
<hr/>			
mittel	gering	gering	gering
mittel	gering	mittel	gering
mittel	gering	hoch	hoch
mittel	mittel	gering	mittel
mittel	mittel	mittel	mittel
mittel	mittel	hoch	hoch
mittel	hoch	gering	mittel
mittel	hoch	mittel	mittel
mittel	hoch	hoch	hoch
<hr/>			
hoch	gering	gering	gering
hoch	gering	mittel	gering
hoch	gering	hoch	gering
hoch	mittel	gering	gering
hoch	mittel	mittel	mittel
hoch	mittel	hoch	mittel
hoch	hoch	gering	mittel
hoch	hoch	mittel	mittel
hoch	hoch	hoch	hoch

Alle weiteren Tabellen zur Abbildung der Bewertungsregeln befinden sich im Anhang C.

6 Vorgehensmodell zur Bewertung von Marktchancen im FEI

6.1 Zielsetzung und Vorgehensweise

Nachdem im vorangehenden Kapitel die theoretischen Grundlagen der Bewertung von Marktchancen im FEI diskutiert wurden, wird in diesem Kapitel ein Vorgehensmodell zu deren IT-unterstützter Bewertung entwickelt. Dieses zeigt auf, welche konkreten Schritte zu durchlaufen sind, damit am Ende ein Innovations-Suchfeld aus strategischer Sicht bewertet werden kann.

6.2 Überblick

Der Bewertungsprozess für die Evaluation eines Innovations-Suchfeldes umfasst vier Phasen und ist in Abbildung 50 dargestellt.

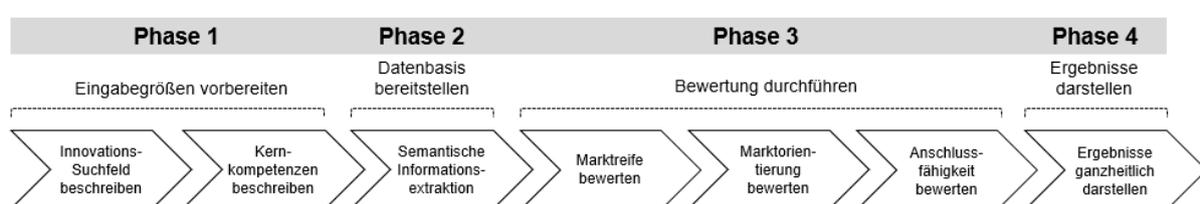


Abbildung 50: Vollständiger Bewertungsprozess im Überblick

In der ersten Phase werden die für die Bewertung erforderlichen Eingabegrößen vorbereitet. Dazu zählen die Definition eines Innovations-Suchfeldes, abgeleitet aus der Innovationsstrategie, und die Formulierung der unternehmensspezifischen Kernkompetenzen.

In der zweiten Phase wird über semantische Informationsextraktion die Datenbasis erstellt, die für die Bewertung herangezogen wird. Die Prinzipien und Schritte der semantischen Informationsextraktion werden ausführlich in Kapitel 7.3 dargelegt.

In der dritten Phase erfolgt für das Innovations-Suchfeld die Bewertung hinsichtlich der drei Perspektiven Marktreife, Marktorientierung und Anschlussfähigkeit mittels Fuzzy-Logik. Die resultierenden Ergebnisse werden abschließend in der vierten Phase ganzheitlich dargestellt.

Um den Bewertungsablauf zu veranschaulichen, werden in diesem Kapitel drei Innovations-Suchfelder *Alpha*, *Beta* und *Gamma* eingesetzt und hinsichtlich der drei Perspektiven Marktreife, Marktorientierung und Anschlussfähigkeit bewertet. Diese Suchfelder stammen aus dem Umfeld des Technischen Handels. Exemplarisch werden die Vorgehensschritte am Suchfeld *Alpha* vollzogen, weshalb dieses detailliert erläutert wird. Die beiden anderen Suchfelder *Beta* und *Gamma* dienen dem Vergleich unterschiedlicher Handlungsoptionen bei der Ergebnisdarstellung und werden dafür nur mit einem Mindestmaß an Informationen dargestellt.

Basis für die Bewertung bildet das GQM-Modell. Die quantitative Abbildung der Berechnungslogiken für die Bewertungsperspektiven erfolgt mithilfe von Fuzzy-Regeln.

6.3 Innovations-Suchfeld beschreiben

Mit dem Innovations-Suchfeld Alpha wird das Feld „Kanalreinigung“ bei einem Unternehmen des Technischen Handels, das auf Schlauch- und Verbindungstechnik spezialisiert ist, betrachtet. Herkömmliche Schläuche, die für die Kanalreinigung eingesetzt werden, haben den Nachteil, dass sie schnell verschleifen und bereits nach einer kurzen Nutzungsdauer ersetzt werden müssen.

Die Beschreibung des Suchfeldes Alpha erfolgt über die vier dargelegten Prinzipien:

- Prinzip 1: Perspektivenwechsel (Kundensicht anstelle Produktsicht);
- Prinzip 2: Denken in Funktionen;
- Prinzip 3: Denken in Bedürfnisebenen;
- Prinzip 4: Abstraktion.

Prinzip 1: Aus Kundensicht resultieren aus der kurzen Lebensdauer von Kanalspülschläuchen zusätzliche Kosten, die beim Angebot der Leistung „Kanalreinigung“ an Kommunen und Gemeinden einen Wettbewerbsnachteil darstellen. Das Innovations-Suchfeld ist deswegen darauf ausgerichtet, diesen Nachteil zu kompensieren.

Prinzip 2: Hier werden alle Funktionen, die im Rahmen der Kanalreinigung erfüllt werden sollen, erfasst. Dabei werden weitere Beschreibungen derselben Funktion in Form von Synonymen identifiziert, wie „Kanal reinigen“, „Kanal säubern“, „Kanal spülen“.

Prinzip 3 und Prinzip 4 dienen dazu, von der technischen Funktion „Kanal spülen“ sukzessive zu abstrahieren und damit unterschiedliche Bedürfnisebenen anzusprechen. Diese Abstraktion ist bei der Formulierung eines Innovations-Suchfeldes zentral, weil höhere Abstraktionsstufen einen höheren Innovationsgrad ermöglichen. Die unterschiedlichen Abstraktionsstufen für die Beschreibung des Innovations-Suchfeldes Kanalreinigung werden in Tabelle 10 beispielhaft dargestellt. Eine Entscheidung über den angestrebten Innovationsgrad ist im Unternehmen im Rahmen der Operationalisierung der Innovationsstrategie zu treffen.

Eine eindeutige Empfehlung dahingehend, wie eng oder weit ein Innovations-Suchfeld gefasst sein soll, lässt sich aus der Anwendung der vier Prinzipien nicht ableiten. Aus empirischen Erfahrungswerten resultieren jedoch Empfehlungen, die eine Hilfestellung bieten können (vgl. Augsten et al. 2017, S. 31–33).

Tabelle 10: Beispiel für den Zusammenhang von Abstraktionsstufe eines Innovations-Suchfeldes und angestrebtem Innovationsgrad

Abstraktionsstufe	Formulierungsbeispiel (Funktion / Zweck)	Angestrebter Innovationsgrad
0	„Kanal spülen“	gering
1	„Wasserabfluss sicherstellen“	↓
2	„Schadensquote in Gebäuden durch Wasser-Rückstau reduzieren“	
3	„Versicherungsprämie in Wohngebäudeversicherung für Anwohner reduzieren“	hoch

Angewendet auf ein Unternehmen für technische Schläuche zur Kanalspülung lassen sich folgende Beispiele für zu eng bzw. zu weit gefasste Innovations-Suchfelder geben:

- **Beispiel 1** (zu weit gefasst): *Wie werden wir zum Innovationsführer?* Diese Frage bietet zu wenig Fokus für die Suche nach Innovationspotenzialen.
- **Beispiel 2** (zu eng gefasst): *Wie können wir erreichen, dass sich ein Schlauch in teilweise abgerollter Position fixieren lässt?* Hierbei handelt es sich um einen klar definierten Auftrag, mit dessen Erledigung eine ganz konkrete Problemstellung aus Kundensicht gelöst wird. Folglich wird eine konkrete Idee beschrieben und kein strategisches Suchfeld.
- **Beispiel 3:** *Wie lässt sich bei Schläuchen für die Kanalreinigung eine längere Nutzungsdauer erreichen, ohne Einbußen beim Reinigungsergebnis?* Diese Fragestellung gibt konkrete Hinweise und setzt einen geeigneten Fokus für die Suche, lässt aber genügend Spielraum für verschiedenartige Innovationen. Bezogen auf die Eingrenzung erscheint diese Suchfeldbeschreibung als geeignet für die weitere Verfolgung.

Diesen drei Beispielen gemein ist, dass sie alle als „Wie“-Frage formuliert sind. Diese Form einer offenen W-Frage ist in Innovationsprojekten für die Beschreibung von Innovations-Suchfeldern üblich. Damit die Bewertung eines Suchfeldes Software-technisch unterstützt werden kann, sind bestimmte Regeln für die Beschreibung eines Innovations-Suchfeldes anzuwenden. Um diese zu bestimmen, wurden alternative Formulierungen des Innovations-Suchfeldes hinsichtlich der Ergebnisqualität bei der Precision verglichen. Daraus konnten folgende Hinweise für die Formulierung der Suchanfrage abgeleitet werden:

- Das Suchfeld wird über technische Funktionen und alternative Verben beschrieben (z. B. Kanal reinigen, säubern, spülen).
- In der Suchanfrage genügen Stichwörter, eine Ausformulierung von Sätzen ist nicht erforderlich.

- Wörter müssen ausgeschrieben werden, eine Wortzusammenfassung wie etwa „ozon- und witterungsbeständig“ darf nicht erfolgen.

Darauf ausgerichtet beinhaltet die Suchfeldbeschreibung technische Funktionen, die mit spezifischen Attributen angereichert werden. Die Attribute haben dabei die Aufgabe, charakteristische Eigenschaften und Anforderungen an die Funktionsausführung zu definieren.

Eine mögliche Darstellungsform dieser transformierten Darstellung für das Innovations-Suchfeld „Kanalreinigung“ zeigt das folgende Beispiel. Die Verwendung synonymen Verben, wie „reinigen“, „säubern“, „spülen“, trägt dazu bei, dass beim späteren Dokumentenabgleich alternative Formulierungen erkannt und für die Auswertung berücksichtigt werden.

Funktionen:

- Kanal reinigen / säubern / spülen
- Abfluss reinigen / säubern / spülen
- Rinne reinigen / säubern / spülen

Attribute:

- | | | |
|--------------------|-----------------------|-----------------|
| • haltbar | • robust | • wartungsarm |
| • widerstandsfähig | • witterungsbeständig | • abriebfest |
| • verschleißarm | • reißfest | • ozonbeständig |

Die Darstellung über Funktionen und Attribute ist zunächst eine generische und verkürzte Beschreibung eines Innovations-Suchfeldes. Diese Herangehensweise bietet sich an, da zu diesem Zeitpunkt ein hohes Informationsdefizit herrscht. Aufgrund dieses Informationsdefizits wird eine weitergehende Strukturierung des Suchfeldes, etwa mithilfe einer Ontologie⁴², erschwert. Zudem wäre eine Ontologie jeweils suchfeldspezifisch zu erstellen, weil sich die Inhalte von Suchfeldern stark unterscheiden können. Dies steht jedoch im Widerspruch zu dem Prinzip der Ökonomie im Rahmen einer Messung. Deswegen wird bei der Entwicklung des Bewertungsmodells auf Ontologien bewusst verzichtet.

6.4 Kernkompetenzen beschreiben

Grundlage für die Beschreibung der Kernkompetenzen eines Unternehmens ist dessen Prozesslandkarte. Mithilfe der Prozesslandkarte werden die vorhandenen Geschäftsprozesse inventarisiert und in Führungs-, Kern- und Unterstützungsprozesse differenziert. Eine zentrale

⁴² Ontologien dienen der Strukturierung von Themengebieten und umfassen dafür eine formal geordnete Darstellung von Begrifflichkeiten und der zwischen diesen bestehenden Beziehungen (vgl. Korell und Schloen 2012, S. 26).

Rolle spielen dabei die Kernprozesse. Diese umfassen als End-to-End-Prozesse die gesamte Wertschöpfungskette von den Lieferanten bis zu den Kunden und sind die Voraussetzung dafür, dass ein Unternehmen Umsatz generieren kann. Über die Kernprozesse differenziert sich ein Unternehmen von den Mitbewerbern, weshalb sich daraus die Kernkompetenzen erschließen lassen. Unterstützungsprozesse im Unternehmen sind für Kunden nach außen nicht sichtbar und damit auch nicht relevant. Für die unternehmensinternen Abläufe sind sie dennoch von Bedeutung.

Anhand der Prozesslandkarte eines Schweizer KMU werden, ausgehend von der spezifischen Prozesslandkarte (Abbildung 51), beispielhaft die Kernkompetenzen im weiteren Sinne dieses Unternehmens abgeleitet.

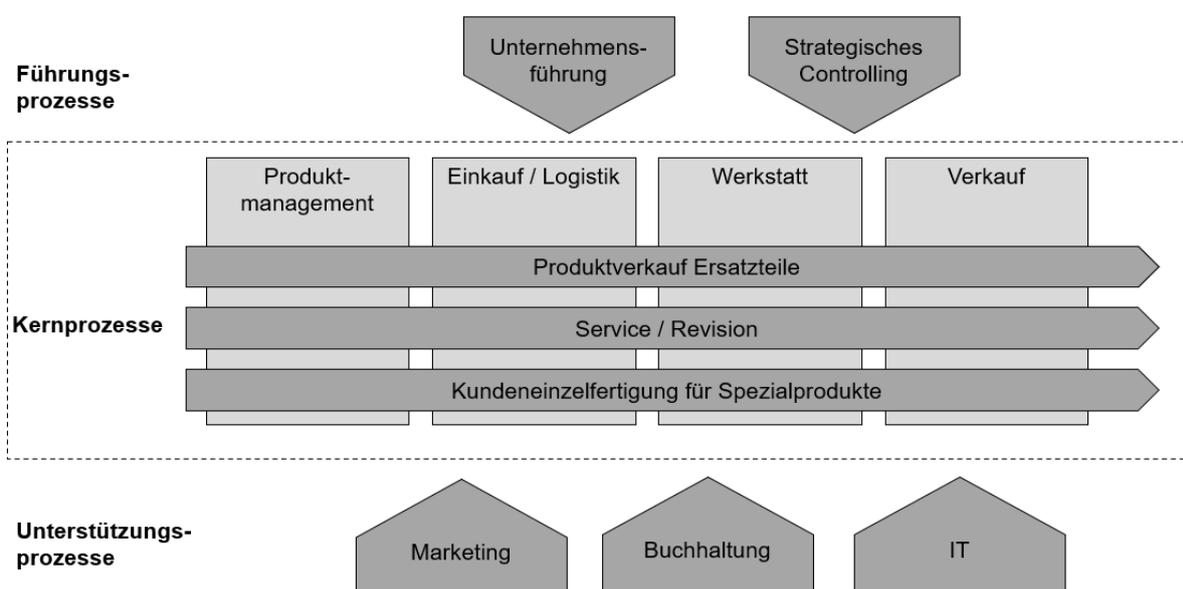


Abbildung 51: Prozesslandkarte eines KMU im Technischen Handel für Schläuche

Die drei zentralen Kernprozesse des Unternehmens sind der Verkauf von Ersatzteilen, Service- und Revisionsarbeiten an Druckventilen sowie die kundenspezifische Anfertigung von Spezialausführungen von Schläuchen und Ventilen. Die zugehörige Wertschöpfungskette verläuft horizontal durch das Unternehmen und schließt die Funktionen Produktmanagement, Einkauf/Logistik, die eigene Werkstatt und die Verkaufsorganisation, bestehend aus Verkaufsinnendienst und mobilen Außendienstmitarbeitenden, ein. Über eine vertiefte Recherche des Internet-Auftritts des Unternehmens und ergänzende Interviews mit den für die Kernprozesse verantwortlichen Geschäftsleitungsmitgliedern lassen sich aus den Kernprozessen folgende Kernkompetenzen herausarbeiten:

- mobile Schlauchwerkstatt (z. B. für Einsatz in Tunnelbaustellen);
- breites Spektrum an Spezialartikeln;
- schnelle Belieferung innerhalb von 24 Stunden;

- individuelle Schlauchkonfektion;
- Eigenfertigung von Spezialarmaturen;
- Sicherheitsprüfungen von Hydraulikpumpen und -schläuchen mit Zertifikat.

Aus der Auflistung der Kernkompetenzen im weiteren Sinne geht hervor, dass sich das Unternehmen in einer Marktnische positioniert hat, in der es kundenspezifische Angebote bereitstellt. Aus der Formulierung (z. B. „innerhalb von 24 Stunden“) werden der jeweilige Kundennutzen und das Potenzial für neue Geschäfte (z. B. „Mobile Schlauchwerkstatt“) deutlich. Mit den aufgeführten Kompetenzen grenzt sich das Unternehmen zudem auch klar gegenüber Wettbewerbern am Schweizer Markt ab. Damit wird den drei von Hamel und Prahalad formulierten Kriterien für Kernkompetenzen entsprochen.

Analog dem Vorgehen bei einem Innovations-Suchfeld werden die identifizierten Kernkompetenzen abschließend als Funktionen formuliert und mittels Attributen näher spezifiziert. Diese strukturierte Beschreibung erleichtert die IT-gestützte Weiterverarbeitung.

Funktionen:

- Schläuche ablängen / konfektionieren
- Spezialarmaturen fertigen / konstruieren / herstellen
- Hydraulikpumpen prüfen
- Hydraulikschläuche prüfen
- Prüfzertifikate erstellen

Attribute:

- mobile Werkstatt
- 24-Stunden-Lieferung
- breites Sortiment
- Spezialartikel
- Einzelanfertigung / Individualanfertigung

Mit dem Innovations-Suchfeld und den Kernkompetenzen sind nun die Eingangsgrößen für die Bewertung beschrieben. Im nächsten Schritt wird die Datenbasis für den Dokumentenabgleich erstellt. Dies wird im Folgenden erläutert.

6.5 Datenbasis bereitstellen

Die Erstellung der für die Bewertung benötigten Datenbasis ist zwar zunächst unabhängig von einem konkreten Bewertungslauf, aber eine wesentliche Voraussetzung für die Bewertung selbst. Um den Bewertungsprozess im Gesamtzusammenhang darstellen zu können, wird

deswegen im Folgenden das Vorgehen zur Bereitstellung der erforderlichen Datenbasis in Form der bereits beschriebenen Dokumentenkategorien erläutert.

Grundlage für die Auswahl der Datenquellen sind frei verfügbare Informationen aus dem Internet. Diese Eingrenzung erfolgt mit dem Ziel, die Machbarkeit des Bewertungsmodells nachzuweisen, stellt jedoch keine Limitation im Hinblick auf eine spätere Erweiterung dar.

Die Auswahl geeigneter Datenquellen erfolgt unter Berücksichtigung des *Constrained, systematic search*-Ansatzes von Fiet (2007). In Form von Consideration Sets erfolgt eine Eingrenzung auf aussichtsreiche Informationskanäle. Die Auswahl geeigneter Datenquellen erfolgt unter Einbeziehung des Aspekts der Informationsqualität gemäß folgender Definition:

„Informationsqualität bezeichnet den Grad Nutzbarkeit einer Information für den jeweiligen Einsatzzweck. Die Nutzbarkeit kann dabei im Hinblick auf mehrere Dimensionen der Datenqualität beurteilt werden. Diese Dimensionen sind intrinsische Datenqualität, kontextuelle Datenqualität, darstellungsbezogene Datenqualität und zugangsbezogene Datenqualität“ (Krcmar 2015, S. 140).

Intrinsische Datenqualität gibt vor, dass Informationen selbst eine hohe Datenqualität aufweisen. Kontextuelle Datenqualität besagt, dass Informationen eine hohe Qualität in dem Zusammenhang, in dem sie angewendet werden, besitzen müssen. Darstellungsbezogene Datenqualität bedeutet, dass Informationen verständlich und einfach kognitiv erfassbar sein müssen. Zugangsbezogene Datenqualität beschreibt, dass Informationen einfach bearbeitbar sind.

Nach eingehender Analyse möglicher Informationskanäle wurden auf Basis der genannten Dimensionen der Informationsqualität die in Tabelle 11 aufgeführten Datenquellen ausgewählt.

Tabelle 11: Datenquellen für die Bewertung

Kategorie	Datenquelle / Internet-Link
Patente	Espacenet Patentrecherche https://www.epo.org
Wissenschaftliche Veröffentlichungen	Directory of Open Access Journals (DOAJ) https://doaj.org/
Start-ups	Start-ups Schweiz http://www.startup.ch/
Messeneuheiten	Hannovermesse - Produktneuheiten https://www.hannovermesse.de/de/ausstellung/aussteller-produkte/produktneuheiten/trendspots.xhtml
Existierende Produkte und Dienstleistungen	tectop -Suchmaschine (Verband Technischer Handel e.V.) http://www.tectop-vth.de/
Markttrends	TrendHunter http://www.trendhunter.com/

Für die Bestimmung der Kenngröße *Marktorientierung* für ein Innovations-Suchfeld sind neben den erwarteten Markttrends auch die aktuellen Kundenbedürfnisse als Datenquelle relevant.

Deswegen werden für die Erstellung der Datenbasis ergänzend unternehmensinterne CRM-Daten berücksichtigt. Anders als bei den ausgewählten Internet-Datenquellen ist hier jedoch die Datenqualität, abhängig vom jeweiligen Unternehmen, unterschiedlich gut ausgeprägt. Hier muss im Einzelfall entschieden werden, ob eine Aufnahme der CRM-Daten sinnvoll für die Bewertung ist.

Für die Erstellung der Datenbasis werden in periodischen Abständen die Datenquellen auf Änderungen und Ergänzungen hin abgesucht und die zugehörigen Dokumente in einer Datenbank abgelegt. Dabei werden alle gefundenen Dokumente übernommen; eine Filterung erfolgt erst in einem späteren Schritt. Bei der Extraktion der Dokumente ist darauf zu achten, dass nur der fachliche Inhalt eines Dokuments erfasst wird und nachrangige Inhalte wie Werbeanzeigen oder Videosequenzen, die oftmals in Webseiten eingebettet sind, ausgeschlossen werden. Hierfür lassen sich kombinierte Werkzeuge für das Absuchen von Internetseiten („Web Crawling“) und das Extrahieren der enthaltenen Daten („Web Scraping“) einsetzen. Viele Webseiten erfassen jedoch die Anzahl der Zugriffe und blockieren den Zugriff für solche automatisierten Werkzeuge, sobald eine definierte Zugriffsfrequenz überschritten wird. Zu den Werkzeugen, die in der Lage sind, diese Einschränkung zu umgehen, zählt das *Selenium*® Projekt⁴³, das für die Erstellung des Prototyps zum Einsatz kam. Dieses gestaltet die Zugriffe auf eine Webseite so, als ob sie tatsächlich über einen Internetbrowser erfolgen würden.

Um Dokumente aus der Datenbasis mit der Beschreibung eines Innovations-Suchfeldes abgleichen zu können, müssen diese noch entsprechend aufbereitet werden. Dafür wird auf die Latent Semantic Analysis (LSA) zurückgegriffen, die, vereinfacht dargestellt, die Hauptinhalte eines Dokuments in mehreren Schritten extrahiert.⁴⁴

6.6 Marktreife bewerten

Die Bewertung der *Marktreife* erfolgt über Indikatoren. Da jeder Indikator nur einen Teil des Konstrukts „Marktreife“ erfasst, bedarf es für die Darstellung eines Gesamtbildes einer Kollektion von Indikatoren. Bei der Messung werden für das Kriterium *Marktreife* die drei Ausprägungen „vor Markteintritt“ (pre-market), „Markteintritt“ (market entry) und „etabliertes Marktangebot“ (market domain) unterschieden, die auf einem Zeitstrahl nacheinander angeordnet sind. Die Erfassung erfolgt entsprechend über eine Ordinalskala. Für die Durchführung der Messung wurden folgende Indikatoren als relevant identifiziert:

⁴³ Eine weiterführende Beschreibung findet sich unter <https://www.selenium.dev> (aufgerufen am 08.12.2021).

⁴⁴ Das Verfahren wird in Kapitel 7.3 im Zusammenhang mit der Realisierung des Prototyps beschrieben.

- Anzahl der Patentveröffentlichungen mit Bezug zum Suchfeld und deren Ähnlichkeit mit dem Suchfeld;
- Anzahl wissenschaftlicher Publikationen mit Bezug zum Suchfeld und deren Ähnlichkeit mit dem Suchfeld;
- Anzahl der Messeneuheiten mit Bezug zum Suchfeld und deren Ähnlichkeit mit dem Suchfeld;
- Anzahl der Start-ups mit Bezug zum Suchfeld und deren Ähnlichkeit mit dem Suchfeld;
- Anzahl der Produkte und Dienstleistungen in branchenspezifischen Fachverzeichnissen und Katalogen und deren Ähnlichkeit mit dem Suchfeld;

Für diese Indikatoren erfolgt eine Auswertung über einen definierten, für alle identischen Zeitraum, um so gleiche Ausgangsvoraussetzungen für die Wirkeffekte zu schaffen. Der Zeitraum erstreckt sich dabei vom Stichtag der Messung zurück in die Vergangenheit. Eine „richtige“ Länge lässt sich nicht pauschal angeben, sollte sich jedoch an der durchschnittlichen Dauer des Produktlebenszyklus in der betrachteten sowie in angrenzenden Branchen orientieren. Für den Bereich Industrieausrüstung, der für die Subbranche Technischer Handel von Bedeutung ist, umfasst dieser Richtwert beispielsweise einen Zeitraum zwischen drei und fünf Jahren (Wissenschaftliche Dienste - Deutscher Bundestag 2016, S. 10).

Für die Bewertung erfolgt je Kategorie der Datenbasis ein semantischer Abgleich zwischen Innovations-Suchfeld und enthaltenen Dokumenten. Dabei wird dokumentenweise die Cosinus-Ähnlichkeit in Bezug auf das Suchfeld bestimmt und je Kategorie der Datenbasis eine Ergebnisliste erstellt, in der die Dokumente nach absteigendem Cosinus-Maß sortiert sind. Aus Gründen der Praktikabilität werden je Dokumentenkategorie die Indikatoren „Anzahl“ und „Ähnlichkeit“ in einem Indikator konsolidiert. Die Basis dafür bilden die Top N Dokumente mit den höchsten Werten für die Cosinus-Ähnlichkeit, die als Ergebnis ausgewertet werden. Ausschlaggebend dafür ist die Festlegung, dass im Rahmen der Bewertung die Precision gegenüber dem Recall höher gewichtet wird. So müssen nicht zwingend alle Treffer im Ergebnis erfasst werden; Vorrang hat, dass die Ergebnismenge die Elemente mit der höchsten Relevanz für das Suchfeld umfasst. Über diese N Dokumente wird der Durchschnittswert für die Cosinus-Ähnlichkeit berechnet und als resultierende Ergebnisgröße ausgewiesen.

Da N über die verschiedenen Dokumentenkategorien und zusätzlich über die verschiedenen Kennzahlen des Bewertungsmodells einheitlich festgelegt wird, lassen sich Homogenität und Vergleichbarkeit über das gesamte Bewertungsmodell hinweg erreichen. Aus der Anwendung des Bewertungsmodells für verschiedene Innovations-Suchfelder wurde mit einer Ergebnisliste, die 20 Elemente umfasst, ein für alle getesteten Anwendungsfälle geeigneter Wert ermittelt. Der konsolidierte Indikator wird nachfolgend als „*Top N Mittelwert für Ähnlichkeit*“

bezeichnet. Das zugehörige Vorgehen für die Dokumentenkategorie Patente, stellvertretend für alle berücksichtigten Dokumentenkategorien, zeigt Abbildung 52.

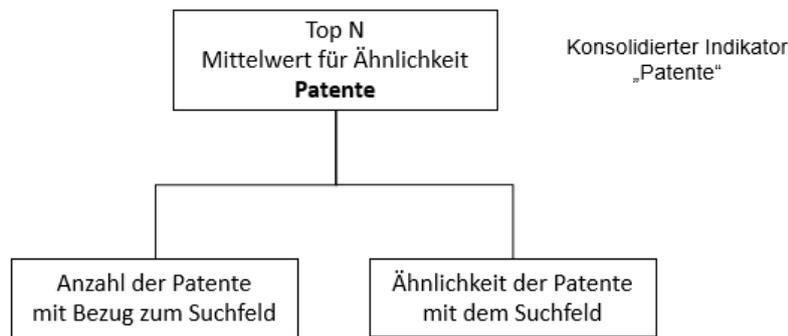


Abbildung 52: Konsolidierung der Indikatoren „Anzahl“ und „Ähnlichkeit“ am Beispiel der Dokumentenkategorie Patente

Bei der Bewertung der Marktreife besteht das Ziel darin, aus der Zusammenführung der einzelnen Indikatoren ein suchfeldspezifisches Profil zu erstellen, aus dem die zugehörige Ausprägung der Marktreife mittels Fuzzy-Logik abgeleitet wird. Voraussetzung dafür ist, dass die Indikatoren einerseits die relevanten Phasen des Produktlebenszyklus erfassen und inhaltlich sowohl Produkte als auch Dienstleistungen einschließen, um das Marktangebot der hier betrachteten Branche „Technischer Handel“ abzudecken. Mit den ausgewählten Datenquellen wird dieser Anforderung entsprochen. Abbildung 53 stellt diesen Nachweis grafisch dar.

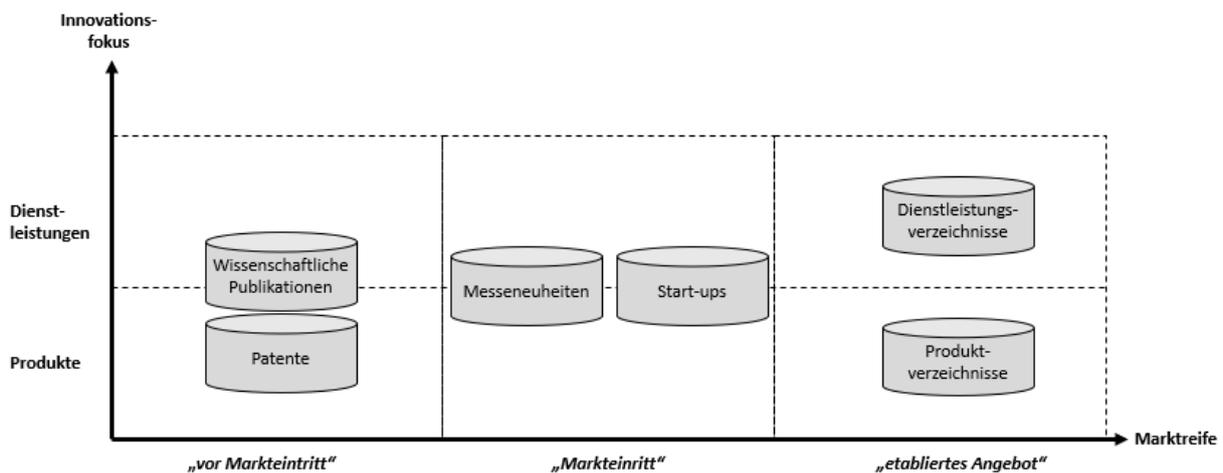


Abbildung 53: Schematische Einordnung der Datenquellen in die Abschnitte des Produktlebenszyklus

Zugleich zeigt Abbildung 53, dass ein Indikator nicht immer eindeutig einem Innovationsfokus – Produkt *oder* Dienstleistung – zugeordnet werden kann. So kann eine Messeneuheit sowohl ein Produktangebot, eine neue Dienstleistung oder eine Kombination daraus umfassen. Für die Bewertung eines Innovations-Suchfeldes in der Phase des FEI stellt dies jedoch keine Limitation dar, da zu diesem Zeitpunkt der spätere Innovationsfokus noch nicht definiert ist.

Vielmehr liegt das Ziel darin, ein Gesamtbild der Marktreife eines Innovationsfeldes zu erhalten. Daher werden *alle* Einzelindikatoren bei der Bewertung berücksichtigt. Für die Ermittlung der daraus resultierenden Marktreife wird folgende Logik angewendet.

Mit jeder spezifischen Ausprägung der Marktreife sind jeweils zwei Indikatoren assoziiert. So hängen Patente und wissenschaftliche Publikationen mit der Ausprägung „vor Markteintritt“ zusammen. Dieser inhaltliche Zusammenhang wird für die Bestimmung der Marktreife berücksichtigt und resultiert in einem zweistufigen Vorgehen. Im ersten Schritt werden die assoziierten Indikatoren jeweils in einer Zwischenkennzahl konsolidiert. Aus diesen Zwischenkennzahlen wird dann in einem zweiten Schritt die Kenngröße *Marktreife* aggregiert.

Mit diesem Vorgehen werden zwei wesentliche Anforderungen erfüllt: Zum einen wird sichergestellt, dass inhaltlich verwandte Kenngrößen, bezogen auf die Abschnitte des Produktlebenszyklus, miteinander verglichen werden, zum anderen wird gewährleistet, dass keine verfrühte Fokussierung erfolgt, sondern sowohl Produkt- als auch Dienstleistungsaspekte berücksichtigt werden. Abbildung 54 zeigt schematisch das Vorgehen zur Berechnung der Marktreife.

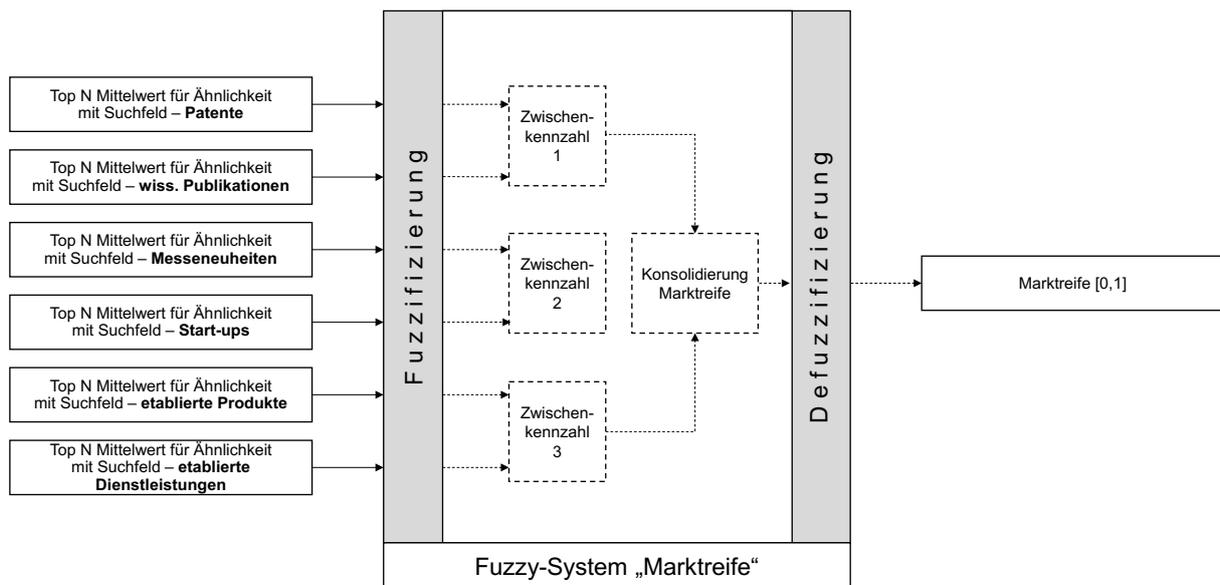


Abbildung 54: Schematische Berechnung der Marktreife

Das vollständige Regelwerk ist in Anhang C dokumentiert. Jede Kennzahl wird hierbei als „linguistische Variable“ definiert, wobei die Eingangsgrößen jeweils über zwei zugehörige „linguistische Grundmengen“ (*gering, hoch*) verfügen und die Ausgangsgrößen für die Zwischenkennzahlen sowie die aggregierte Kennzahl *Marktreife* über drei linguistische Grundmengen: *gering, mittel, hoch*.

Beispielhaft sei die erste Regel, ohne expliziten Ausweis der Zwischenkennzahlen, verbal beschrieben:

„Wenn der Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit dem Suchfeld für Patente und wissenschaftliche Publikationen hoch ist, der Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit dem Suchfeld für Messeneuheiten und Start-ups gering ist und der Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit dem Suchfeld für etablierte Produkte und Dienstleistungen gering, dann ist die Marktreife gering.“

Für die Beispiel-Innovations-Suchfelder Alpha, Beta und Gamma ergeben sich die in Tabelle 12 dargestellten qualitativen Ergebnisse.

Tabelle 12: Kenngröße „Marktreife“ der drei beispielhaften Innovations-Suchfelder

Kennzahl	Alpha	Beta	Gamma
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Suchfeld – Patente	hoch	gering	gering
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Suchfeld – wissenschaftl. Publikationen	hoch	gering	gering
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Suchfeld – Messeneuheiten	gering	hoch	gering
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Suchfeld – Start-ups	gering	hoch	gering
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Suchfeld – etablierte Produkte	gering	gering	hoch
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Suchfeld – etablierte Dienstleistungen	gering	gering	hoch
Marktreife	gering	mittel	hoch

Für das Suchfeld Alpha zeigt sich, dass die Ähnlichkeit mit Patenten und wissenschaftlichen Veröffentlichungen hoch ist, während in den späteren Abschnitten des Produktlebenszyklus nur geringe Ähnlichkeiten auftreten. Demzufolge ist das Suchfeld dem Abschnitt „pre-market“ zuzuordnen, was einer geringen Marktreife entspricht.

6.7 Marktorientierung bewerten

Bevor die *Marktorientierung* des Innovations-Suchfeldes ermittelt wird, ist noch ein vorbereitender Zwischenschritt auszuführen, der nachfolgend erläutert wird.

Die Beschreibung des Innovations-Suchfeldes über die charakteristischen Funktionen und Attribute fällt vergleichsweise kurz aus, weshalb für die weiteren Bewertungsschritte noch wenig substanzieller Inhalt für einen semantischen Abgleich bereitsteht. Aus diesem Grund wird das Innovations-Suchfeld in der Form erweitert, dass aus jeder Datenquelle die Top N Dokumente aus dem ersten Bewertungsschritt als erweiterte Beschreibung des zugehörigen Innovations-Suchfeldes verwendet werden. Für den Fall, dass alle Top N Dokumente eine

hohe Übereinstimmung mit dem Suchfeld aufweisen, kann davon ausgegangen werden, dass die Suchanfrage durch weitere wesentliche Funktionen und Attribute ergänzt wird, die zum Zeitpunkt der Suchfeldformulierung der suchenden Person noch nicht bekannt waren. Weisen die Top N Dokumente dagegen nur eine geringe Übereinstimmung mit dem Suchfeld auf, werden durch die Anreicherung nur wenige Funktionen und Attribute mit Bezug zum Suchfeld ergänzt. Daraus resultiert eine Unschärfe in den nachfolgenden Bewertungsschritten, die dort zu berücksichtigen ist. In praktischen Tests zur Erstellung des Prototyps hat sich jedoch gezeigt, dass der Vorteil einer angereicherten Suchfeldbeschreibung den Nachteil einer resultierenden Unschärfe im Bewertungsergebnis überwiegt.

Somit sind die Top N Dokumente der Ausgangspunkt für die Bewertung der Marktorientierung. Sie bilden die Grundlage für die Suche nach Trends, die einen Bezug zum Suchfeld aufweisen. Da die Top N Dokumente aus unterschiedlichen Datenquellen stammen (Patente, wissenschaftliche Publikationen, Messeneuheiten, Start-ups sowie etablierte Produkte bzw. Dienstleistungen), die jeweils eine andere inhaltliche Ausrichtung aufweisen, erfolgt der Abgleich separat je Datenquelle bzw. Dokumentenkategorie.

Im Sinne eines einheitlichen Ansatzes für die Bewertungslogik werden die erhaltenen Einzelkennzahlen analog dem Vorgehen für die Kenngröße Marktreife in Zwischenkennzahlen konsolidiert, die inhaltlich jeweils mit einer Ausprägungsstufe der Marktreife assoziiert sind. Diese Zwischenkennzahlen werden dann in die Kenngröße *Marktorientierung* konsolidiert.

Vorbereitend werden, analog zum Vorgehen bei der Marktreife, die Indikatoren „Anzahl“ und „Ähnlichkeit“ je Dokumentenkategorie in einer Größe konsolidiert, die als „*Top N Mittelwert für Ähnlichkeit*“ bezeichnet wird.

Neben Trends, die künftige Markt- und Kundenerwartungen beschreiben, kann fakultativ auch ein Abgleich mit bereits bekannten Kundenbedürfnissen und -erwartungen erfolgen. Dies setzt voraus, dass die Kundenbedürfnisse unternehmensintern systematisch erfasst werden und die resultierenden Textinformationen in einem CRM-System vorliegen. Das Vorgehen zum Abgleich mit Kundenbedürfnissen und -erwartungen erfolgt dann analog dem Vorgehen bei Trends. Daraus resultiert eine eigenständige Bewertung der Marktorientierung; eine Konsolidierung der Ergebnisse erfolgt aufgrund der unterschiedlichen zeitlichen Ausrichtung nicht.

Die zugehörige schematische Berechnung der Marktorientierung zeigt Abbildung 55; dabei stützt sich das Schema auf den Abgleich der Top N Dokumente je Datenkategorie mit Trends. Ein analoges Bild ergibt sich für den Abgleich mit aktuellen Kundenbedürfnissen und -erwartungen.

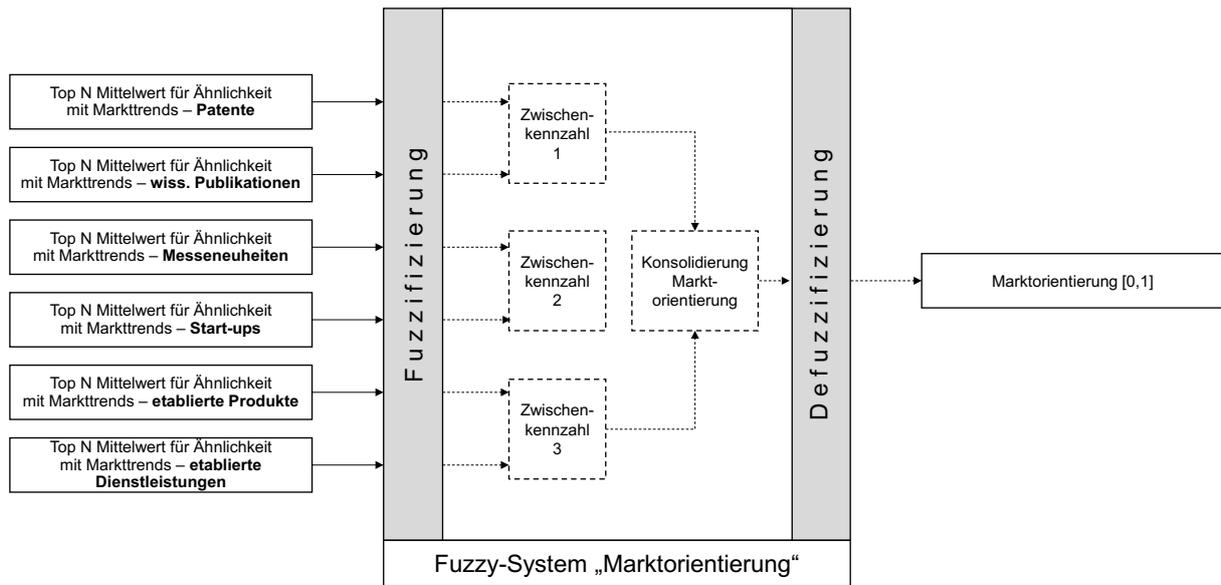


Abbildung 55: Schematische Berechnung der Marktorientierung

Tabelle 13 enthält die konkreten Ergebnisse für die drei Beispiel-Suchfelder Alpha, Beta und Gamma.

Tabelle 13: Kenngröße „Marktorientierung“ der drei beispielhaften Innovations-Suchfelder

Kennzahl	Alpha	Beta	Gamma
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Markttrends – Patente	gering	gering	hoch
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Markttrends – wissenschaftl. Publikationen	gering	hoch	hoch
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Markttrends – Messeneuheiten	gering	hoch	gering
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Markttrends – Start-ups	gering	gering	gering
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Markttrends – etablierte Produkte	hoch	gering	hoch
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Markttrends – etablierte Dienstleistungen	gering	gering	hoch
Marktorientierung	gering	mittel	hoch

Das vertiefter betrachtete Beispiel-Suchfeld Alpha für „Kanalreinigung“ weist lediglich für die Dokumentenkategorie „etablierte Produkte“ eine hohe Übereinstimmung mit Trends auf. Daraus resultiert insgesamt eine geringe Ausprägung der Kenngröße „Marktorientierung“. In einem weiteren Schritt wird nun die Ausprägung der Anschlussfähigkeit für die Beispiel-Suchfelder ermittelt.

6.8 Anschlussfähigkeit bewerten

Die Kenngröße *Anschlussfähigkeit* erfasst, wie gut ein Innovations-Suchfeld mit den unternehmensinternen Kompetenzen übereinstimmt. Die zugehörige Bewertung stützt sich auf die Ausführungen zu den Kernkompetenzen. Im Rahmen der Messung erfolgt ein Abgleich zwischen den Kernkompetenzen im weiteren Sinne als Eingangsgröße einerseits und den Top N Dokumenten aus der Erweiterung des Innovations-Suchfeldes andererseits. Auch bei dieser Messung erfolgt, analog zum Vorgehen bei der Kenngröße *Marktorientierung*, ein Abgleich je Dokumentenkategorie mit dem Ziel, einen einheitlichen Berechnungsansatz für alle Kenngrößen im Bewertungsmodell zu gewährleisten. Dazu werden in einem zweistufigen Vorgehen zunächst Zwischenkennzahlen gebildet, die inhaltlich mit den Bewertungsstufen der Marktreife assoziiert sind. Danach wird aus diesen als resultierende Kenngröße die Anschlussfähigkeit bestimmt.

Vorbereitend werden, analog zum Vorgehen bei den Kenngrößen Marktreife und Marktorientierung, die Indikatoren „Anzahl“ und „Ähnlichkeit“ je Dokumentenkategorie in einem Indikator konsolidiert, der als „*Top N Mittelwert für Ähnlichkeit*“ bezeichnet wird.

Das zugehörige Bewertungsschema zeigt Abbildung 56. Die konkreten Ergebnisse für die drei betrachteten Beispiel-Suchfelder Alpha, Beta und Gamma enthält Tabelle 14.

Das Beispiel-Suchfeld Alpha für Kanalreinigung weist in vier der insgesamt sechs Dokumentenkategorien hohe Werte für die Übereinstimmung mit den Kernkompetenzen des betrachteten Unternehmens im Technischen Handel auf. Daraus resultiert ein hoher Wert für die Kenngröße „Anschlussfähigkeit“.

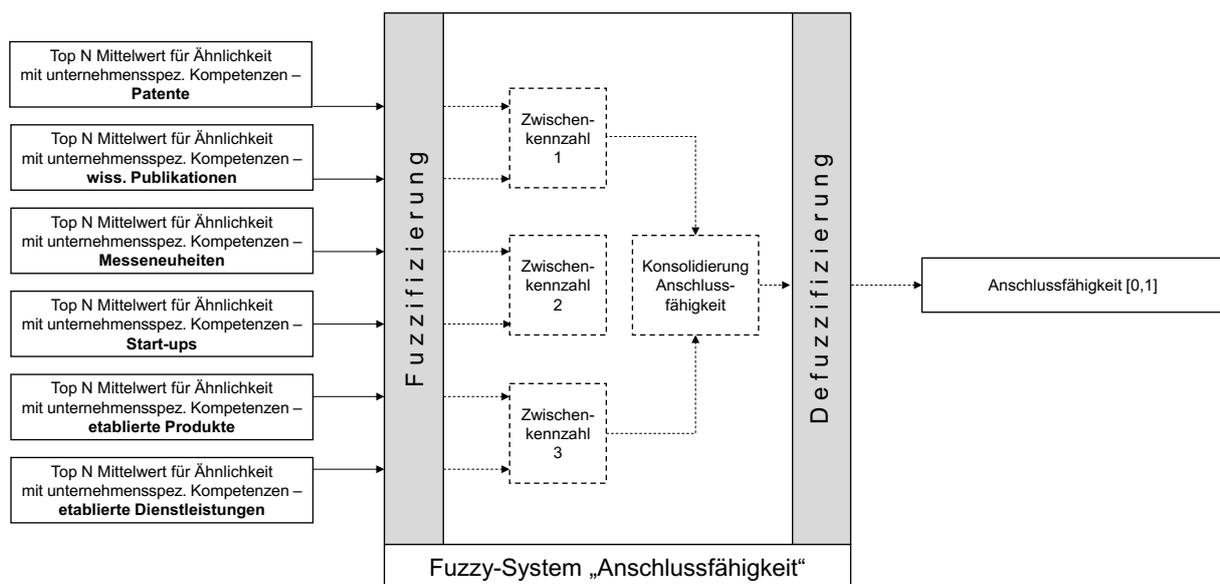


Abbildung 56: Schematische Berechnung der Anschlussfähigkeit

Tabelle 14: Kenngröße „Anschlussfähigkeit“ der drei beispielhaften Innovations-Suchfelder

Kennzahl	Alpha	Beta	Gamma
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit unternehmensspezifischen Kompetenzen – Patente	hoch	gering	gering
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit unternehmensspezifischen Kompetenzen – wissenschaftl. Publikationen	hoch	gering	hoch
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit unternehmensspezifischen Kompetenzen – Messeneuheiten	gering	gering	hoch
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit unternehmensspezifischen Kompetenzen – Start-ups	gering	hoch	gering
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit unternehmensspezifischen Kompetenzen – etablierte Produkte	hoch	hoch	gering
Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit unternehmensspezifischen Kompetenzen – etablierte Dienstleistungen	hoch	gering	gering
Anschlussfähigkeit	hoch	mittel	mittel

6.9 Ergebnisse ganzheitlich darstellen

6.9.1 Grundgedanken

Nach Durchführung der einzelnen Bewertungsschritte liegen nun die Ergebnisse für die drei Bewertungskriterien Marktreife, Marktorientierung und Anschlussfähigkeit vor. Eine schematische Zusammenfassung des zugehörigen Bewertungsprozesses für das Innovations-Suchfeld Alpha zeigt Abbildung 57.

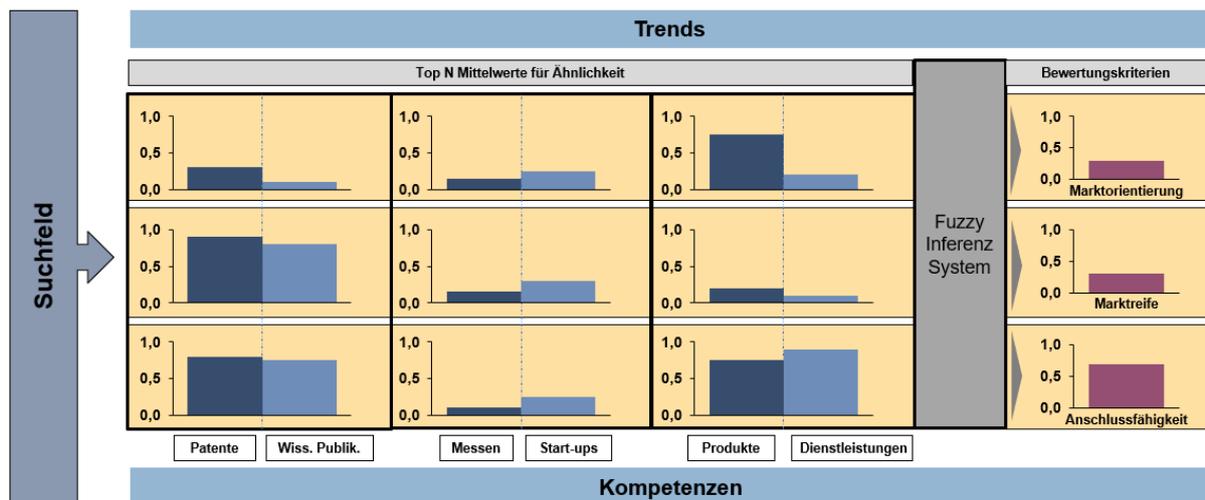


Abbildung 57: Schematische Darstellung des Bewertungsprozesses für das Innovations-Suchfeld Alpha

Um den vollen Wert dieser drei Kennzahlen für die Entscheidungsunterstützung im FEI zu erschließen, müssen diese mit Bezug zu konkreten Anwendungsfällen betrachtet werden. Im Rahmen der Entwicklung des Bewertungsmodells konnten bei vertieften Expertengesprächen zwei Szenarien als Anwendungsfälle mit hoher Praxisrelevanz identifiziert werden:

1. **Auswahlentscheidung**

Aus mehreren Innovations-Suchfeldern soll dasjenige identifiziert werden, das für ein Unternehmen, auf Basis der verfolgten Innovationsstrategie, am attraktivsten ist.

2. **Trendanalyse**

Mit der Fragestellung „Welche Veränderungen lassen sich für definierte Innovations-Suchfelder im Zeitverlauf erkennen?“ sollen Veränderungen frühzeitig erkannt werden, die ein zunächst nicht attraktives Innovations-Suchfeld für ein Unternehmen attraktiv machen können.

Nachfolgend wird gezeigt, wie sich die erhobenen Kennzahlen visualisieren lassen, um für diese beiden Szenarien zeitnah Handlungsempfehlungen für ein Unternehmen ableiten zu können.

6.9.2 **Visualisierung der Ergebnisse**

Auswahlentscheidung

Primäres Ziel bei der Bewertung eines Innovations-Suchfeldes ist, die drei erhobenen Kenngrößen zu einem Gesamtbild zusammenzufügen. Der Kerngedanke besteht darin, marktseitige Erwartungen sowie Bedürfnisse und technologische Realisierungsmöglichkeiten aufeinander abzustimmen (Abbildung 58 – linke Seite). Dabei gibt es zwei mögliche Sichtweisen:

- Bei der Betrachtungsweise „vom Markt her“ (Market Pull) wird versucht, das aufgrund der im Unternehmen vorhandenen Kernkompetenzen im weiteren Sinne realisierbare Marktangebot möglichst optimal auf die Marktbedürfnisse abzustimmen. Dies wird durch die Kenngröße *Marktorientierung* erfasst.
- Bei der Betrachtung „von der beherrschten Technologie bzw. Kompetenz her“ (Technology Push) steht die Frage im Vordergrund, welche neuen Bedürfnisse am Markt auf Basis der vorhandenen Kompetenzen befriedigt werden können. Dies wird reflektiert durch die Kenngröße *Anschlussfähigkeit*.

Aus Unternehmenssicht ist anzustreben, dass ein Innovations-Suchfeld sowohl auf die externen Markterwartungen als auch auf die internen Unternehmenskompetenzen hin ausgerichtet ist. Ein bei diesen Vorgaben optimales Innovations-Suchfeld lässt sich grafisch gut veranschaulichen, wenn Marktorientierung und Anschlussfähigkeit parallel zueinander dargestellt werden (Abbildung 58, rechte Seite). In diesem Fall sind sowohl Marktorientierung als auch Anschlussfähigkeit hoch ausgeprägt und der Abstand der senkrechten Differenzlinien ist minimal.

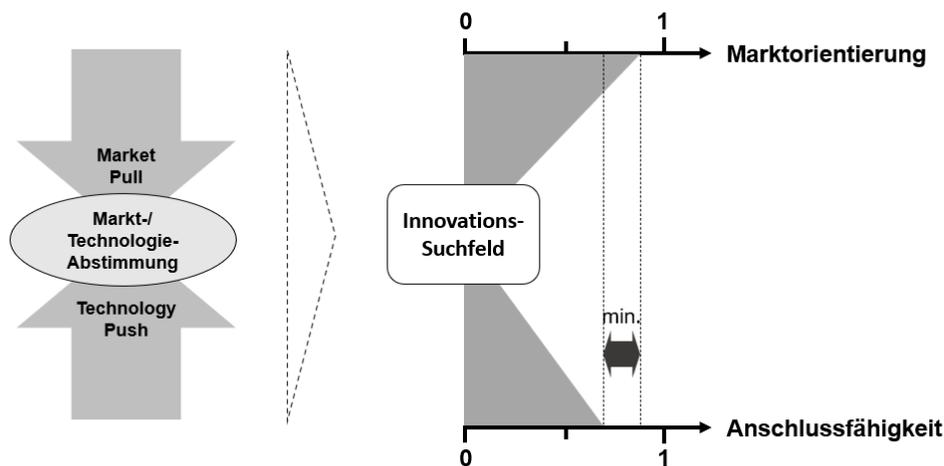


Abbildung 58: Markt-/ Technologieabstimmung

Daraus abgeleitet lassen sich die beiden Kenngrößen *Marktorientierung* und *Anschlussfähigkeit* in einer Matrixdarstellung realisieren. In diese Matrixdarstellung wird die dritte Kenngröße *Marktreife* integriert. Dafür wird deren Ausprägung, die drei diskrete Werte umfasst, über unterschiedliche Kreisdurchmesser ausgedrückt. Mit zunehmendem Durchmesser nimmt auch der Marktreifegrad zu. Während die beiden Kenngrößen *Marktorientierung* und *Anschlussfähigkeit* auf einer Intervallskala dargestellt werden, liegt dem Marktreifegrad eine Ordinalskala zugrunde. Die zugehörigen Ausprägungen können dabei in folgende Rangordnung gebracht werden: „vor Markteintritt“ < „Markteintritt“ < „etabliertes Marktangebot“. Für die Bildung der ordinalskalierten Rangordnung ist eine Zuordnung der ursprünglich intervallskalierten Werte zu den drei Ausprägungen „vor Markteintritt“, „Markteintritt“ und „etabliertes Marktangebot“ vorzunehmen. Die entsprechende Abbildungslogik enthält Anhang A.

Für die betrachteten Beispiel-Suchfelder ergibt sich mit dieser Darstellungsform das in Abbildung 59 dargestellte Bild.

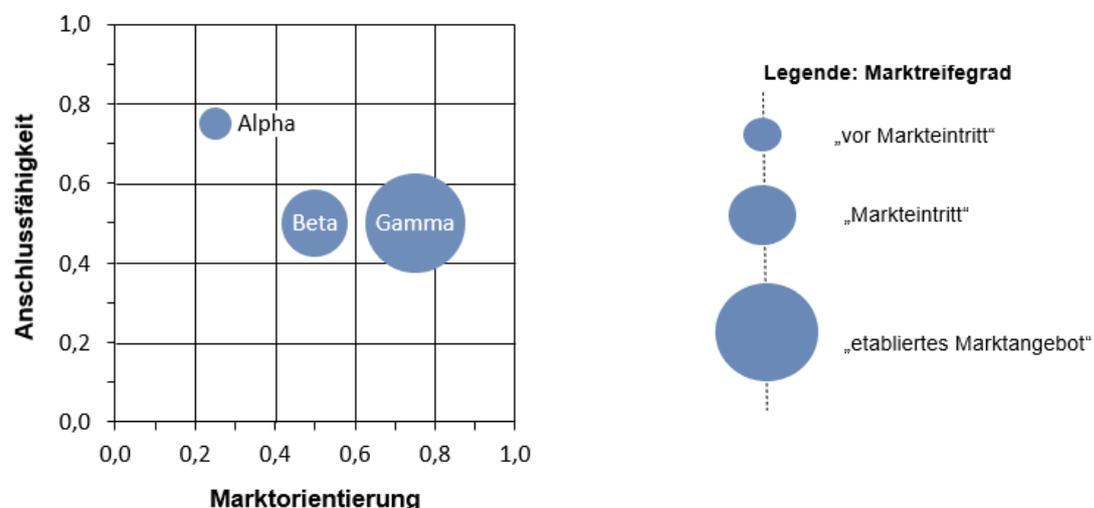


Abbildung 59: Grafische Darstellung der Ergebniskennzahlen

Innovations-Suchfeld Alpha weist eine hohe Anschlussfähigkeit an die im Unternehmen vorhandenen Kompetenzen auf, deckt jedoch die Kunden-/Markterwartungen nur zu einem geringen Grad ab. Daraus resultiert der Hinweis, dass Kompetenzen und Markterwartungen für dieses Suchfeld nicht hinreichend aufeinander abgestimmt sind. Vor diesem Hintergrund ist die Ausprägung der Marktreife („vor Markteintritt“) von untergeordneter Bedeutung. Das Suchfeld ist für das Unternehmen nicht attraktiv.

Innovations-Suchfeld Beta kombiniert eine mittel ausgeprägte Marktorientierung mit einer ebenso ausgeprägten Anschlussfähigkeit. Diese Ausgewogenheit zwischen Markterwartungen und vorhandenen Kompetenzen machen das Suchfeld für das Unternehmen grundsätzlich interessant. Auf dieser Basis ist im Detail zu prüfen, wie Markterwartungen noch stärker berücksichtigt werden und die dafür erforderlichen Kompetenzen aufgebaut werden können. Der Marktreifegrad „Markteintritt“ gibt eine Indikation, dass aus dem Suchfeld kurzfristig mit Angeboten am Markt zu rechnen ist. Daher ist dieser Marktreifegrad auch mit der vom Unternehmen bevorzugten Timingstrategie abzugleichen.

Innovations-Suchfeld Gamma weist gegenüber Beta eine höher ausgeprägte Marktorientierung auf und gibt über die stark ausgeprägte Kennzahl *Marktreife* eine Indikation, dass aus dem Suchfeld heraus wahrscheinlich bereits Marktangebote realisiert sind. Hier sollte das Unternehmen die Inkonsistenz zwischen Marktorientierung und Anschlussfähigkeit hinterfragen und im Nachgang zur initialen Bewertung analysieren, welche Fähigkeiten innerhalb der Kernkompetenzen im weiteren Sinne gegebenenfalls gestärkt werden müssten, um spätere Ideen, die aus dem Suchfeld heraus generiert werden, erfolgreich auf den Markt zu bringen. Für den Fall, dass sich fehlende Fähigkeiten kurzfristig aufbauen lassen und das Unternehmen, im Hinblick auf den hohen Marktreifegrad, eine Strategie des schnellen Folgers verfolgen will, stellt sich Gamma als das attraktivste der drei Beispiel-Suchfelder dar.

Trendanalyse

Im Rahmen eines längerfristig ausgelegten Innovationsmanagements wird im Unternehmen in regelmäßigen Abständen die Attraktivität eines Innovations-Suchfeldes evaluiert. Aus strategischer Sicht ist dann interessant, wie sich Marktorientierung, Anschlussfähigkeit und Marktreife im Vergleich zur letzten Analyse verändert haben. In Abbildung 60 wird diese Veränderung für die Kenngrößen Marktorientierung und Anschlussfähigkeit über Länge und Richtung eines Vektorpfeils dargestellt. Eine Zunahme der Marktreife wird durch ein „+“-Symbol innerhalb eines Suchfeldes dargestellt.⁴⁵

⁴⁵ Aufgrund des zeitlogischen Zusammenhangs ist eine Abnahme der Marktreife für die Betrachtung nicht relevant.

Diese Systematik wird auf das betrachtete Beispiel angewendet. Das Schaubild (vgl. Abbildung 60) lässt sich wie folgt interpretieren: Alpha hat geringfügig an Anschlussfähigkeit verloren, zugleich jedoch leicht an Marktorientierung gewonnen. Beta zeigt einen deutlichen Verlust an Marktorientierung, verbunden mit einem gestiegenen Marktreifegrad. Bei Gamma sind keine Veränderungen im Vergleich zur vorhergehenden Analyse feststellbar.

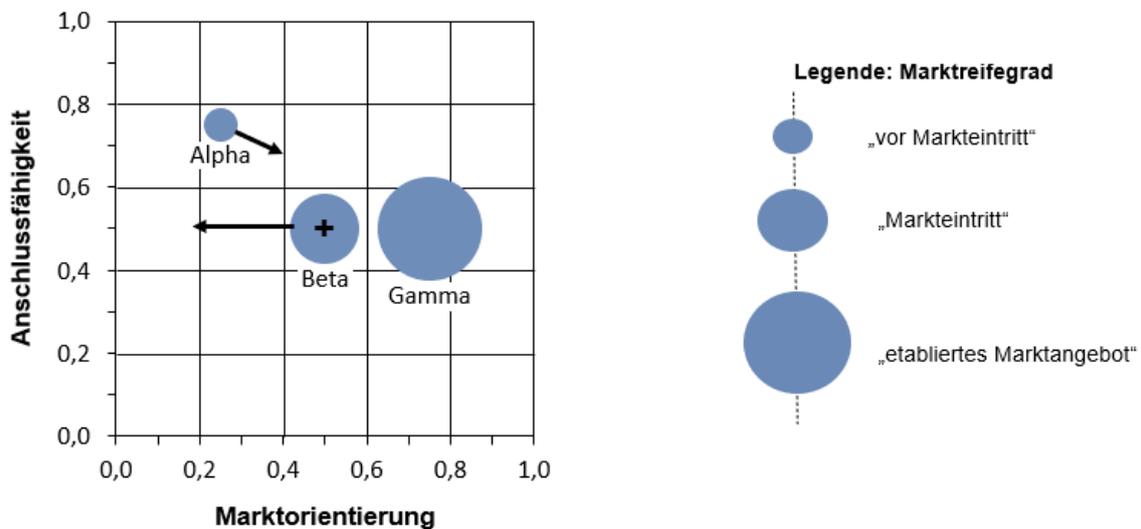


Abbildung 60: Trendanalyse der betrachteten Innovations-Suchfelder

6.10 Zusammenfassung und Validierung

Anhand von drei Beispielen wurde die Vorgehensweise bei der Bewertung von Innovations-Suchfeldern hinsichtlich ihrer Attraktivität für ein Unternehmen detailliert beschrieben. Ebenso wurden die Aggregation und die grafische Darstellung der Kennzahlen beispielhaft dargestellt. Auf dieser Grundlage werden das Bewertungsmodell und seine Anwendung nachfolgend mit den in Kapitel 5.3 formulierten Bewertungszielen, differenziert nach den im DSR-Ansatz vorgesehenen Kategorien „Mensch“ (People), „Organisation“ (Organization) und „Technologie“ (Technology), abgeglichen.

Reflexion der Bewertungsziele in der Kategorie „Mensch“ (People)

- *Ziel: Mit der Anwendung des Bewertungsmodells wird der Mensch bei der Erschließung und Strukturierung einer Marktchance unterstützt.*

Für die Anwendung des Bewertungsmodells reicht die initiale Beschreibung eines Innovations-Suchfeldes, bestehend aus den zu erfüllenden technischen Funktionen und ergänzenden Attributen, aus. Eine vertiefte Einarbeitung in die Fachsprache eines neuen Wissensgebiets ist nicht erforderlich, weil das Bewertungsmodell ohne die Verwendung von Ontologien auskommt. Gleichfalls kann auf ein Trainieren des Modells, etwa durch ma-

schinelles Lernen, vor der Anwendung auf ein bestimmtes Suchfeld verzichtet werden. Dies stellt, gerade hinsichtlich der Zeit- und Aufwandsreduktion, einen entscheidenden Vorteil des Bewertungsmodell gegenüber derzeit existierenden Lösungen dar (vgl. Korell und Schloen 2012, S. 25).

- *Ziel: Das Bewertungsmodell muss eine hohe Qualität der Ergebnisse gewährleisten.*
Das Bewertungsmodell ist bezüglich der Bewertungssystematik vollständig darauf ausgerichtet, ausschließlich Informationen mit hoher Relevanz für ein Innovations-Suchfeld zu berücksichtigen. Somit ist eine hohe Ergebnisqualität ein zentrales Element, das schon in der Grundkonzeption berücksichtigt wird. Aktualität wird mit einer regelmäßigen Aktualisierung der Datenbasis gewährleistet. Eine hohe Ergebnisqualität wird zudem durch eine komprimierte, übersichtliche Darstellung der Bewertungsergebnisse unterstützt.
- *Ziel: Das Bewertungsmodell bietet dem Anwender eine Entscheidungsunterstützung bei der Auswahl der bestgeeigneten Marktchance.*
Die drei Kennzahlen Marktreife, Marktorientierung und Anschlussfähigkeit resultieren aus der zielgerichteten Verdichtung und Aufbereitung relevanter Textdokumente und bieten dem Anwender eine datenorientierte Entscheidungsunterstützung.

Reflexion der Bewertungsziele in der Kategorie „Organisation“ (Organization)

- *Ziel: Das Bewertungsmodell stimmt die Auswahl einer geeigneten Marktchance auf die Geschäfts- und Innovationsstrategie ab.*
Über die Kenngröße *Marktreife* lässt sich ein Innovations-Suchfeld mit der von einem Unternehmen verfolgten Timingstrategie abgleichen, während die Kenngröße *Anschlussfähigkeit* indiziert, inwieweit die vorhandenen Kernkompetenzen mit einem ausgewählten Suchfeld korrespondieren. Somit kann ein Suchfeld kennzahlenbasiert mit der Geschäfts- und Innovationsstrategie abgeglichen werden.
- *Ziel: Die Anwendung des Bewertungsmodells folgt einem strukturierten, systematischen Ablauf.*
Charakteristisch für das Bewertungsmodell ist der sequenzielle Bewertungsablauf, der ohne Rücksprünge auskommt. Dies stellt einen klaren Vorteil gegenüber den existierenden Phasenmodellen dar und erhöht wesentlich die Transparenz im FEI.

Bewertungsziele in der Kategorie „Technologie“ (Technology)

- *Ziel: Das Informationsdefizit im FEI wird kompensiert.*
Der Ansatz der *Constrained, systematic search* in Verbindung mit der Bestimmung der Relevanz von Dokumenten für ein Innovations-Suchfeld ermöglicht die zielgerichtete Filterung von Informationen und trägt so wesentlich zur Reduktion des Unsicherheitsgrades im FEI bei.

Der detaillierte Abgleich von Bewertungsmodell und -vorgehen mit den formulierten Zielsetzungen zeigt, dass diese durch die konzipierte Lösung durchgängig erreicht werden. Auf dieser Grundlage kann nun eine Evaluation von Bewertungsmodell und -vorgehen in der Praxis erfolgen. Diese wird in Kapitel 7 beschrieben.

7 Minimaler Prototyp für die Suchfeld-Bewertung

7.1 Zielsetzung

Dieser Abschnitt behandelt die technische Realisierung des konzipierten Bewertungsmodells. Die Betrachtung konzentriert sich dabei auf die Vorbereitung der Datenbasis für die Durchführung der Bewertung und die Software-technische Umsetzung in Form eines minimalen IT-gestützten Prototyps.

7.2 Anforderungen

Das in Kapitel 6 beschriebene Vorgehen setzt für seine Durchführung einen Mechanismus voraus, mit dem sich die Relevanz eines Dokuments für ein gegebenes Suchfeld evaluieren lässt. Konkret geht es um die folgenden beiden Problemstellungen:

- Automatisiertes Erkennen synonyme Begriffe
Für ein Suchfeld relevante Dokumente sollen auch dann identifiziert werden, wenn sie keinen der in der Suchanfrage verwendeten Begriffe explizit enthalten.
- Differenzierung von Begriffen bei Polysemie
Dokumente, die zwar einen Begriff aus der Suchanfrage enthalten, inhaltlich jedoch ein anderes Thema behandeln, sollen als nicht relevant erkannt werden.

Zudem wird ein geeignetes Werkzeug benötigt, das die Entscheidungsträger bei der strategischen Bewertung von Innovations-Suchfeldern in der Praxis wirksam unterstützt. Daraus leiten sich folgende ergänzende Anforderungen an das IT-Werkzeug ab:

- Die Benutzeroberfläche lässt sich vom Anwender intuitiv bedienen.
- Es wird auf standardisierte, parametrisierbare Software-Komponenten zurückgegriffen, um den individuellen Programmieraufwand zu minimieren.
- Die komplexen Bewertungsregeln (siehe Kapitel 6.6 bis 6.8) lassen sich weitgehend automatisiert auf die Eingangsdaten anwenden.
- Das Bewertungsergebnis wird in einer grafischen Form dargestellt, die für den Anwender leicht zu interpretieren ist.

7.3 Latent Semantic Analysis

7.3.1 Motivation

In Kapitel 5.8 wurde bereits erläutert, wie sich die Ähnlichkeit von Dokumenten über die Projektion in einen multi-dimensionalen Vektorraum und die nachfolgende Berechnung der

Cosinus-Ähnlichkeit zwischen Suchanfrage und Dokument bzw. zwischen zwei Dokumenten bestimmen lässt. Die Frage, wie sich aus Dokumenten der Datenbasis die für einen Abgleich mit einem Innovations-Suchfeld relevanten Informationen extrahieren lassen, wurde dort allerdings noch nicht beantwortet. Zur Lösung dieser Problemstellung wird die „Latent Semantic Analysis“ (LSA) als Ansatz gewählt. Hierbei handelt es sich um ein IT-gestütztes Verfahren, mit dem Begriffe als Punkte in einem hochdimensionalen semantischen Vektorraum dargestellt werden, wobei deren räumlicher Abstand ihrer semantischen Distanz entspricht: Je enger die Punkte beieinanderliegen, desto größer ist die semantische Nähe (Anandarajan et al. 2019, S. 77). Das Verfahren ist insbesondere für die Suche in großen Datenmengen wie dem Internet konzipiert und zielt darauf ab, semantische Inhalte zu extrahieren, die zunächst noch in Dokumenten versteckt sind. Diese semantischen Inhalte werden als „Hauptkomponenten“ oder „Konzepte“ bezeichnet.

Die LSA ist in der Lage, sowohl synonyme Begriffe zu erkennen als auch, bei Polysemie, Begriffe zu differenzieren. Aufgrund dieser Charakteristika ist die LSA ein geeigneter Ansatz für die inhaltliche Aufbereitung von Dokumenten als eine der Voraussetzungen für die Anwendung des Bewertungsverfahrens.

Neben dem klassischen Verfahren der LSA, das 1990 von Deerwester et al. erstmals vorgestellt wurde, gibt es weitere Verfahren, die auf einer erweiterten Theoriebasis aufbauen. Zu diesen Verfahren zählen „Probabilistic Latent Semantic Indexing“, „Latent Dirichlet Allocation“ und „Non-Negative Matrix Factorization“ (Thorleuchter und van den Poel 2013, S. 4980). Diese weiterentwickelten Verfahren sind bei der Anwendung jedoch rechenintensiver, was bei großen Dokumentensammlungen aus dem Internet einen Nachteil darstellt. Da im Rahmen dieser Arbeit insbesondere die Umsetzbarkeit des technischen Ansatzes nachgewiesen werden soll, wird hier – vereinfachend – das Verfahren LSA eingesetzt. Dies erfolgt im Wissen, dass mit den weiterentwickelten Verfahren eine weitere Verbesserung der Ergebnisqualität erwartet werden kann.

7.3.2 Textvorbereitung

Im Folgenden werden die Arbeiten beschrieben, die als Vorbereitung für eine IT-technische Analyse von Texten erforderlich sind. Dabei beschränkt sich die Beschreibung auf die Schritte, die für die vorliegende Aufgabenstellung zwingend sind; eine Beschreibung weiterer Aktivitäten für die Textvorbereitung findet sich zum Beispiel bei Anandarajan et al. (2019).

Den Ausgangspunkt der Betrachtung bildet die Datenbasis, auch Korpus genannt. Diese enthält zahlreiche Dokumente, die ihrerseits aus Begriffen bestehen. Abbildung 61 zeigt diese Hierarchie der Textdaten-Strukturen.

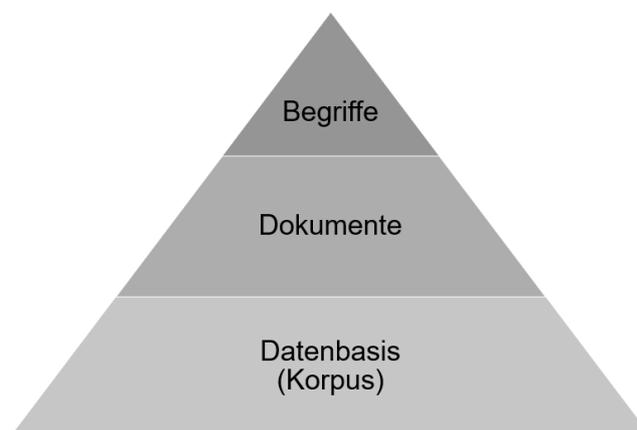


Abbildung 61: Hierarchie der Textdaten-Strukturen

Die Textvorbereitung setzt auf dem in einem Dokument enthaltenen Rohtext auf und gibt als Ergebnis einer Bereinigung sogenannte „Tokens“ zurück. Bei einem Token handelt es sich um ein einzelnes Wort, dessen Vorkommenshäufigkeit als ein Merkmal für die weitere Analyse erfasst wird. Der Textvorbereitungsprozess umfasst folgende Schritte (vgl. Abbildung 62):

- Vereinzelung (Tokenisierung), Standardisierung und Bereinigung;
- Entfernung von Stopwörtern;
- Rückführung auf den Wortstamm/Lemmatisierung.

Diese Schritte dienen dazu, die Textdaten zu vereinheitlichen. Dadurch reduziert sich die Komplexität, ausgedrückt durch die Anzahl der Dimensionen im Textdatensatz.

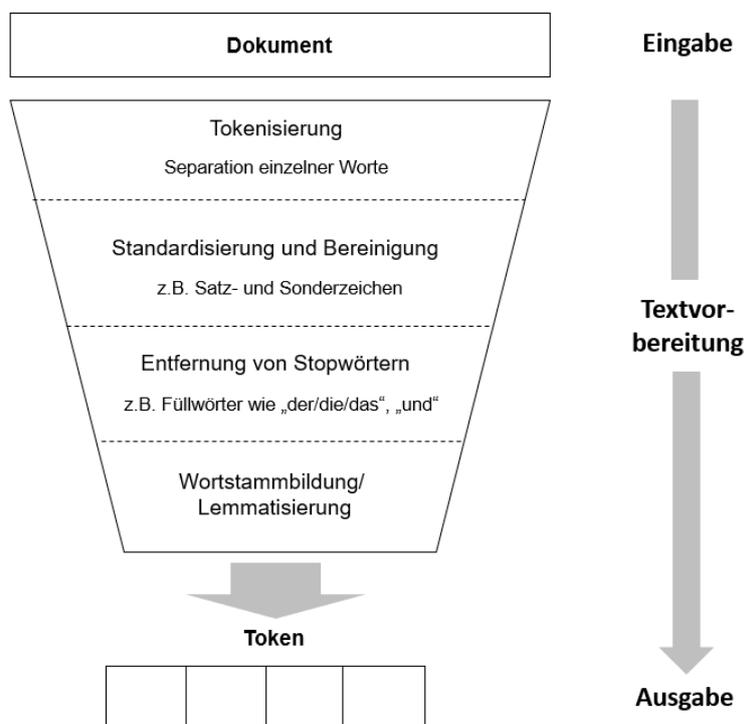


Abbildung 62: Der Vorbereitungsprozess für Textdaten (Anandarajan et al. 2019, S. 48)

Entscheidend bei diesem Vorgehen ist, dass bei den Auswahlentscheidungen darauf geachtet wird, eine ausgewogene Verteilung zwischen beibehaltener Information und Komplexitätsreduktion zu erzielen. Sorgfältige und genaue Arbeit bei diesen vorbereitenden Arbeiten ist die Basis dafür, dass die spätere Analyse möglichst problemlos durchgeführt werden kann.

Vereinzelung (Tokenisierung)

Bei der *Tokenisierung* wird ein Text in seine Wörter zerlegt. Beim einfachsten Verfahren erfolgt die Auftrennung an den Leer- und Interpunktionszeichen. Angewendet wird das sogenannte „Bag-of-Words“-Verfahren, bei dem Grammatik und Wortreihenfolge nicht berücksichtigt werden, um eine quantitative Abbildung der qualitativen Textdaten zu erzeugen. Da das Erkennen der Textzusammenhänge im Fokus steht und die explizite Erkennung von Eigennamen, die sich aus mehreren Wörtern zusammensetzen,⁴⁶ dafür keine Voraussetzung darstellt, reicht dieses einfache Tokenisierungsverfahren bei der vorliegenden Aufgabenstellung aus.

Beispiel: Durch Tokenisierung wird der Satz „Der Schlauch hat eine undichte Stelle.“ in folgende Tokens zerlegt, die in eckigen Klammern dargestellt werden:

[Der] [Schlauch] [hat] [eine] [undichte] [Stelle] [.]

Daraus resultieren insgesamt, einschließlich des Punktes als Satzzeichen, sieben Tokens.

Standardisierung und Bereinigung

Dieser Schritt dient dazu, die Begriffe in jedem Dokument vergleichbar zu machen. Unterschiedliche Schreibformen eines Begriffs werden dafür einheitlich in eine Darstellung mit Kleinbuchstaben transformiert.

Beispiel: Die Begriffe „SCHLAUCH“ und „Schlauch“ werden beide zu „schlauch“ konvertiert. Danach werden zusätzlich Satz- und Sonderzeichen im Text entfernt.

Entfernung von Stopwörtern

Im nächsten Schritt werden häufig verwendete Füllwörter, die für die Analyse keinen Wert darstellen – in diesem Kontext „Stopwörter“ genannt –, entfernt. Gemäß Duden⁴⁷ sind „der/die/das“, „in“, „sein“, „und“ und „ein“ die am häufigsten verwendeten Wörter in deutschsprachigen Texten. Solche Stopwörter treten zwar aus grammatikalischen Gründen häufig in Texten auf, stellen jedoch wenig inhaltliche Informationen bereit (Wilbur und Sirotkin 1992, S. 45).

⁴⁶ Sogenannte Mehrwortlexeme wie „Karl-Heinz“ oder „Fish'n'Chips“.

⁴⁷ <https://www.duden.de/sprachwissen/sprachratgeber/Die-hufigsten-Woerter-deutschsprachigen-Texten> (aufgerufen am 08.12.2021).

Deswegen werden sie aus dem Textinhalt entfernt. Dies wird durch Wortverzeichnisse⁴⁸ unterstützt, die gängige Stopwörter verschiedener Sprachen enthalten. Diese wurden auch für den Prototyp eingesetzt, wobei eine Limitierung auf deutsch- und englischsprachige Texte erfolgte.

Wortstammbildung / Lemmatisierung

Vor der Erläuterung des letzten Prozessschrittes ist es notwendig, auf zwei wichtige Konzepte einzugehen, Syntax und Semantik:

- Die Syntax umfasst die Satzstruktur, die Grammatik und die Wortarten (wie Nomen, Verb oder Adjektiv).
- Die Semantik bezieht sich auf die Bedeutung eines Textes.

Für die Textanalyse bietet das Unterscheiden von Wortarten Vorteile, weil mit dem Erkennen der Wortart eines Tokens mit hoher Wahrscheinlichkeit auch die zutreffende Bedeutung identifiziert werden kann. Mit der Wortart sind zwei wichtige semantische Konzepte verknüpft, Synonymie und Polysemie:

- Synonymie steht für die Bedeutungsgleichheit unterschiedlicher Wörter, wie bei Pkw und Auto. Weil Synonyme nicht automatisch erkannt werden können, wird jedes Wort als separater Token erfasst.
- Polysemie hingegen bezieht sich Mehrdeutigkeiten von Wörtern. So kann „Bank“ ein Finanzinstitut oder eine Sitzgelegenheit beschreiben. Die Bedeutung ist dann im Einzelfall abhängig vom jeweiligen Kontext.

Durch Wortstammbildung und auch Lemmatisierung werden Wörter auf ihren Wortstamm zurückgeführt. Das Ziel ist, das in einem Text vorkommende Vokabular zu reduzieren (Porter 1980) und damit die nachfolgende Analyse zu erleichtern. Beiden Verfahren gleich ist, dass die Wortendung weggelassen wird; bei der Lemmatisierung wird zusätzlich die Wortart berücksichtigt. Die Motivation zur Wortstammbildung bzw. Lemmatisierung liegt darin, dass Wörter mit einem gemeinsamen Wortstamm oft auch eine ähnliche Bedeutung haben. Zwar gibt es Ausnahmen davon, aber die zusätzliche Komplexitätsreduktion kompensiert meist eine inkorrekte Zuordnung einzelner Wörter (Anandarajan et al. 2019, S. 54).

Der Unterschied beider Verfahren lässt sich an einem Beispiel demonstrieren. Dieses beinhaltet Wörter mit dem gemeinsamen Wortstamm „Hand“:

- handlich
- handeln
- Handlung

⁴⁸ Wortverzeichnisse zu Stopwörtern für mehr als 40 Sprachen finden sich unter <http://www.ranks.nl/stopwords> (aufgerufen am 08.12.2021).

Mit der Wortstammbildung werden diese drei Begriffe auf den Stamm „Hand“ zurückgeführt. Bei der Lemmatisierung hingegen bleiben die ursprünglichen Begriffe „handlich“ (Adjektiv), „handeln“ (Verb) und „Handlung“ (Nomen) erhalten, weil sie unterschiedliche Wortarten umfassen. Während bei der Wortstammbildung die Bedeutung des Wortstamms „Hand“ aus dem Kontext zu erschließen ist, wird mit der Lemmatisierung in diesem Beispiel erreicht, dass für verschiedene Bedeutungen auch verschiedene Wortstämme gebildet werden. Bezogen auf das konkrete Beispiel ist die Lemmatisierung der Wortstammbildung hinsichtlich der Erfassung von Polysemie überlegen.

Bei der Auswahl eines geeigneten Verfahrens für die vorliegende Datenbasis des Prototyps wurden die Texte einer eingehenden Prüfung unterzogen. Diese belegt, dass aufgrund der verwendeten Fachsprache und Begrifflichkeiten in den verschiedenen Datenquellen eine Wortstammbildung ausreicht, ohne einen Bedeutungsverlust in Kauf nehmen zu müssen.

Als Ergebnis der in diesem Abschnitt beschriebenen Schritte für die Textvorbereitung liegt der Text der Dokumente aus dem Korpus nun in Form einzelner Tokens vor. Diese stellen Wörter dar, die auf ihren Wortstamm reduziert wurden. Zuvor wurde bereits die ursprüngliche Groß-/ Kleinschreibung in den Dokumenten zu durchgehender Kleinschreibung der Wörter harmonisiert und es wurden Satz- und Sonderzeichen sowie Stopwörter entfernt.

7.3.3 Term-Document-Matrix

Im Anschluss an die Textvorbereitung werden die Textdokumente in ein Format gebracht, das für die automatisierte Textanalyse geeignet ist. Dafür sind die Textdaten in Häufigkeitsprofile zu transformieren, die sich für analytische Berechnungen verwenden lassen. Dies erfolgt mittels der sogenannten „Term-Document Matrix“ (TDM). Diese wird je Datenquelle für die dort enthaltenen Dokumente generiert.

Die TDM ist eine Sammlung von Dokumenten und hat die Form einer $m \times n$ Matrix. Dabei bezeichnet m die Gesamtzahl aller Begriffe und n die Anzahl aller Dokumente. Jeder Eintrag a_{ij} beschreibt die Häufigkeit, mit der Begriff i in Dokument j vorkommt. Dabei ist typisch, dass die Anzahl der Begriffe größer als die Anzahl der Dokumente ist. Jedes Dokument aus einer Datenquelle wird als Spalte in die TDM aufgenommen, die eindeutigen Begriffe aus dem vorverarbeiteten Text formen die Zeilen der TDM.

Bis dato enthält die TDM Absolutwerte für die Vorkommenshäufigkeit von Begriffen in Dokumenten. Diese Absolutwerte werden mit dem Gewichtungsfaktor TFIDF – als Kombination lokaler und globaler Gewichtung der Vorkommenshäufigkeit eines Begriffes in einer Datenbasis – multipliziert. Die so aktualisierten Einträge in der TDM geben dann an, wie relevant ein Begriff für ein Dokument in der Datenbasis ist. Die TFIDF-gewichtete TDM bildet die Basis für

das Vektorraummodell zur semantischen Informationsextraktion und ist Ausgangspunkt für die nachfolgende Singulärwertzerlegung.

7.3.4 Singulärwertzerlegung

Die Singulärwertzerlegung (Singular Value Decomposition – SVD) ist der *zentrale Schritt der LSA*, da sich so latent in Dokumenten vorhandene Informationen identifizieren lassen (Anandarajan et al. 2019, S. 79). Dafür wird die TDM in drei kleinere Matrizen zerlegt, deren Produkt wieder die Ausgangsmatrix ergibt. Nach dieser ersten Zerlegung wird die Größe der drei Teilmatrizen weiter reduziert, um eine geringere Anzahl an Dimensionen zu erhalten. Die SVD wird bei der Modellierung im semantischen Raum eingesetzt, um kleiner dimensionierte Näherungen großer Term-Document-Matrizen zu erhalten. Die durch SVD verkleinerte Matrix erfüllt die folgenden vier wichtigen Zwecke (vgl. Turney und Pantel 2010, S. 159–160).

Identifikation latenter Bedeutungsinhalte

Deerwester et al. (1990) und Landauer und Dumais (1997) beschreiben die SVD als eine Methode, um verborgene Bedeutungsinhalte zu identifizieren. Das lässt sich am Beispiel einer Term-Document-Matrix X verdeutlichen. Die reduzierte Matrix $\hat{X} = U_k \Sigma_k V_k^T$ erzeugt dann eine lineare Zuordnung niedrigerer Dimension zwischen Zeilen (Wörtern) und Spalten (Dokumenten). Diese Zuordnung niedrigerer Dimension erfasst die verborgene Bedeutung in den Wörtern und Dokumenten. Wenn man die Anzahl latenter Dimensionen ($k < r$) einschränkt, dann wird ein größerer Zusammenhang zwischen Wörtern und Dokumenten erzwungen. Dieser erzwungene Zusammenhang zwischen Wörtern und Dokumenten verbessert die Ähnlichkeitsbestimmung.

Verminderung von Rauschen

Rapp (2003) stellt die SVD als eine Technik zur Minderung von Rauschen dar. $\hat{X} = U_k \Sigma_k V_k^T$ ist wiederum eine Reduktion der Ausgangsmatrix X . Die Matrix U_k bildet dann den Zeilenraum in einen kleineren k -dimensionalen Raum und die Matrix V_k den Spaltenraum in denselben k -dimensionalen Raum ab. Die Singulärwerte in Σ werden in absteigender Reihenfolge angeordnet, abhängig von der Varianz in X , der sie entsprechen. Wenn man sich die Matrix X als eine Zusammensetzung von Signal und Rauschen vorstellt, wobei die Signale überwiegen, dann erfasst $U_k \Sigma_k V_k^T$ die Varianz in X aufgrund des Signals, während die verbleibenden Vektoren in $U \Sigma V^T$ überwiegend die Varianz in X darstellen, die durch das Rauschen bedingt ist.

Vorkommen gleicher Wörter in ähnlichen Zusammenhängen

Landauer und Dumais (1997) bezeichnen die SVD auch als eine Methode, um das Vorkommen von Wörtern in **ähnlichen** Kontexten zu erkennen, und sprechen dann von einem „indirekten Vorkommen“ (high-order co-occurrence). Dies grenzen sie gegenüber einem „direkten Vorkommen“ (first-order co-occurrence) als Vorkommen von gleichen Wörtern in einem **identischen** Kontext ab. Lemaire und Denhière (2006) weisen nach, dass die SVD in der Lage ist, das Vorkommen gleicher Wörter in ähnlichen Zusammenhängen zu erkennen.

Reduktion von „Null“-Einträgen in einer Matrix

Im Allgemeinen enthält die Matrix X viele Einträge mit dem Wert „0“, die aus der SVD resultierende Matrix $\hat{X} = U_k \Sigma_k V_k^T$ hingegen Werte $\neq 0$. Das Auftreten von Nullwerten kann als Problem einer unzureichenden Datenbasis betrachtet werden. Bei einer größeren Menge an Text hätte die Matrix X weniger Nullwerte und das Vektorraummodell käme zu besseren Ergebnissen. Aus dieser Perspektive betrachtet lässt sich die SVD als eine Möglichkeit sehen, um fehlenden Text zu simulieren und somit eine unzureichende Datenbasis zu kompensieren (vgl. Turney und Pantel 2010, S. 160).

Die vier beschriebenen Eigenschaften machen deutlich, dass die SVD zentral für die Konzeption des Prototyps ist. Die SVD macht es möglich, latente Bedeutungsinhalte zu erkennen und nicht relevante Inhalte, also das beschriebene „Rauschen“, zu separieren. Insbesondere ist es möglich, durch die SVD ähnliche Zusammenhänge, in denen Wörter auftreten, zu erkennen.

Für die Durchführung der SVD wird folgende Formel angewendet (vgl. Anandarajan et al. 2019, S. 80):

$$A = U \Sigma V^T$$

Dabei steht A für die Term-Document-Matrix (TDF), U für den linken Singulärvektor der Wörter, Σ für eine Matrix mit Gewichtungsfaktoren auf der Diagonalen und V für den rechten Singulärvektor der Dokumente.

r steht für den Rang der Matrix. Wenn r auf einen kleineren Wert, k , reduziert wird, erhält man eine Näherung für die Originalmatrix. A_k stellt dann eine Näherung der Originalmatrix mit niedrigerer Dimension und Rang k dar. Zusätzlich werden die Dimensionen der drei Teilmatrizen von r auf k reduziert. Die SVD kann auf jede Rechteck-Matrix angewendet werden, um eine größere Matrix in das Produkt dreier kleinerer Matrizen zu zerlegen. Abbildung 63 zeigt das Prinzip der Singulärwertzerlegung im Rahmen der LSA.

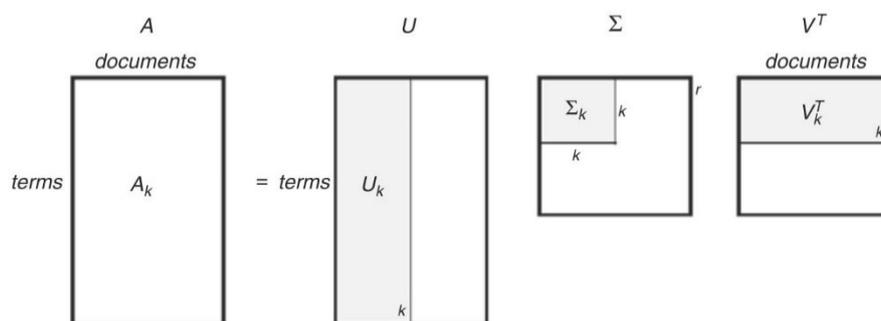


Abbildung 63: Prinzip der Singularwertzerlegung (SVD) bei Latent Semantic Analysis (LSA)
(Anandarajan et al. 2019, S. 80)

7.3.5 Dimensionsreduktion

Mit der Wahl der Anzahl k an Singulärwerten wird eine *zentrale* Entscheidung im gesamten LSA-Ansatz getroffen (Anandarajan et al. 2019, S. 88). Wird die Anzahl der Dimensionen zu stark reduziert, besteht das Risiko, dass wichtige Informationen verloren gehen. Andererseits fällt, wenn zu viele Dimensionen beibehalten werden, die erhaltene Lösung zu komplex aus und hat wenig Aussagekraft. Aus diesem Grund sind einfache Lösungen zu präferieren. Aus bisher durchgeführten Forschungsarbeiten mit großen Datenmengen und dementsprechend sehr großen TDMs resultiert eine Empfehlung, zwischen 100 und 300 Dimensionen für aussagekräftige Ergebnisse zu verwenden (vgl. Anandarajan et al. 2019, S. 88).

Die Konzeption des Prototyps orientierte sich an dieser Empfehlung. Dabei wurden die in Tabelle 15 aufgeführten Einstellungen für k , abgestimmt auf die Größe der zugehörigen Datenquelle, vorgenommen.

Tabelle 15: Datenquellen – Größe und Anzahl Dimensionen k

Kategorie	Anzahl Datensätze	Anzahl Dimensionen k
Patente	561.105	200
Wissenschaftliche Veröffentlichungen	2.511.018	300
Start-ups	1.401	40
Messeneuheiten	2.401	40
Existierende Produkte und Dienstleistungen	424	40
Markttrends (Zukunft)	82.271	300
Kundenbedürfnisse (Gegenwart)	30.418	300

Für die Datenquellen mit einer vergleichsweise geringen Anzahl an Datensätzen wurde eine entsprechend niedrigere Anzahl an Dimensionen k gewählt und einheitlich auf den Wert „40“ festgelegt.

7.4 Technische Realisierung

Zur Realisierung des minimalen Prototyps wurde entweder auf konfigurierbare Programmbausteine oder am Markt verfügbare Softwarepakete zurückgegriffen.

Die Extraktion und Auswertung der Daten erfolgte mithilfe von Programmbausteinen in der Open-Source-Programmiersprache *Python*⁴⁹, die in *Jupyter Notebooks*⁵⁰ integriert wurden. Ein Jupyter-Notebook-Dokument ist ein Dokument im JSON⁵¹-Format, das aus einer Liste von Eingabe- und Ausgabezellen besteht, die jeweils Code, Text und Plots enthalten können. Damit lassen sich ausführbare Programmbausteine in eine Dokumentation integrieren, was zu einer erhöhten Übersichtlichkeit beiträgt.

Für die Ergebnisaufbereitung und -darstellung wurden zwei Programme genutzt: eine Standard-Tabellenkalkulation (*Microsoft™ Excel*) und ein grafisches Werkzeug für Fuzzy-Logik (*QtFuzzyLite 6*)⁵². Im ersten Schritt wurden für die drei Beispiel-Innovations-Suchfelder die zugehörigen Basiskennzahlen auf einem Tabellenblatt eingetragen (vgl. Anhang C). Im zweiten Schritt wurden die linguistischen Variablen und deren Verknüpfungsregeln in *QtFuzzyLite 6* eingegeben. Die generierten Fuzzy-Regler (Regler „Marktreifegrad“, Regler „Marktorientierung“, Regler „Anschlussfähigkeit“) wurden ausführlich auf die Plausibilität ihrer Ergebnisse hin getestet. Anschließend wurden für jedes Innovations-Suchfeld die erzeugten aggregierten Kennzahlen zu „Marktreifegrad“, „Marktorientierung“ und „Anschlussfähigkeit“ manuell in ein zweites Tabellenblatt übertragen. Abschließend erfolgte eine Visualisierung der Ergebnisse mit den vorhandenen Funktionen der Tabellenkalkulation.

7.5 Zusammenfassung

Mit dem minimalen Prototyp konnte nachgewiesen werden, dass die Latent Semantic Analysis (LSA) in Kombination mit dem Cosinus-Maß für die Vektorähnlichkeit sowohl eine theoretische als auch praktisch geeignete Form für die Evaluation eines Innovations-Suchfeldes darstellt. Dabei wurde der Nachweis erbracht, dass die LSA die semantische Relevanz ausgewählter Dokumentinhalte für eine spezifische Suchanfrage nachvollziehbar ermitteln kann. Die für die

⁴⁹ Für weiterführende Informationen siehe www.python.de.

⁵⁰ <https://jupyter.org/>.

⁵¹ JSON: JavaScript Object Notation. Weiterführende Informationen unter: <https://www.json.org/json-de.html>.

⁵² Veröffentlicht unter der GNU General Public License 3 für Software, die offen für Weiterentwicklungen ist.

Messung geforderte Objektivität kann damit sichergestellt werden. Über die Ermittlung der semantischen Relevanz bietet die LSA dem Benutzer indirekt eine fachliche Unterstützung zur Erschließung von Innovations-Suchfeldern, mit deren fachspezifischen Begriffen er noch wenig vertraut ist.

Die Abbildung der Bewertungsregeln mittels Fuzzy-Logik hat sich ebenfalls als ein theoretisch und praktisch geeigneter Ansatz erwiesen. Die Regeln sind für den Nutzer sehr anschaulich und damit leicht verständlich. Der Aufwand für das Implementieren und Testen des Regelwerks betrug ca. acht Stunden, die Konfiguration der Visualisierung (Aussehen der Diagramme festlegen) beanspruchte etwa zwei Stunden. Beide Aktivitäten stellen einen einmaligen Aufwand dar. Der wiederkehrende Aufwand bei der operativen Durchführung liegt im Aggregieren und Visualisieren der Kennzahlen für jeweils ein Innovations-Suchfeld. Dies dauerte ca. 15 Minuten, womit der Zeitaufwand für die Ergebnisaufbereitung gering ausfällt.

Für den produktiven Praxiseinsatz resultieren aus technischer Sicht zwei zentrale Anforderungen an die Weiterentwicklung des Prototyps: Zum einen muss die Datenbasis in regelmäßigen Abständen automatisch mit neuen oder geänderten Inhalten aus den Datenquellen aktualisiert werden, ergänzt um eine automatisierte Durchführung der LSA. Zum anderen bedürfen die Ermittlung der aggregierten Kennzahlen im Fuzzy-Logic-Werkzeug und das anschließende Übertragen in die Tabellenkalkulation einer automatisierten Lösung, um das langsame und fehleranfällige Übertragen der Zahlen per Hand abzulösen.

Festhalten lässt sich, dass mit dem Prototyp eine wesentliche Grundlage für die Digitalisierung der schwach strukturierten, wissensintensiven Prozess im FEI erarbeitet wurde. Damit wurde das Anwendungsfeld der Prozessdigitalisierung, das sich bislang auf die Automatisierung von Standardprozessen fokussiert, deutlich erweitert. Auf dieser Basis lässt sich das Spektrum der Prozessdigitalisierung künftig weiter erschließen.

8 Praktische Validierung des Bewertungsmodells

8.1 Zielsetzung und Vorgehensweise

Nachdem im vorhergehenden Kapitel die technische Machbarkeit des Bewertungsmodells aufgezeigt wurde, soll nun der für das Bewertungsmodell konzipierte Prototyp hinsichtlich seiner Praxistauglichkeit überprüft werden. Gewählt wird dazu der Ansatz der Design Science Research (DSR), da dieser die Evaluation eines realisierten Artefakts in seinem soziotechnischen Umfeld fokussiert (Hevner et al. 2004, S. 85). Im Mittelpunkt der Evaluation stehen dabei die Nützlichkeits-, Wirksamkeits- und Qualitätsaspekte eines konzipierten Artefakts.

Für die Anwendung in der DSR gibt es eine Vielzahl von Evaluationsmethoden, die auf unterschiedlichen Prämissen beruhen und teilweise auf spezifische DSR-Artefakte ausgerichtet sind. Für die systematische Auswahl einer geeigneten Evaluationsmethode wird auf das Framework von Cleven et al. (2009) zurückgegriffen, das die relevanten Einflussfaktoren in einer morphologischen Struktur konsolidiert. Dieses Framework wurde ausgewählt, weil die Evaluation darin keine isolierte, sondern eine in den Designprozess integrierte Aktivität ist und somit das agile Vorgehen unterstützt, das für die Erstellung des Prototyps gewählt wurde.

Die Untersuchung verfolgt Ziele unterschiedlicher Richtung. Aus explorativer Perspektive besteht das Ziel, die Interaktion an der Mensch-Maschine-Schnittstelle des Prototyps zu eruieren und zu optimieren. Als Validierungsziele sind die Zweckmäßigkeit sowohl der Kennzahlen und deren Aggregation als auch der Visualisierungen anzusehen. Die Auswahl der Evaluationsmethode ist auf die Bandbreite der Ziele abzustimmen.

8.2 Auswahl des Validierungsansatzes

Die Auswahl eines für den vorliegenden Fall geeigneten Evaluationsansatzes erfolgt auf Basis des morphologischen Kastens von Cleven et al. (2009). Dafür ist es erforderlich, die Ausprägungen der im Schema vorgesehenen Variablen (von „Ansatz“ bis „Zeitaspekt“) zu bestimmen (vgl. Abbildung 64).

Ansatz

Ausgerichtet auf die in Kapitel 5.3.1 beschriebenen Bewertungsziele wird ein *qualitativer* Ansatz verfolgt. Dieser soll durch ausgewählte *quantitative* Größen ergänzt werden.

Artefakt-Ausrichtung

Der Prototyp ist für die Entscheidungsunterstützung bei der Auswahl von Marktchancen konzipiert. Dies impliziert eine *strategische* Ausrichtung.

Variable	Ausprägung				
Ansatz	Qualitativ			Quantitativ	
Artefakt-Ausrichtung	Technisch		Organisatorisch		Strategisch
Artefakt-Typ	Konstrukt	Modell	Methode	Instanziierung	Theorie
Erkenntnistheoretische Ausrichtung	Positivismus			Interpretationismus	
Funktion	Wissensgenerierung	Kontrollfunktion	Entwicklungsfunktion		Legitimationsfunktion
Objekt	Artefakt			Artefakt-Erstellung	
Ontologie	Realismus			Nominalismus	
Perspektive	Wirtschaftlichkeit	Anwendung	Konstruktion		Erkenntnistheorie
Position	Extern			Intern	
Referenzpunkt	Artefakt vs. Forschungslücke		Artefakt vs. reale Welt		Forschungslücke vs. reale Welt
Zeitaspekt	Ex ante			Ex post	
Methode	Aktionsforschung	Fallstudie	Feldexperiment		Formale Überprüfung
	Kontrolliertes Experiment		Prototyping		Interview

Prioritäre Ausprägung

 Sekundäre Ausprägung

Abbildung 64: Auswahl des geeigneten Evaluationsansatzes auf Basis des morphologischen Rahmens von Cleven et al. (2009)

Artefakt-Typ

Als Artefakt wird eine *Methode* entwickelt, die prototypisch umgesetzt wird. Aus dieser *Instanziierung* resultiert somit ein weiteres Artefakt.

Erkenntnistheoretische Ausrichtung

In die Evaluation von Innovations-Suchfeldern gehen die spezifischen Vorkenntnisse einer Person als eine bestimmende Größe mit ein. Deswegen erfolgt hinsichtlich der erkenntnistheoretischen Ausrichtung eine Zuordnung zum *Interpretationismus*.

Funktion

Mit der Evaluation werden zwei zentrale Ziele verfolgt: einerseits die *Kontrolle* bzw. Überprüfung, ob die für das Bewertungsmodell formulierten Anforderungen erfüllt werden, andererseits das Gewinnen von Erkenntnissen, die für die *Weiterentwicklung* des Prototyps verwendet werden können.

Objekt

Das Objekt der Evaluation ist der entwickelte *Prototyp* für das Bewertungsmodell.

Ontologie

Innovations-Suchfelder, für die das Bewertungsmodell konzipiert wurde, stellen gedankliche Abstraktionen dar, die eine Menge unterschiedlicher Realisierungsmöglichkeiten umfassen. Damit lässt sich die Ausprägung der Variablen „Ontologie“ dem *Nominalismus* zuordnen.

Perspektive

Die Evaluation erfolgt aus der Perspektive der *Anwendbarkeit* des Prototyps und seiner Akzeptanz zum Einsatz bei praxisbezogenen Aufgabenstellungen. Diese Perspektive wird ergänzt um den Aspekt der *Wirtschaftlichkeit*.

Position

Die Evaluation wird durch *externe* Personen vorgenommen, die bei der Erstellung des Prototyps nicht involviert sind.

Referenzpunkt

Die Eignung des *Artefakts* wird durch Anwendung auf *reale Fragestellungen* geprüft. Beurteilt wird, ob es eine Lösung für das originäre Problem bereitstellt. Dabei wird implizit die Adäquanz der Forschungslücke reflektiert.

Zeitaspekt

Eine abschließende Evaluation soll nach der Erstellung des Prototyps, *ex post*, durchgeführt werden, wobei allerdings bereits während der Entwicklungsphase Meilensteinreviews im Rahmen des agilen Vorgehens vorgesehen sind.

Unter Berücksichtigung der beschriebenen Variablenausprägungen lässt sich das *Prototyping* als geeignete Evaluationsmethode identifizieren. Beim Prototyping wird, theoretisch fundiert, ein Lösungsansatz konzipiert und nachfolgend prototypisch umgesetzt, sodass er „begreifbar“ wird (vgl. Cleven et al. 2009, S. 4). Da das Prototyping inhaltlich mit dem in der vorliegenden Arbeit gewählten Vorgehensansatz übereinstimmt, ist diese Evaluationsmethode bestens geeignet.

Für die konkrete Anwendung in der Validierung wird das Format der Fokusgruppen genutzt. Bruseberg und McDonagh-Philp (2002) beschreiben, wie sich Fokusgruppen sowohl für die Entwicklung als auch für die Evaluation von Software-Artefakten einsetzen lassen. Gemäß Dresch et al. stellen Fokusgruppen einen geeigneten Evaluationsansatz im Bereich von Design Science Research dar, weil sie eine umfassende und kollaborative Auseinandersetzung mit den entwickelten Artefakten garantieren. Dabei unterstützen sie die kritische Analyse der Forschungsergebnisse und können parallel neue Möglichkeiten für eine verbesserte Problemlösung generieren (Dresch et al. 2015, S. 99). Tremblay et al. (2010, S. 603) unterscheiden zwei Arten von Fokusgruppen für die Evaluation:

- Die **explorative** Fokusgruppe ist darauf ausgerichtet, das Artefakt bereits während der Entwicklung im Rahmen von Zwischenevaluationen zu analysieren, um Vorschläge für inkrementelle Verbesserungen einzubringen.
- Nach Fertigstellung des Artefakts hat die **confirmative** Fokusgruppe die Aufgabe, die Anwendbarkeit des Artefakts im vorgesehenen Anwendungsfeld zu evaluieren.

Eine schematische Darstellung des Konzeptes der Fokusgruppen zeigt Abbildung 65.

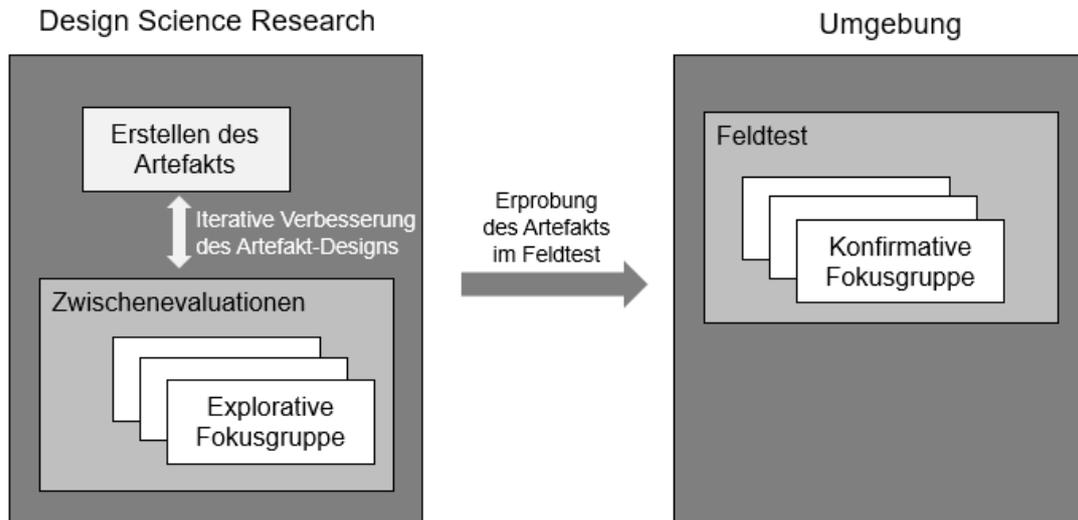


Abbildung 65: Fokusgruppen in der Design Science Research
(Darstellung in Anlehnung an Tremblay et al. (2010, S. 603))

8.3 Validierung durch Fokusgruppen

8.3.1 Inhaltliche und organisatorische Vorbereitung

Voraussetzung für die Durchführung der Evaluation mit Fokusgruppen ist die Definition der mit dem Prototyping verfolgten Strategie. Den zugehörigen Möglichkeitsraum zeigt Abbildung 66.

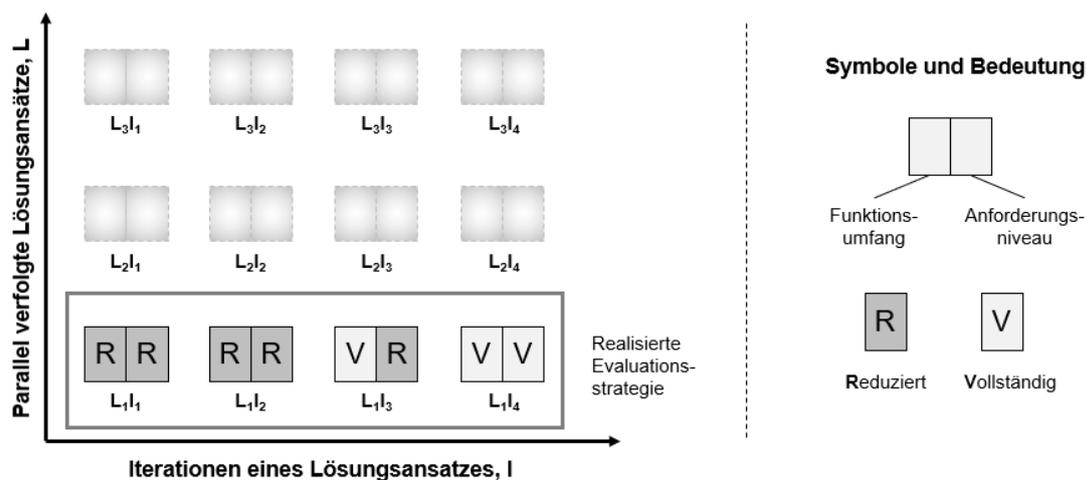


Abbildung 66: Möglichkeitsraum für die Evaluation durch Prototyping
(eigene Darstellung, basierend auf Camburn et al. 2017)

Dieser Möglichkeitsraum wird durch die beiden Dimensionen *Parallelität* (paralleles Testen) und *Iteration* (iteratives Vorgehen) definiert. Im vorliegenden Fall steht die Evaluation eines

konkreten Lösungsansatzes für ein Bewertungsmodell im Fokus. Eine parallele Evaluation alternativer Ansätze ist deswegen nicht erforderlich. Stattdessen werden mehrere Iterationen durchlaufen, über die hinweg die Anforderungen an das Bewertungsmodell hinsichtlich der Ergebnisdarstellung sukzessive erhöht werden. Parallel dazu wird auch die Anzahl der ausgewerteten Datenquellen schrittweise erweitert. Aufgrund der begrenzten Funktionalität wird der jeweilige Entwicklungsstand als Ganzes integriert und physisch evaluiert.

Über die Iterationen erfolgt ein sequenzielles Testen, das eine gezielte Verbesserung des Prototyps erlaubt. Dabei wird das sogenannte *evolutionäre Prototyping* angewendet, bei dem das Design, ausgehend von dem erreichten Entwicklungsstand, iterativ verbessert und auf einen kompletten Neubeginn bei den Iterationen verzichtet wird. Dieses Vorgehen ist darauf ausgerichtet, die grundlegende Anwendbarkeit des Prototyps anhand eines ressourceneffizienten Vorgehens nachzuweisen. Eine schematische Darstellung der gewählten Evaluationsstrategie, die insgesamt vier Iterationen umfasst, zeigt Abbildung 66. Dabei wird zunächst der Funktionsumfang erweitert, bevor anschließend auch das Anforderungsniveau erhöht wird.

Die inhaltliche Ausgestaltung der Evaluationsstrategie orientiert sich an den methodischen Regeln der Evaluationsforschung. Diese beinhaltet die systematische Anwendung empirischer Forschungsmethoden zur Wirkungskontrolle eines Konzeptes bzw. einer Implementierung (vgl. Häder 2015, S. 367).

8.3.2 Übertragbarkeit auf andere Branchen

Bewertungsmodell und -prozess wurden ausgerichtet auf den Technischen Handel konzipiert. Gemäß Vorgehensansatz der DSR (vgl. Abbildung 27) soll darüber hinaus geprüft werden, für welche übergeordnete Klasse von Problemen ein Artefakt anwendbar ist. Deshalb wird die Evaluation nicht nur für die Branche „Technischer Handel“ durchgeführt, sondern zusätzlich auf eine weitere Branche ausgedehnt. Neben dem Technischen Handel wird dafür aus dem Teilssektor „Traditionelle Dienstleistungen“ eine weitere „nicht FuE-intensive“ Branche ausgewählt. Die Übertragbarkeit wird exemplarisch für die Branche Verkehr/Logistik geprüft. Im Folgenden werden daher die wesentlichen Charakteristika der Branche Verkehr/Logistik sowie deren Status quo bezüglich Innovation dargestellt.

Die Branche Verkehr/Logistik in der Schweiz

Gemäß Logistikmarktstudie Schweiz 2017 (Stölzle et al. 2016, S. 96) schließt der Schweizer Logistikmarkt folgende Leistungsbereiche ein:

- alle Transport-, Umschlags- und Lagerleistungen (TUL-Logistik);
- alle direkt mit der TUL-Logistik verbundenen „Value-added Services“ (Sonstiges);

- mit Logistikleistungen verbundene Planungs-, Steuerungs- und allgemeine Verwaltungsleistungen.

Für das Jahr 2015 weist der Logistikgesamtmarkt der Schweiz ein wertmäßiges Volumen von 38,9 Milliarden CHF auf (Stölzle et al. 2016, S. 124). Das entspricht einem Anteil von 5,9 Prozent am Schweizer Bruttoinlandsprodukt (654,3 Milliarden CHF⁵³). Mehr als 180.000 Personen gehen in diesem Bereich einer Beschäftigung nach.

Der Logistikgesamtmarkt lässt sich in insgesamt sieben Teilmärkte untergliedern (Stölzle et al. 2016, S. 103). Diese orientieren sich an der Beschaffenheit (Art und Größe) der Logistikobjekte (z. B. Stückgutlogistik). Daneben existieren sogenannte Querschnittsmärkte. Diese liegen quer zu den Teilmärkten und lassen sich anhand der Breite und Tiefe ihres Leistungsangebots spezifizieren (vgl. Abbildung 67).

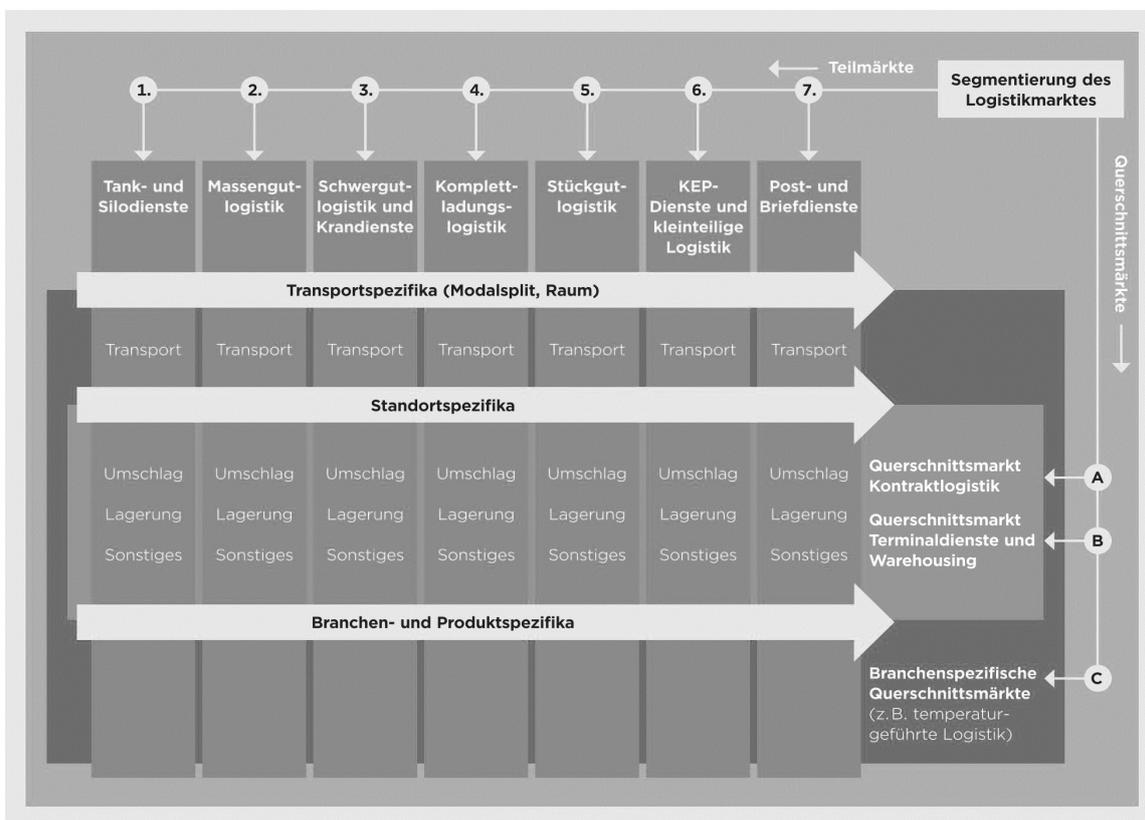


Abbildung 67: Segmentierung des Schweizer Logistikmarktes (Stölzle et al. 2016, S. 103)

Anhand der Matrix-Darstellung in Abbildung 67 lässt sich gut nachvollziehen, dass kleine Betriebsgrößen den Schweizer Logistikmarkt dominieren. Rund 36 Prozent der, gemessen am

⁵³ Zahlenbasis für das Jahr 2016 (vgl. statista 2019).

Umsatz, 100 größten Logistikdienstleister der Schweiz beschäftigen 100 oder weniger Mitarbeitende (Stölzle et al. 2016, S. 120).

Die Logistikmarktstudie Schweiz 2017 fokussiert unter anderem das Supply Chain Management 4.0 (SCM 4.0). SCM 4.0 bezieht sich auf die unternehmensübergreifende digitale Vernetzung der Wertschöpfungskette von Vorlieferanten und Lieferanten über Hersteller bis zu den Kunden (Stölzle et al. 2016, S. 138–139). SCM 4.0 ist insbesondere charakterisiert durch datenbasierte Innovation sowie autonome und selbststeuernde Systeme, die dezentral miteinander gekoppelt sind. Logistikdienstleister sind in dieser Betrachtung zentral, da sie als Bindeglied zwischen den Partnern in der Wertschöpfungskette fungieren. Anhand des in der Studie verwendeten fünfstufigen Reifegradmodells kann belegt werden, dass Logistikdienstleister die Ausstattung von Anlagen, Fahrzeugen und Ladungsträgern mit Funktechnologien in ihren Unternehmen mit Priorität vorantreiben. Obwohl dieses Ausstatten noch nicht weit fortgeschritten ist und in der Reifegradsystematik gerade die Stufe 2 erreicht hat, werden bereits Vernetzung und Integration forciert (Stölzle et al. 2016, S. 149). Diese Aktivitäten sind jedoch beide auf höheren Reifegrad-Stufen eingeordnet. Damit ist eine Handlungslücke aufgedeckt, da die Identifikation von Objekten eine Voraussetzung für die anschließende Automatisierung und Selbststeuerung ist. Dieser Sachverhalt weist darauf hin, dass bei Logistikdienstleistern keine zielgerichtete Planung und Steuerung der Innovationsaktivitäten erfolgt. Hier bedarf es eines geeigneten Lösungsansatzes, der Logistikdienstleister dazu befähigt, die Effektivität in ihren Innovationsprozessen zu erhöhen.

Weiterführende Technologien, zu denen selbstfahrende Fahrzeuge oder die Analyse großer Datenmengen („Big Data Analytics“) zählen, werden derzeit bei Logistik-Dienstleistern allenfalls punktuell eingesetzt (Stölzle et al. 2016, S. 163). Dem Innovationsprozess fehlt also nicht nur eine zielorientierte Ausrichtung, sondern die bestehenden Schwächen erschweren auch zusätzlich, neue Technologien in marktfähige Angebote zu überführen.

Einen möglichen Erklärungsansatz für die fehlende strategische Ausrichtung des Innovationsprozesses liefert eine internationale Studie der Unternehmensberatung A. D. Little. Logistikdienstleister verfolgen demnach beinahe ausschließlich einen marktgetriebenen Innovationsprozess, dem ein konkretes Kundenbedürfnis zugrunde liegt (European Logistics Association und Arthur D. Little, S. 19). Dabei entwickelt rund die Hälfte von ihnen kundenspezifische Lösungen. Nur jeder Dritte arbeitet danach weiter, um diese kundenspezifischen Entwicklungen zu standardisieren und für andere Kunden einsetzbar zu machen. Dieses Verhalten zeigt sehr deutlich, dass Logistikdienstleistern re-aktiv Innovationen initiieren und die Ausrichtung auf die eigene Unternehmensstrategie eine untergeordnete Rolle spielt. Das reaktive Verhalten impliziert einen niedrigen Innovationsgrad (Walsh et al. 2002, S. 349). Bei Logistikdienstleistern dominieren demzufolge inkrementelle Innovationen. Diese von A.D. Little auf inter-

nationaler Ebene identifizierte Entwicklung wird von der Expertenrunde „Logistikinnovation“ des Vereins Netzwerk Logistik Schweiz (VNL) für den Markt Schweiz bestätigt und in einer Grafik zusammengefasst (vgl. Abbildung 68).

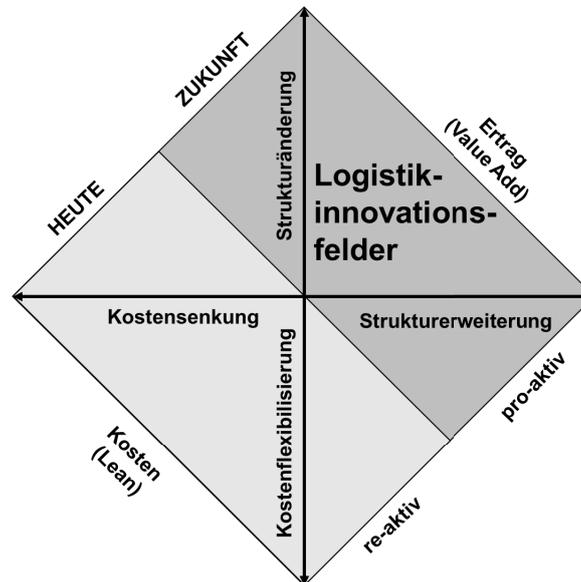


Abbildung 68: Logistik-Innovationsfelder (VNL Expertenrunde Logistikinnovation 2016)

Das reaktive Verhalten in der Logistikbranche führt dazu, dass primär Kostensenkungen und eine Flexibilisierung der Kostenstruktur angestrebt werden. Mittels Prozessinnovationen soll ein marktfähiges Kostenniveau erreicht werden. Dieses Vorgehen ist gewagt, da es das Risiko eines *Circulus vitiosus* beinhaltet: Sobald Logistikdienstleister es geschafft haben, ein angepasstes Kostenniveau zu erreichen, können, bei einer weiteren Verschärfung des Wettbewerbes, von Kundenseite erneut Kostensenkungen gefordert werden. Infolge der einseitigen Ausrichtung auf Kostenreduktion fehlen den Logistikunternehmen geeignete Hebel, um ein profitables Umsatzwachstum zu erreichen. Denn dieses erfordert umfassendere, radikale Ansätze, mit denen sich neue Ertragsfelder erschließen lassen. Die Wege dazu liegen sowohl in einer Verlängerung der Wertschöpfungskette als auch in der Veränderung der Wertschöpfungskette selbst.

Eine Verlängerung der Wertschöpfungskette lässt sich beispielsweise erreichen, wenn die Betrachtung über den „Point-of-Sale“ bis zum „Point-of-Use“ verlängert wird. Eine Veränderung der Wertschöpfungskette beruht auf der Änderung der bestehenden Struktur. Ein möglicher Ansatz dazu ist „Crowd Logistics“⁵⁴, also die Vergabe von Transportaufträgen an eine große

⁵⁴ Als Vorbild dienen hierfür Dabbawalas in Indien. Bei ihnen handelt es sich um Zusteller, die Büroangestellten das Mittagessen von zu Hause oder einer Großküche direkt an den Arbeitsplatz bringen.

Anzahl von Transporteuren im Gegensatz zu den weit verbreiteten Anstrengungen, das Transportvolumen auf wenige Anbieter zu konzentrieren.

Für die Erschließung neuer Ertragsfelder und ein profitables Umsatzwachstum bedarf es also eines zielgerichteten, auf die Unternehmensstrategie abgestimmten Vorgehensansatzes, mit dem die Unternehmen einen höheren Innovationsgrad erreichen können. Aufgrund der beschriebenen Ausgangssituation qualifiziert sich die Branche Verkehr/Logistik für den Einsatz des konzipierten Bewertungsmodells von Marktchancen im FEI. Darum wird das Bewertungsmodell zur Prüfung seiner Übertragbarkeit auch auf die Branche Verkehr/Logistik angewendet.

8.3.3 Auswahl der evaluierenden Personen für die Fokusgruppen

Explorative Fokusgruppe

Um spezifische Fragestellungen aus Innovationsprojekten bereits während der Entwicklung des Prototyps zu berücksichtigen, wurde der Leiter einer Innovationsberatung in den agilen Entwicklungsprozess mit iterativen Tests und nachfolgenden Anpassungen einbezogen. Dies erfolgte mit dem Ziel, den Prototyp mit den Erfahrungen aus der Evaluationsphase zu industrialisieren und branchenübergreifend nutzbar zu machen. Vertiefte IT-Expertise brachte der Leiter des Instituts für Data Science an der Fachhochschule Nordwestschweiz in die explorative Fokusgruppe ein. Beide Experten wurden aktiv in monatliche Review-Termine zum Entwicklungsstand eingebunden. Diese fanden im Zeitraum April 2018 bis August 2018 statt.

Konfirmative Fokusgruppen

Die Auswahl der evaluierenden Personen orientierte sich an dem herausgearbeiteten Branchenfokus auf den Technischen Handel. Um eine Übertragbarkeit des Ansatzes zu prüfen, wurde zusätzlich – als weitere, „nicht FuE-intensive“ Branche – der Bereich „Verkehr/Logistik“ ausgewählt. Neben der Branchenzugehörigkeit wurden für die Bildung der Fokusgruppen folgende weitere Kriterien berücksichtigt: Die evaluierenden Personen

- arbeiten in einem Mittelunternehmen mit 50 – 249 Mitarbeitenden.
- beschäftigen sich in ihrer beruflichen Funktion maßgeblich mit dem Thema Innovation.
- haben in ihrem beruflichen Umfeld eine Entscheiderrolle in Fragestellungen, die Innovationsvorhaben betreffen.
- verfügen über Spezialistenwissen auf dem Gebiet der Innovation oder mehrjährige Erfahrungen (mehr als fünf Jahre) als Führungskräfte in innovationsbezogenen Entscheidungsprozessen.

Personen aus dem Technischen Handel bildeten die erste der beiden konfirmativen Fokusgruppen. In dieser führten zwei Personen aus der Geschäftsleitung eines Betriebes für technische Schläuche vertiefte Evaluationen durch, für die zur Analyse der Benutzerschnittstelle eine Eye-Tracking-Aufzeichnung erfolgte. Diese detaillierte Evaluation wurde im September 2018 an speziell ausgestatteten Arbeitsplätzen im Usability Labor der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) am Standort Windisch durchgeführt und dauerte je Person zwei Stunden. Aus dem gleichen Betrieb nahmen darüber hinaus drei weitere Personen in Geschäftsleitungs- bzw. Produktmanagementfunktionen an ergänzenden Evaluationen im Zeitraum September 2018 bis November 2018 teil. Inhaltlich decken diese Evaluationen den Gesamtdurchlauf von der Suchanfrage bis zur Ergebnisdarstellung ab. Durchgeführt wurden sie an einem Laptop-Computer, die Dauer betrug jeweils 45 Minuten.

Die zweite Fokusgruppe bildeten Personen aus der Branche Verkehr/Logistik. Die Teilnehmer wurden dabei über den Verein Netzwerk Logistik Schweiz, eine Interessenvertretung Schweizer Verkehrs- und Logistikunternehmen, identifiziert. Insgesamt konnten fünf Personen gewonnen werden, die die Evaluation an einem Laptop-Computer durchführten. Inhaltlich analog zu den ergänzenden Evaluationen im Technischen Handel gestaltet dauerte eine Evaluation jeweils 45 Minuten. Terminlich wurden die Evaluationen für die Branche Verkehr/Logistik im Zeitraum September 2018 bis November 2018 durchgeführt und damit parallel zur Evaluation für den Technischen Handel.

8.3.4 Vorgehen und Ablauf der Evaluation

Auf eine Darstellung der Zwischenevaluationen durch die beiden Personen in der explorativen Fokusgruppe wird an dieser Stelle bewusst verzichtet, weil deren Anregungen bereits direkt im Entwicklungsprozess umgesetzt wurden. Der Zielstellung des DSR-Ansatzes folgend liegt der Fokus der Evaluation auf der Anwendbarkeit des Prototyps in der Praxis. Dazu wird zunächst der Evaluationsablauf in den konfirmativen Fokusgruppen erläutert. Danach werden die resultierenden Ergebnisse dargestellt und, wo zutreffend, die darüber initiierten Modifikationen am Prototyp beschrieben.

Der Durchführung der Evaluation liegt ein Leitfaden zugrunde, der primär sicherstellt, dass nicht wesentliche Aspekte der Forschungsfrage vergessen werden. Dieser Leitfaden umfasst:

1. Ziel der Evaluation darlegen
2. Relevanz der Bewertung von Innovations-Suchfeldern im betrieblichen Alltag erfragen
3. Vorgehen und Kriterien für die Bewertung von Innovations-Suchfeldern abfragen
4. Prototyp vorstellen hinsichtlich Struktur und Bedienung
5. Kennzahlen und Aggregationen vorstellen: Marktreife, Marktorientierung, Anschlussfähigkeit

6. Anwendung des Prototyps durch die evaluierende Person auf Basis zweier vorbereiteter Suchfelder oder alternativ eines selbst formulierten Suchfeldes
7. Visualisierungen vorstellen: Auswahlentscheidung, Trendanalyse
8. Stärken und Schwächen des Bewertungsmodells erfragen

Dieser Acht-Punkte-Leitfaden wurde auch für die vertiefte Evaluation im Usability Labor eingesetzt. Zeitlich stand dort jedoch der Punkt 6, Anwendung des Prototyps, im Vordergrund.

8.3.5 Qualitative Auswertung

Relevanz der Bewertung von Innovations-Suchfeldern im betrieblichen Alltag

In den evaluierenden Unternehmen aus der Branche Verkehr/Logistik erfolgt die Bewertung eines Innovationsvorhabens primär im Rahmen der Aufstellung eines Business Cases. Dieser Ansatz erfordert zeitintensive Vorarbeiten, um die dafür erforderlichen Umsatz- und Kostengrößen fundiert abzuschätzen. Allerdings erlangt ein Innovationsvorhaben erst mit Genehmigung des Business Cases durch die Geschäftsleitung den Status eines Projektes, für das Personal- und Finanzressourcen bewilligt werden. Da der Zeitaufwand für die Projektvorbereitung mit dem für Aufgaben im Tagesgeschäft konkurriert, wird er nur in Einzelfällen, ohne ein explizites Mandat durch die Geschäftsleitung, geleistet. Eine vorgeschaltete Definition und Analyse von Innovations-Suchfeldern erfolgt generell nicht. Alle evaluierenden Personen aus der Logistikbranche halten diese Schritte jedoch für sinnvoll, um systematisch zu Innovationen zu kommen und nicht opportunistisch bzw. reaktiv, als Antwort auf Entwicklungen im Wettbewerb, Innovationen zu initiieren.

Im Unternehmen des Technischen Handels wird ebenfalls auf die Anwendung von Innovations-Suchfeldern verzichtet. Stattdessen werden dort intuitiv und situativ durch die Geschäftsleitung Innovationsprojekte initiiert, an denen dann in einer eigenen Werkstatt vor Ort gearbeitet wird. Dieses Vorgehen ist jedoch mit einer hohen Abbruchquote verbunden. Deswegen möchte die Geschäftsleitung dort das Innovationsmanagement unter Einsatz von Innovations-Suchfeldern systematisieren.

Vorgehen und Kriterien für die Bewertung von Innovations-Suchfeldern

Aus den obigen Ausführungen resultiert, dass es in den an der Evaluation teilnehmenden Unternehmen derzeit keinen Prozess und damit auch keine Kriterien für die Bewertung von Innovations-Suchfeldern gibt. In zwei Unternehmen wird ein formaler Prozess erst im Anschluss an das FEI in Form einer Projektorganisation und der Freigabe dedizierter Ressourcen aufgesetzt.

Struktur und Bedienung des Prototyps

Ein wesentlicher Bestandteil der Evaluation fokussierte den Einsatz des Prototyps für praxisbezogene Fragestellungen im Zusammenhang mit Innovations-Suchfeldern.

Konsens bestand unter den Evaluationsteilnehmern bei der Auswahl der berücksichtigten Datenquellen. Diese reflektieren in angemessener Form den Stand von Forschung und Entwicklung (Patente, wissenschaftliche Publikationen), von Marktneuheiten (Messeneuheiten, Start-ups) sowie der Aktivitäten des Wettbewerbs (existierende Produkte und Dienstleistungen). Hohe Zustimmung gab es bei den Teilnehmern auch hinsichtlich der Einbeziehung von Trends. Diese bilden aus ihrer Sicht die Dynamik des Marktes in geeigneter Form ab, was als Voraussetzung für eine zukunftsorientierte Entscheidungsfindung gesehen wird.

Das Unternehmen aus dem Technischen Handel regte ergänzend die verstärkte Einbeziehung unternehmensinterner Datenquellen an. Dieser Hinweis bezog sich auf Informationen aus einem CRM-System, da die abgelegten Dokumentationen von Kundenkontakten Rückschlüsse auf konkrete Kundenbedürfnisse ermöglichen. Aufgrund dieses Hinweises wurden exemplarisch die CRM-Daten des Unternehmens in den Prototyp integriert und ausgewertet. Dabei zeigte sich, dass die vorhandene Datenqualität unzureichend für die maschinelle Verarbeitung ist. Maßgeblich dafür war die Verwendung nicht standardisierter Abkürzungen in Gesprächsberichten, die von den Außendienstmitarbeitern erstellt wurden. Diese Abkürzungen wiesen zudem teilweise unterschiedliche Schreibweisen auf, was die Auswertung zusätzlich erschwerte. Aus diesem Grund wurde nach einer Testphase auf die Integration der CRM-Daten in das Bewertungsmodell verzichtet. Diese wäre jedoch grundsätzlich möglich, sofern die erforderliche Datenqualität bei den Ausgangsdaten gewährleistet ist.

Für die Evaluationsläufe mit den Teilnehmern wurde ein schrittweises Vorgehen gewählt, bei dem auf Zwischenergebnisse im Bewertungsprozess eingegangen wurde. Insbesondere umfasste dies die Sichtung der durch den Prototyp als relevant eingestuften Dokumente in den einzelnen Datenkategorien. Dabei zeigte sich, dass sich die durch das Maß der Cosinus-Ähnlichkeit ermittelte *objektive* Ähnlichkeit von der *subjektiv* empfundenen Ähnlichkeit der gefundenen Dokumente bei den evaluierenden Personen unterscheiden kann. Der Grund dafür liegt im unterschiedlichen Fachwissen und einem individuell unterschiedlichen Grad der absorptiven Kapazität bei den evaluierenden Personen. Dies äußerte sich beispielsweise darin, dass ein Anwender in der für das Suchfeld „Kanalreinigung“ erstellten Dokumentenliste für Patente einen Eintrag zu medizinischen Schläuchen als unzutreffend einstufte, während ein anderer genau an diesem Interesse zeigte, um fallweise Erfahrungen aus einer anderen Branche für das eigene Suchfeld nutzbar zu machen. Diese subjektive Auslegung der Relevanz eines

Dokuments stellte eine bedeutende Hürde für die Anwendbarkeit und Akzeptanz im Praxiseinsatz dar, die es zu beseitigen galt.

Als Lösungsansatz wurde in den Prototypen eine Funktionalität integriert, die es dem Anwender erlaubt, die standardmäßig getroffene Dokumentenselektion bei Bedarf gezielt anzupassen. In diesem Fall hat er die Möglichkeit, im Ergebnisraum zu navigieren. Als Hilfestellung werden ihm dafür Begriffe aus anderen Hauptkomponenten des Vektorraums vorschlagen. So besteht die Möglichkeit, beispielsweise medizinische Begriffe explizit als „relevant“ einzustufen und darüber die Ergebnisliste neu zu strukturieren. Diese Aktion führt zu einer Anpassung im vorhandenen Ergebnisraum, ausgerichtet auf die Interessenschwerpunkte des Anwenders, und ermöglicht so eine gezielte Personalisierung des Prototyps. Abbildung 69 zeigt, wie diese Funktionalität in die Benutzeroberfläche des Prototyps integriert wurde.

The screenshot displays a search interface with a top navigation bar containing categories like 'Patente', 'Hannovermesse', 'Startups', 'Tectop', 'Trendradar', 'Trendhunter', and 'CRM'. The main content area is divided into several sections: 'Liste', 'Suchergebnisse', and 'Wortvorschläge'. The 'Suchergebnisse' section shows a list of search results with details such as 'Übereinstimmungsgrad' (similarity score), title, and date. The 'Wortvorschläge' section, highlighted with a red box, provides a list of suggested terms for navigation. A text box with a red border is overlaid on the interface, containing the text 'Wortvorschläge für die Navigation im Ergebnisraum'.

Abbildung 69: Wortvorschläge für die Navigation im Ergebnisraum

Um den Zeitaufwand für die Informationsrecherche zu einer konkreten Suchanfrage zu bewerten, wurde im Rahmen der vertieften Evaluation im September 2018 ein Mensch-Maschine-Benchmarking durchgeführt. Ausgangspunkt waren zwei aufbereitete und ausformulierte Innovations-Suchfelder (vgl. Anhang D). Die Aufgabenstellung bestand darin, zu diesen beiden Suchfeldern relevante Dokumente aus dem Internet aus den definierten Datenkategorien Patente, wissenschaftliche Publikationen, Messeneuheiten, Start-ups sowie etablierte Produkte und Dienstleistungen zu finden. Diese Aufgabenstellung wurde zwei Produktmanagern aus dem Unternehmen des Technischen Handels übertragen, die ihre Recherche zeitgleich mit dem Start des Suchlaufs über den Prototyp begannen. Während die Ergebnisse des Prototyps

in weniger als einer Minute vorlagen, brachen beide Probanden ihre Recherche nach 20 respektive 25 Minuten ab, ohne Dokumente mit inhaltlichem Bezug zum Suchfeld aufgefunden zu haben. Damit wurde gezeigt, dass der Prototyp in der Lage ist, den Zeitaufwand für die Informationsrecherche im Vergleich zu einem manuellen Vorgehen deutlich zu reduzieren. Die bei der Informationsrecherche und -aufbereitung erzielte Zeitreduktion wurde von allen evaluierenden Personen als signifikante Verbesserung gegenüber dem Status quo eingestuft.

Visualisierungen: Auswahlentscheidung, Trendanalyse

Die Visualisierung der Auswahlentscheidung erfolgte in einer konsolidierten Darstellung der Ergebniskennzahlen (vgl. Abbildung 59) und war für alle evaluierenden Personen prägnant, übersichtlich und logisch nachvollziehbar. In den Evaluationen zeigte sich jedoch, dass die Darstellung im Einzelfall ergänzende Erläuterungen zu den erfassten Dimensionen und deren Bedeutung enthalten sollte. Eine Voraussetzung dafür, dass die Darstellung für den Betrachter verständlich und interpretierbar wird, ist dessen Kenntnis des Gesamtablaufs. Um dies zu gewährleisten, wurde eine Dokumentation erstellt, die sowohl auf die Struktur des Prototyps eingeht als auch den gesamten Prozessablauf von der Suchanfrage bis zur Ergebnisdarstellung abdeckt.

Für die evaluierenden Personen sehr gut fassbar war die Ergebnisdarstellung in Form einer Matrix mit den beiden Achsen *Marktorientierung* und *Anschlussfähigkeit*. In zwei Fällen wurde nachgefragt, ob ein Wert von beispielsweise 0,5 für die Anschlussfähigkeit gleichbedeutend damit sei, dass die Hälfte der Kernkompetenzen des Unternehmens abgedeckt werde. Mit der Cosinus-Ähnlichkeit als zugrunde liegendem Messprinzip darf dieser Schluss jedoch nicht gezogen werden. Durch eine Erläuterung des Messprinzips wurden diese Rückfragen geklärt und Aussagen entsprechend in die Dokumentation integriert.

Trendanalyse

Nach der Erläuterung der grafischen Darstellung für die Auswahlentscheidung äußerten drei der evaluierenden Personen spontan, dass diese nur eine Momentaufnahme sei und damit unzureichend in einem wirtschaftlichen Umfeld, das schnellen Veränderungen sowohl auf Technologie- wie auch Marktseite unterworfen ist. Damit gaben diese Personen bereits implizit eine Antwort auf die Frage, ob die Darstellung eine Trendanalyse beinhalten sollte, die entsprechende Veränderungen bei Innovations-Suchfeldern erfasst. Die anderen Personen beurteilten die Trendanalyse als wesentliche Voraussetzung, um die Suchfeldanalyse und -evaluation im eigenen Unternehmen institutionalisieren zu können. Inhaltlich war die Darstellung für alle befragten Personen ebenfalls schlüssig und klar. Auch hier ist eine zusätzliche Erläuterung notwendig; diese Anforderung wurde entsprechend für die Dokumentation aufgenommen.

Validität und Reliabilität der Ergebnisse

Aus den betrachteten Branchen „Technischer Handel“ und „Verkehr/Logistik“ führten jeweils fünf Personen eine Evaluation des realisierten Prototyps durch. Die Auswahl dieser Personen erfolgte auf Basis objektiver Kriterien, die sicherstellen, dass bei den Personen die für die Evaluation erforderlichen Qualifikationen erfüllt sind. Damit wird eine hohe Reliabilität der Ergebnisse gewährleistet.

Die Kombination einer explorativen Fokusgruppe mit zwei konfirmativen Fokusgruppen ermöglichte eine kontinuierliche Validierung über die gesamte Entwicklung des Prototyps. Die einzelnen Validierungen fanden jeweils in einer offenen, konstruktiven Atmosphäre statt. Basierend auf dem jeweils vorliegenden Entwicklungsstand des Prototyps wurde die Evaluation kollaborativ durchgeführt. Damit wurde erreicht, dass Verständnisfragen und Unklarheiten direkt geäußert und geklärt wurden, sodass eine hohe Validität erzielt wurde (vgl. Häder 2015, S. 109). Der Evaluationsansatz der Fokusgruppen zeichnet sich durch ebendiese Validität aus (Dresch et al. 2015, S. 99).

8.3.6 Zusammenfassung

Im letzten Abschnitt der Evaluation wurden die Personen in den beiden konfirmativen Fokusgruppen gebeten, ein zusammenfassendes Fazit zu ziehen, indem sie Stärken und Schwächen des mit dem Prototyp realisierten Bewertungsmodells benennen. Diese werden nachfolgend angeführt, wobei die Reihenfolge keine Rangfolge impliziert.

Stärken des Bewertungsmodells

1. Quantitative Kennzahlen
2. Visualisierung der Ergebnisse
3. Systematischer, transparenter Bewertungsprozess
4. Zwischenergebnisse in Form von Dokumentenlisten unterstützen bei der weiteren Bearbeitung und Konkretisierung eines Innovations-Suchfeldes
5. Ganzheitlicher Ansatz, der Markt- und Unternehmenssicht integriert
6. Dynamische Ausrichtung durch Einbeziehung von Trends
7. Trendanalyse bei Innovations-Suchfeldern durch repetitive Anwendung des Bewertungsmodells möglich
8. Beschreibung von Innovations-Suchfeldern durch Funktionen lässt sich mit geringem Einarbeitungsaufwand durchführen

Schwächen des Bewertungsmodells

1. Erklärung der Theoriebasis erforderlich, um die Kennzahlen interpretieren zu können

2. Bewertungsergebnis gibt eine Indikation und noch keine eindeutige Handlungsempfehlung
3. Pflegeaufwand für regelmäßige Aktualisierung der Datenbasis

In den folgenden Absätzen wird zu den identifizierten Schwächen kurz Stellung bezogen.

Zu 1: Konzeption und Umsetzung des Bewertungsmodells sind durch fehlende Prozessunterstützung im FEI und eine abstrakte Methodenbasis motiviert. Daraus wird deutlich, dass die evaluierenden Personen wenige Ansatzpunkte haben, auf die sie für die Erschließung des Bewertungsmodells zurückgreifen können. Mit Berücksichtigung dieser Ausgangssituation wird der Kritikpunkt hinsichtlich einer Einarbeitung in die dem Bewertungsmodell zugrunde liegende Theoriebasis relativiert. Dies wird auch dadurch bestätigt, dass am Ende der einzelnen Evaluationstermine mit 45 Minuten Dauer in keinem Fall Verständnisfragen unbeantwortet blieben.

Zu 2: Das Bewertungsmodell ist auf die Spezifika des FEI ausgerichtet. Zu diesen zählt insbesondere die hohe Unsicherheit aufgrund einer unzureichenden Informationsbasis. Durch den Einsatz des IT-gestützten Bewertungsmodells wird die für die Entscheidungsfindung im FEI erforderliche Informationsbasis geschaffen und damit der Zeitabschnitt bis zum Entwicklungsstart (vgl. Abbildung 5) deutlich verkürzt. Der Abgleich mit der vom Unternehmen favorisierten Innovationsstrategie erfordert im Einzelfall jedoch eine Reflexion seitens der Geschäftsführung, die weitere Kriterien – wie verfügbares Budget oder bereits laufende Innovationsprojekte – in ihre Entscheidungsfindung mit einbezieht. Aus diesem Grund ist die Funktion des Bewertungsmodells inhärent auf das Bereitstellen einer Indikation beschränkt.

Zu 3: Um neue und geänderte Informationen für die Bewertung zu berücksichtigen, ist eine regelmäßige Aktualisierung der Datenbasis erforderlich. In Anbetracht der Änderungsgeschwindigkeit der berücksichtigten Datenquellen resultiert daraus eine wöchentliche (Trenddaten) bis monatliche (Patentdaten) Aktualisierung der Datenbasis. Dieser Vorgang ist beim Prototyp mit einem Zeitaufwand von 24–36 Stunden verbunden, um die Dimensionen im Vektorraum neu zu berechnen. Dabei liegen allerdings mehr als 95 Prozent des Aufwands auf der IT-Seite und erfordern kein Eingreifen des Menschen. Weiterhin relativiert sich der Aufwand auch dadurch, dass der Prototyp auf einem handelsüblichen Laptop realisiert wurde. Im Rahmen einer späteren Industrialisierung kann bei einer höherwertigen Hardware-Ausstattung und einer Dezentralisierung der Rechenleistung von deutlich niedrigeren Zeiten ausgegangen werden.

8.4 Zusammenfassung der Erkenntnisse

Die in Kapitel 1.2 aufgestellte These, dass es in der Praxis keine hinreichende Prozess- und Methodenunterstützung für das FEI gibt, wurde in den Evaluationen bestätigt. Dies trifft auch für den hohen Zeitaufwand zu, der mit der Informationsrecherche verbunden ist. Das in die vertiefte Evaluation einbezogene Unternehmen des Technischen Handels mit 100 Mitarbeitenden quantifiziert diesen auf 0,7 bis 0,8 Vollzeitäquivalente.

Die von den evaluierenden Personen beschriebenen Probleme deuten implizit auf eine hohe praktische Relevanz der Evaluation von Marktchancen über Innovations-Suchfelder hin.

In der Konzeption des Bewertungsmodells wurde der Ermittlung konsolidierter Kennzahlen eine zentrale Rolle zugewiesen (vgl. Kapitel 5.6). Aus Sicht der evaluierenden Personen war dies ein (zusätzliches) Ergebnis, das sie zunächst gar nicht erwartet hatten. Für sie stellte bereits die Trefferliste der selektierten Dokumente in den einzelnen Datenkategorien einen signifikanten Mehrwert dar, um sich über Verweise zu den Originaldokumenten vertiefte Einblicke in ausgewählte Themengebiete zu verschaffen.

Der Bewertungsprozess von der Formulierung von Innovations-Suchfeldern bis zur Ausgabe aggregierter Ergebniskennzahlen war für die evaluierenden Personen verständlich und die ausgewählten Bewertungsperspektiven mit der zugrunde liegenden Bewertungssystematik trafen auf eine hohe Akzeptanz.

Aus Sicht der evaluierenden Personen sollte weiter erforscht werden, wie sich das Bewertungsmodell erweitern lässt, um zusätzliche Datenquellen zu integrieren, und inwieweit eine differenzierte Gewichtung der unterschiedlichen Bewertungsperspektiven für die Verwendung in der Praxis von Nutzen ist.

Die Visualisierungen waren für die evaluierenden Personen verständlich und aussagekräftig, wurden von Praktikern jedoch als optional eingestuft.

Zudem lässt sich feststellen, dass die Evaluation durch zwei confirmatorische Fokusgruppen sowohl einen wesentlichen Beitrag zur Validierung der Arbeitsergebnisse geleistet als auch neue praxisrelevante Forschungsaspekte aufgedeckt hat.

Abschließend zeichnet sich das Bewertungsmodell durch seine branchenübergreifende Anwendbarkeit aus. Dies wird entscheidend dadurch ermöglicht, dass für die Eingabe von Innovations-Suchfeldern und Kernkompetenzen die Formulierung zu erfüllender Funktionen ausreicht. Ein domänenspezifisches Trainieren des Bewertungsmodells oder eine vertiefte Fachrecherche in einem Innovations-Suchfeld zur Erstellung einer Ontologie dort verwendeter Begriffe ist nicht erforderlich. Dies stellt einen erheblichen Mehrwert gegenüber anderen Ansätzen dar (vgl. Korell und Schloen 2012, S. 25).

9 Schlussbetrachtung und Ausblick

9.1 Schlussbetrachtung

Die Dynamik und Veränderungsgeschwindigkeit im Unternehmensumfeld nimmt fortlaufend zu. Im frühen Stadium des Innovationsprozesses, dem Front-End of Innovation (FEI), stehen Unternehmen vor der Herausforderung, eine stetig wachsende Menge an Informationen in immer kürzerer Zeit auszuwerten, um im Wettbewerb bestehen zu können. Dabei haben sie die Wahl: Entweder investieren sie einen signifikanten Zeitaufwand in eine strukturierte Datenanalyse, mit der Gefahr, eine Innovation zu spät auf den Markt zu bringen. Oder sie verlassen sich ganz auf ihre Intuition und riskieren dabei, dass sie die Markterwartungen nicht treffen. Der Grund dafür, dass sie, wie die Entscheidung auch ausfällt, nur eine schlechte Wahl treffen können, liegt in einer unzureichenden Prozess- und Methodenunterstützung im FEI (vgl. Kapitel 3.3).

Die vorliegende Arbeit leistet einen Beitrag dazu, die unklaren Abläufe im FEI zu strukturieren und die hohe Unsicherheit zu reduzieren, indem ein systematischer Ansatz zur Bewertung von Marktchancen konzipiert und realisiert wird (vgl. Groher et al. 2019, S. 34). Dabei wird insbesondere die Voraussetzung für einen durchgängigen, integrierten Innovationprozess geschaffen, der auch das FEI einschließt.

Das Hauptergebnis dieser Arbeit stellt eine Methode zur Bewertung von Marktchancen, die im Kontext dieser Arbeit als Innovations-Suchfelder bezeichnet werden, dar. Diese Methode beinhaltet ein Bewertungsmodell mit dem zugehörigen Bewertungsprozess und wurde in Form eines Prototyps umgesetzt. Die Ergebnisse einer umfassenden Evaluation mittels Fokusgruppen zeigen, dass der Ansatz in der Praxis geeignet ist, die Entscheidungsfindung im FEI zu unterstützen und eine transparente Bewertung von Innovations-Suchfeldern ohne spezifisches Domänenwissen vorzunehmen. Möglich wird dies, da das Bewertungsmodell keine Vorstrukturierung eines Innovations-Suchfeldes, beispielsweise durch Ontologien als Eingangsgröße, voraussetzt. Durch die Einbeziehung der relevanten Informationsquellen von Beginn an lassen sich Rücksprünge vermeiden und Zeitvorteile realisieren, was die Leistung im Innovationsprozess erhöht. Mit dem Prototyp wurde zudem der Nachweis erbracht, dass sich auch schwach strukturierte, wissensintensive Prozesse, wie sie im FEI vorherrschen, durch IT unterstützen lassen. Damit wird das Spektrum der Prozessdigitalisierung erweitert. Der Ausrichtung der Design Science Research folgend steht der erarbeitete Lösungsansatz zur Adaption an künftige Aufgabenstellungen im Bereich der Entscheidungsfindung zur Verfügung.

9.2 Ausblick für die Managementpraxis

Die Ergebnisse aus den durchgeführten Evaluationen qualifizieren den Prototyp des IT-gestützten Bewertungsmodells für eine Weiterentwicklung, in deren Fokus die Erweiterung der Funktionalitäten der Benutzerschnittstelle, die Integration weiterer Datenquellen sowie eine Client-/Server-Architektur für den parallelen Einsatz in verschiedenen Unternehmen steht. Davon können insbesondere kleine und mittlere Unternehmen profitieren (vgl. Kapitel 2.1), weil für den Einsatz des IT-gestützten Bewertungsmodells vergleichsweise wenig Vorkenntnisse erforderlich sind und der bislang sehr hohe Zeitaufwand für die manuelle Informationsrecherche (vgl. Kapitel 1.2) deutlich reduziert wird.

Das Vermögen der realisierten IT-gestützten Lösung, spezifische Interessen und Zielrichtungen eines Anwenders bei der Bewertung zu berücksichtigen, wirkt sich positiv auf Qualität und Geschwindigkeit der Entscheidungsfindung im FEI aus. Der Nutzen der entwickelten Methodik wird dann vollumfänglich sichtbar, wenn mehrere Innovations-Suchfelder miteinander verglichen werden. In diesem Szenario kann eine intuitive Entscheidungsfindung durch sachliche, datenbasierte Entscheidungen ersetzt oder zumindest ergänzt werden. Damit trägt der entwickelte Ansatz wesentlich dazu bei, die Unsicherheit („fuzziness“) im FEI gezielt zu reduzieren, und unterstützt Innovationsverantwortliche in Unternehmen dabei, die richtigen Prioritäten für Innovationsprojekte zu setzen. Unter der Restriktion einer klaren Abgrenzung des in dieser Arbeit vertieften Forschungsfeldes wurde die entwickelte Lösung für die beiden Branchen „Technischer Handel“ sowie „Verkehr/Logistik“ evaluiert. Durch die Einbindung des Leiters einer Innovationsberatung in die explorative Fokusgruppe wurde jedoch frühzeitig sichergestellt, dass der Ansatz branchenübergreifend angewendet werden kann.

9.3 Ausblick für die Forschung

Die Relevanz des FEI für den Markterfolg von Produkt- und Dienstleistungsinnovationen wurde bereits vor mehr als 30 Jahren von Cooper und Kleinschmidt (1987) erkannt. Zahlreiche nachfolgende Studien stützen diese Erkenntnis und haben die Aufmerksamkeit darauf gelenkt, dass diese entscheidende Phase im gesamten Innovationsprozess erfolgreich gesteuert werden muss. Diese Studien haben einerseits eine Menge bedeutsamen Wissens generiert, aber gleichzeitig auch zu einer ungenügenden begrifflichen und methodischen Präzision in diesem Forschungsgebiet beigetragen (Eling und Herstatt 2017, S. 864). Grund dafür ist, dass diese Studien das FEI selten als Ganzes betrachten, sondern sich vielmehr auf einzelne Aktivitäten fokussieren. In der renommierten⁵⁵ Zeitschrift „Journal of Product Innovation Management“

⁵⁵ Vgl. Kapitel 3.2, S.51.

wurden im Zeitraum 1984 bis 2016 insgesamt 85 Artikel veröffentlicht, die sich inhaltlich mit dem FEI auseinandersetzen (Eling und Herstatt 2017, S. 865). Doch bietet keiner von diesen einen Lösungsansatz, wie sich die beiden am Beginn des FEI liegenden Phasen *Opportunity Identification* und *Opportunity Analysis* so strukturieren und systematisieren lassen, dass sich daraus ein transparenter, in der Praxis anwendbarer Referenzprozess, wie er in dieser Arbeit entwickelt wurde, ableiten lässt. Um diesen zu konzipieren, muss die Betrachtung erweitert werden und berücksichtigen, dass der stetig zunehmende Digitalisierungsgrad auch Innovationsprozesse neu definiert.

Daher basiert die Realisierung des im Rahmen der vorliegenden Arbeit konzipierten Prototyps auf einem interdisziplinären Ansatz, der Innovationsforschung und Informatik integriert. Dieser Ansatz ist inhaltlich in die noch junge Forschungsrichtung „Digital Innovation Management“ einzuordnen, die sich mit den Möglichkeiten eines durchgängig digitalisierten Innovationsprozesses befasst (Nambisan et al. 2017, S. 223). Diese Forschungsrichtung hat sich aus der Erkenntnis entwickelt, dass ein digitales Innovationsmanagement auf einer vollständig neuen Theoriebasis aufbaut, die aktuelle Forschungsergebnisse aus dem Bereich digitaler Technologien integriert. Der Einsatz des „Design Science Research“-Ansatzes ermöglicht hierbei, die neue Theoriebasis, ausgerichtet auf die Problemstellungen in der Unternehmenspraxis, zu erarbeiten.

Die zentrale Herausforderung für das Digital Innovation Management liegt in der Beantwortung folgender Fragestellung:

Wie sollen Unternehmen ihre Innovationsprozesse in einer digitalen Welt gestalten, um die Ergebnisse aus dem Innovationsprozess gezielt zu verbessern?

Hier gibt es, neben der vorliegenden Arbeit, bislang noch wenige Forschungsergebnisse, die sich substantiell mit dieser Fragestellung auseinandersetzen (Hevner et al. 2019, S. 3). Deswegen haben Hevner et al. (2019) einen auf DSR gestützten Rahmen konzipiert, der die weitere Forschung bei der Arbeit an dieser Fragestellung unterstützt. Daraus resultiert eine wichtige theoretische Grundlage, auf die Forschende künftig zugreifen können, um das Digital Innovation Management praxisorientiert weiterzuentwickeln.

10 Literaturverzeichnis

- Abele, Thomas (2013): Einführung in die Suchfeldbestimmung und Ideenbewertung in der frühen Phase des Innovationsprozesses. In: Thomas Abele (Hg.): Suchfeldbestimmung und Ideenbewertung. Methoden und Prozesse in den frühen Phasen des Innovationsprozesses. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 1–18.
- Aiken, Milam; Krosch, Jay; Shirani, Ashraf; Martin, Jeanette (1994): Electronic brainstorming in small and large groups. In: *Information & Management* 27 (3), S. 141–149. DOI: 10.1016/0378-7206(94)90042-6.
- Alpar, Paul; Alt, Rainer; Bensberg, Frank; Weimann, Peter (2019): Anwendungsorientierte Wirtschaftsinformatik. Strategische Planung, Entwicklung und Nutzung von Informationssystemen. 9. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Anandarajan, Murugan; Hill, Chelsey; Nolan, Thomas (2019): Practical Text Analytics. Cham: Springer International Publishing (2).
- Ardilio, Antonino; Auernhammer, Karin; Kohn, Stefan (2004): Marktstudie Innovationssysteme: IT-Unterstützung im Innovationsmanagement. Hg. v. Dieter Spath. Fraunhofer Institut für Arbeitswissenschaft und Organisation IAO. Stuttgart.
- Atuahene-Gima, Kwaku (1995): An Exploratory Analysis of the Impact of Market Orientation on New Product Performance. In: *J Prod Innov Manag* 12 (4), S. 275–293. DOI: 10.1111/1540-5885.1240275.
- Augsten, Tobias; Brodbeck, Harald; Birkenmeier, Beat (2017): Strategie und Innovation. Die entscheidenden Stellschrauben im Unternehmen wirksam nutzen: Springer Gabler.
- Baker, Kenneth; Albaum, Gerald (1986): Modeling New Product Screening Decisions. In: *Journal of Product Innovation Management* 3 (1), S. 32–39. DOI: 10.1111/1540-5885.310032.
- Barczak, Gloria; Sultan, Fareena; Hultink, Erik (2007): Determinants of IT Usage and New Product Performance*. In: *J Prod Innov Manag*, S. 600–613.
- Basili, Victor; Caldiera, Gianluigi; Rombach, Hans Dieter (1994): The Goal Question Metric Approach. Online verfügbar unter <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Goal-Question-Metric-Approach-Basili-Caldiera/02e65151786574852007ecd007ee270c50470af0>, zuletzt geprüft am 26.03.2020.
- Bergmann, Heiko; Volery, Thierry (2016): Forschungs- und Innovationsaktivitäten von kleinen und mittleren Unternehmen in der Schweiz. Studie im Rahmen des Berichtes "Forschung und Innovation in der Schweiz 2016" Teil C, Studie 1. Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI.
- BITKOM (Hg.) (2012): Big Data im Praxiseinsatz – Szenarien, Beispiele, Effekte. Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.

- Boeddrich, Heinz-Juergen (2004): Ideas in the Workplace: A New Approach Towards Organizing the Fuzzy Front End of the Innovation Process. In: *Creativity and Innovation Management* 13 (4), S. 274–285.
- Bond, Edward; Houston, Mark (2003): Barriers to Matching New Technologies and Market Opportunities in Established Firms. In: *Journal of Product Innovation Management* 20 (2), S. 120–135. DOI: 10.1111/1540-5885.2002005.
- Bos, Maarten; Dijksterhuis, Ap; van Baaren, Rick (2008): On the goal-dependency of unconscious thought. In: *Journal of Experimental Social Psychology* 44 (4), S. 1114–1120. DOI: 10.1016/j.jesp.2008.01.001.
- Bradley, Steven; Wiklund, Johan; Shepherd, Dean (2011): Swinging a double-edged sword: The effect of slack on entrepreneurial management and growth. In: *Journal of Business Venturing* 26 (5), S. 537–554. DOI: 10.1016/j.jbusvent.2010.03.002.
- Brem, Alexander; Vahs, Dietmar (2013): Innovationsmanagement. Von der Idee zur erfolgreichen Vermarktung. 4., überarb. und erw. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Brem, Alexander; Voigt, Kai-Ingo (2009): Integration of market pull and technology push in the corporate front end and innovation management—Insights from the German software industry. In: *Technovation* 29 (5), S. 351–367. DOI: 10.1016/j.technovation.2008.06.003.
- Brentani, Ulrike; Reid, Susan (2012): The Fuzzy Front-End of Discontinuous Innovation: Insights for Research and Management. In: *J Prod Innov Manag* 29 (1), S. 70–87. DOI: 10.1111/j.1540-5885.2011.00879.x.
- Broy, Manfred; Kuhrmann, Marco (2013): Metriken und Messung. In: Manfred Broy und Marco Kuhrmann (Hg.): *Projektorganisation und Management im Software Engineering*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (Xpert.press), S. 333–344.
- Brucker-Kley, Elke; Keller, Thomas; Kykalová, Denisa (2018): Prozessmanagement als Gestaltungshebel der digitalen Transformation? In: Elke Brucker-Kley, Denisa Kykalová und Thomas Keller (Hg.): *Kundennutzen durch digitale Transformation*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 3–17.
- Bruseberg, Anne; McDonagh-Philp, Deana (2002): Focus groups to support the industrial/product designer: a review based on current literature and designers' feedback. In: *Applied Ergonomics* 33, S. 27–38.
- Bügel, Ulrich; Knaf, Hagen; Laufs, Uwe (2009): Technologieentwicklung: Theoretische und praktische Unterstützung mit Data Mining. In: *HMD* 46 (4), S. 21–34. DOI: 10.1007/BF03340378.
- Calantone, Roger; Garcia, Rosanna; Dröge, Cornelia: The Effects of Environmental Turbulence on New Product Development Strategy Planning. In: *J Prod Innov Manag* 2003, S. 90–103.

- Cambum, Bradley; Viswanathan, Vimal; Linsey, Julie; Anderson, David; Jensen, Daniel; Crawford, Richard et al. (2017): Design prototyping methods: state of the art in strategies, techniques, and guidelines. In: *Des. Sci.* 3, S. 1–33. DOI: 10.1017/dsj.2017.10.
- Ceri, Stefano (2013): Web information retrieval. Berlin: Springer-Verlag (Data-centric systems and applications).
- Chesbrough, Henry (2004): Managing Open Innovation. In: *Research-Technology Management* 47 (1), S. 23–26. DOI: 10.1080/08956308.2004.11671604.
- Chesbrough, Henry (2012): Open Innovation: Where We've Been and Where We're Going. In: *Research-Technology Management* 55 (4), S. 20–27. DOI: 10.5437/08956308X5504085.
- Christensen, Clayton; Bower, Joseph (1996): CUSTOMER POWER, STRATEGIC INVESTMENT, AND THE FAILURE OF LEADING FIRMS. In: *Strategic Management Journal* 17, S. 197–218.
- Cleven, Anne; Gubler, Philipp; Hüner, Kai (2009): Design alternatives for the evaluation of design science research artifacts. In: Vijay Vaishanvi und Sandeep Puroo (Hg.): Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology - DESRIST '09. the 4th International Conference. Philadelphia, Pennsylvania, 07.05.2009 - 08.05.2009. New York, New York, USA: ACM Press, S. 1–8.
- Cohen, Wesley M.; Levinthal, Daniel A. (1990): Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation. In: *Administrative Science Quarterly* 35, S. 128–152. Online verfügbar unter <https://www.jstor.org/stable/2393553>, zuletzt geprüft am 05.05.2020.
- Colarelli O'Connor, Gina; Rice, Mark (2001): Opportunity Recognition and Breakthrough Innovation in Large Established Firms. In: *California Management Review* 43, S. 96–116.
- Cooper, Robert (1988): Predevelopment Activities Determine New Product Success. In: *Industrial Marketing Management*, S. 237–247.
- Cooper, Robert (1996): Overhauling the new product process. In: *Industrial Marketing Management* 25 (6), S. 465–482. DOI: 10.1016/S0019-8501(96)00062-4.
- Cooper, Robert (2008): Perspective: The Stage-Gate® Idea-to-Launch Process—Update, What's New, and NexGen Systems*. In: *Journal of Product Innovation Management*, S. 213–232.
- Cooper, Robert; Kleinschmidt, Elko (1987): New Products: What Separates Winners from Losers? In: *J Prod Innov Manag*, S. 169–184.
- Cooper, Robert; Kleinschmidt, Elko (1991): New Product Processes at Leading Industrial Firms. In: *Industrial Marketing Management* 20, S. 137–147.
- Czabanski, Robert; Jezewski, Michal; Leski, Jacek (2017): Introduction to Fuzzy Systems. In: Piotr Prokopowicz, Jacek Czerniak, Dariusz Mikołajewski, Łukasz Apiecioneck und Dominik Ślęzak (Hg.): Theory and Applications of Ordered Fuzzy Numbers, Bd. 356. Cham: Springer International Publishing (Studies in Fuzziness and Soft Computing), S. 23–43.

- de Oliveira, Maicon; Rozenfeld, Henrique; Phaal, Robert; Probert, David (2014): Decision making at the front end of innovation: the hidden influence of knowledge and decision criteria. In: *R&D Management*, S. 161–180.
- Deerwester, Scott; Dumais, Susan; Furnas, George; Landauer, Thomas; Harshman, Richard (1990): Indexing by Latent Semantic Analysis. In: *Journal of the American Society for Information Science*, S. 391–407.
- Döring, Nicola; Bortz, Jürgen (2016): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. Unter Mitarbeit von Sandra Pöschl-Günther. 5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>.
- Dresch, Aline; Pacheco Lacerda, Daniel; Valle Antunes, José, Jr. (2015): Design science research. A method for science and technology advancement. Cham, Switzerland: Springer.
- Durst, Carolin; Durst, Michael (2016): Integriertes Innovationsmanagement – Vom Umfeldscanning zur Roadmap. In: Thomas Abele (Hg.): Die frühe Phase des Innovationsprozesses, XVIII. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 217–233.
- Dutta, Soumitra; Lanvin, Bruno; Wunsch-Vincent, Sacha (Hg.) (2018): GLOBAL INNOVATION INDEX 2018. Energizing the world with innovation. [S.l.].
- Eckhardt, Jonathan; Shane, Scott (2003): Opportunities and Entrepreneurship. In: *Journal of Management*, S. 333–349.
- Eling, Katrin; Griffin, Abbie; Langerak, Fred (2014): Using Intuition in Fuzzy Front-End Decision-Making: A Conceptual Framework. In: *J Prod Innov Manag* 31 (5), S. 956–972. DOI: 10.1111/jpim.12136.
- Eling, Katrin; Herstatt, Cornelius (2017): Managing the Front End of Innovation-Less Fuzzy, Yet Still Not Fully Understood. In: *J Prod Innov Manag* 34 (6), S. 864–874. DOI: 10.1111/jpim.12415.
- European Commission (Hg.) (2015): User guide to the SME Definition. Luxemburg.
- European Logistics Association; Arthur D. Little (Hg.): Innovation excellence in logistics. Value creation by innovation. Brussels.
- Fiet, James (2007): A Prescriptive Analysis of Search and Discovery. In: *J Management Studies* 44 (4), S. 592–611. DOI: 10.1111/j.1467-6486.2006.00671.x.
- Frank, Ulrich (2006): Towards a Pluralistic Conception of Research Methods in Information Systems Research. ICB-Research Report, No. 7. Hg. v. Universität Duisburg-Essen. Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik (ICB). Essen.
- Frauchiger, Daniel (2017): Anwendungen von Design Science Research in der Praxis. In: Edy Portmann (Hg.): Wirtschaftsinformatik in Theorie und Praxis, Bd. 36. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 107–118.

Fueglistaller, Urs; Fust, Alexander; Brunner, Christoph (2018): Schweizer KMU. Eine Analyse der aktuellsten Zahlen - Ausgabe 2018. St. Gallen.

Garcia, Rosanna; Calantone, Roger (2002): A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review. In: *J Prod Innov Manag*, S. 110–132.

Gassmann, Oliver; Frankenberger, Karolin; Csik, Michaela (2017): Geschäftsmodelle entwickeln. 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. München: Hanser.

Gassmann, Oliver; Sandmeier, Patricia; Wecht, Christoph (2006): Extreme customer innovation in the front-end: learning from a new software paradigm. In: *IJTM* 33 (1), S. 46–66. DOI: 10.1504/IJTM.2006.008191.

Gassmann, Oliver; Schweitzer, Fiona (2014): Managing the Unmanageable: The Fuzzy Front End of Innovation. In: Oliver Gassmann und Fiona Schweitzer (Hg.): Management of the fuzzy front end of innovation. Cham: Springer International Publishing, S. 3–14.

Gaubinger, Kurt; Rabl, Michael (2014): Structuring the Front End of Innovation. In: Oliver Gassmann und Fiona Schweitzer (Hg.): Management of the fuzzy front end of innovation. Cham: Springer International Publishing, S. 15–30.

Gehrke, Birgit; Legler, Harald; Leidmann, Mark (2010): Forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige: Außenhandel, Spezialisierung, Produktion, Beschäftigung und Qualifikationserfordernisse in Deutschland. Studien zum deutschen Innovationssystem, No. 4-2010. Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V., Hannover.

Gerpott, Torsten (2013): Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart [Germany]: Schäffer-Poeschel Verlag (Sammlung Poeschel - Band 162).

Gregor, Shirley; Hevner, Alan (2013): Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact. In: *MIS Quarterly* 37, S. 337–355.

Häder, Michael (2015): Empirische Sozialforschung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Haenelt, Katrin (2012): Ähnlichkeitsmaße für Vektoren. Fraunhofer, 25.10.2012.

Handel Schweiz (Hg.) (ohne Datum): Neue Geschäftsmodelle im Handel. Die digitale Transformation des Schweizer Handels.

Handel Schweiz (Hg.) (2017): Facts & Figures - Der Schweizer Handel im Überblick. Basel.

Hargadon, Andrew; Sutton, Robert (1997): Technology Brokering and Innovation in a Product Development Firm. In: *Administrative Science Quarterly* 42, S. 716–749.

Hauschildt, Jürgen; Gemünden, Hans Georg (2005): Dimensionen der Innovation. In: Sönke Albers und Oliver Gassmann (Hg.): Handbuch Technologie- und Innovationsmanagement. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 23–39.

- Henrich, Andreas (2008): Information Retrieval 1. Grundlagen, Modelle, Anwendungen. Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Lehrstuhl für Medieninformatik.
- Herstatt, Cornelius; Verworn, Birgit (2001): The "Fuzzy Front End" of Innovation. Working Paper No. 4. Hg. v. Department for Technology and Innovation Management, Technical University of Hamburg (Harburg).
- Herstatt, Cornelius; Verworn, Birgit (2007): Management der frühen Innovationsphasen. Grundlagen - Methoden - Neue Ansätze. 2. Auflage: Gabler.
- Hevner, Alan; March, Salvatore; Park, Jinsoo; Ram, Sudha (2004): Design Science in Information Systems Research. In: *MIS Quarterly* 28 (1), S. 75–105.
- Hevner, Alan; Vom Brocke, Jan; Maedche, Alexander (2019): Roles of Digital Innovation in Design Science Research. In: *Bus Inf Syst Eng* 61 (1), S. 3–8. DOI: 10.1007/s12599-018-0571-z.
- Himme, Alexander (2009): Gütekriterien der Messung: Reliabilität, Validität und Generalisierbarkeit. In: Sönke Albers, Daniel Klapper, Udo Konradt, Achim Walter und Joachim Wolf (Hg.): *Methodik der empirischen Forschung*, Bd. 26. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 485–500.
- Hinterhuber, Hans; Handlbauer, Gernot; Matzler, Kurt (2003): Kundenzufriedenheit durch Kernkompetenzen. Eigene Potenziale erkennen, entwickeln, umsetzen. 2., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Hippel, Eric von (1986): Lead Users: A Source of Novel Product Concepts. In: *Management Science* 32 (7), S. 791–805. DOI: 10.1287/mnsc.32.7.791.
- Hoffmann, Christian Pieter; Lennerts, Silke; Schmitz, Christian; Stölzle, Wolfgang; Uebernickel, Falk (Hg.) (2016): *Business Innovation : Das St. Galler Modell*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Hollanders, Hugo; Es-Sadki, Nordine (2018a): European Innovation Scoreboard. Hg. v. European Commission. Luxembourg (European Innovation Scoreboard 2018).
- Hollanders, Hugo; Es-Sadki, Nordine (2018b): European Innovation Scoreboard - Annex B. Performance per indicator. Hg. v. European Commission.
- Hollanders, Hugo; Es-Sadki, Nordine (2018c): European Innovation Scoreboard 2018. Methodology Report. Hg. v. European Commission.
- Hölzing, Jörg (2008): Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung. Eine theoretische und empirische Überprüfung. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler (Gabler Edition Wissenschaft).
- Hughes, David; Chafin, Don (1996): Turning New Product Development into a Continuous Learning Process. In: *Journal of Product Innovation Management*, S. 89–104.
- Hungenberg, Harald (2014): *Strategisches Management in Unternehmen. Ziele - Prozesse - Verfahren*. 8. Aufl. 2014. Wiesbaden: Gabler.
- Hüsig, Stefan; Kohn, Stefan (2009): Computer aided innovation—State of the art from a new product development perspective. In: *Computers in Industry* 60, S. 551–562.

- Jones, William; Furnas, George (1987): Pictures of relevance: A geometric analysis of similarity measures. In: *J. Am. Soc. Inf. Sci.* 38 (6), S. 420–442. DOI: 10.1002/(SICI)1097-4571(198711)38:6<420::AID-ASI3>3.0.CO;2-S.
- Kacprzyk, Janusz; Pedrycz, Witold (Hg.) (2015): Springer handbook of computational intelligence. Berlin: Springer. Online verfügbar unter <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&AN=1000080>.
- Kavakli, Evangelia: Goal driven requirements engineering: evaluation of current methods. In: *Proceedings of the 8th CAiSE/IFIP8 2003*, S. 1–11.
- Kerka, Friedrich; Kriegesmann, Bernd; Kley, Thomas (2007): Lernförderliche Unternehmenskulturen. Auf der Suche nach den tieferen Ursachen des Innovationserfolgs. 1. Aufl. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW, Verl. für Neue Wiss (INQA-Bericht, 29).
- Khurana, Anil; Rosenthal, Stephen (1998): Towards Holistic "Front Ends" in New Product Development. In: *J Prod Innov Manag* (15), S. 57–74.
- Kim, Jongbae; Wilemon, David (2002): Focusing the fuzzy front-end in new product development. In: *R&D Management* 32 (4), S. 269–279. DOI: 10.1111/1467-9310.00259.
- Kirzner, Israel (1997): Entrepreneurial Discovery and the Competitive Market Process: An Austrian Approach. In: *Journal of Economic Literature* 35, S. 60–85.
- Koch, Oliver (2010): Information Retrieval, Serviceorientierte Architekturen und Web Services: Grundlagen und Konzepte. In: Oliver Koch (Hg.): Kontextorientierte Informationsversorgung in medizinischen Behandlungsprozessen. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, S. 61–90.
- Koen, Peter; Ajamian, Greg; Boyce, Scott; Clamen, Allen; Fisher, Eden; Fountoulakis, Stavros et al. (2002): Fuzzy Front End: Effective Methods, Tools, and Techniques. In: Paul Belliveau (Hg.): The PDMA toolbox for new product development. New York, NY: Wiley, S. 5–35.
- Koen, Peter; Ajamian, Greg; Burkart, Robert; Clamen, Allen; Davidson, Jeffrey; D'Amore, Robb et al. (2001): Providing Clarity and A Common Language to the "Fuzzy Front End". In: *Research-Technology Management* 44 (2), S. 46–55. DOI: 10.1080/08956308.2001.11671418.
- Kohn, Stefan; Hüsig, Stefan (2007): Development of an empirical-based categorisation scheme for CAI software. In: *IJCAT* 30 (1/2), S. 33–46. DOI: 10.1504/IJCAT.2007.015695.
- Korell, Markus; Schloen, Tim (2012): Werkzeuge für die Technologieunterstützung - Softwaretechnische Unterstützung und Technologieentwicklungspotenzial. In: H.-J Bullinger (Hg.): Fokus Technologiemarkt. Technologiepotenziale identifizieren - Marktchancen realisieren. München: Hanser, S. 13–36.
- Krcmar, Helmut (2015): Informationsmanagement. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Kruse, Rudolf; Borgelt, Christian; Braune, Christian; Klawonn, Frank; Moewes, Christian; Steinbrecher, Matthias (2015): Computational Intelligence. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

- Landauer, Thomas; Dumais, Susan (1997): A solution to Plato's problem: The latent semantic analysis theory of acquisition, induction, and representation of knowledge. In: *Psychological Review* 104 (2), S. 211–240. DOI: 10.1037/0033-295X.104.2.211.
- Lemaire, Benoit; Denhière, Guy (2006): Effects of High-Order Co-occurrences on Word Semantic Similarity. In: *Current Psychology Letters* 18 (1-12).
- Lercher, Hans; Peritsch, Manfred; Rehklau, Andreas (2014): Radikale Innovationspotenziale mit dem Flughöhenmodell entdecken. In: Peter Granig, Erich Hartlieb und Hans Lercher (Hg.): *Innovationsstrategien. Von Produkten und Dienstleistungen zu Geschäftsmodellinnovationen*. Wiesbaden: Springer Gabler (SpringerLink), S. 71–92.
- March, Salvatore; Smith, Gerald (1995): Design and natural science research on information technology. In: *Decision Support Systems* 15, S. 251–266.
- Marquardt, Gernot (2003): *Kernkompetenzen als Basis der strategischen und organisationalen Unternehmensentwicklung*. Gabler edition Wissenschaft. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Mary George, Nerine; Parida, Vinit; Lahti, Tom; Wincent, Joakim (2016): A systematic literature review of entrepreneurial opportunity recognition: insights on influencing factors. In: *Int Entrep Manag J* 12 (2), S. 309–350. DOI: 10.1007/s11365-014-0347-y.
- Masseti, Brenda (1996): An Empirical Examination of the Value of Creativity Support Systems on Idea Generation. In: *MIS Quarterly* 20 (1), S. 83–97.
- Meehl, Paul (1986): What Social Scientists Don't Understand. In: D. W. Fiske und R. A. Shweder (Hg.): *Metatheory in Social Science*. Chicago: University of Chicago Press, S. 315–338.
- Mendes, Glauco; Oliveira, Maicon: Bibliometric analysis of the front-end of innovation. In: 2015 Portland International Conference 02.08.2015, S. 648–661.
- Meyer, Marc; Utterback, James (1995): Product development cycle time and commercial success. In: *IEEE Trans. Eng. Manage.* 42 (4), S. 297–304. DOI: 10.1109/17.482080.
- Moenaert, Rudy; Caeldris, Filip; Lievens, Annouk; Wauters, Elke (2000): Communication Flows in International Product Innovation Teams. In: *J Prod Innov Manag*, S. 360–377.
- Moenaert, Rudy; De Meyer, Arnould; Souder, William; Deschoolmeester, Dirk (1995): R&D/marketing communication during the fuzzy front-end. In: *IEEE Trans. Eng. Manage.* 42 (3), S. 243–258. DOI: 10.1109/17.403743.
- Montoya-Weiss, Mitzi; O'Driscoll, Tony (2000): From Experience: Applying Performance Support Technology in the Fuzzy Front End. In: *J Prod Innov Manag*, S. 143–161.
- Mootee, Idris (2011): Strategic innovation and the fuzzy front end. In: *IVEY Business Journal*. Online verfügbar unter <https://iveybusinessjournal.com/publication/strategic-innovation-and-the-fuzzy-front-end/>, zuletzt geprüft am 14.12.2021.
- Murphy, Steven; Kumar, Vinod (1997): The front end of new product development: a Canadian survey. In: *R&D Management*, S. 5–15.

- Nambisan, Satish; Lyytinen, Kalle; Majchrzak, Ann; Song, Michael (2017): Digital Innovation Management: Reinventing Innovation Management Research In A Digital World. In: *MIS Quarterly* 41 (1), S. 223–238.
- Niemann, Christoph (2013): Forschungsmethode. In: Christoph Niemann (Hg.): *Behandlungsplanung in der Notaufnahme von Krankenhäusern*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 7–20.
- Nissen, Volker (2007): *Ausgewählte Grundlagen der Fuzzy Set Theorie*. Ilmenau: Univ.-Bibliothek; Techn. Univ. Inst. für Wirtschaftsinformatik (Ilmenauer Beiträge zur Wirtschaftsinformatik, 2007,3). Online verfügbar unter https://www.db-thueringen.de/receive/dbt_mods_00008449, zuletzt geprüft am 14.12.2021.
- Nyffenegger, Felix (2006): *Informationstechnische Unterstützung der frühen Phasen der Produkt-Innovation*. ETH Zürich, Zürich. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.3929/ethz-a-005348615>, zuletzt geprüft am 02.07.2020.
- Österle, Hubert; Becker, Jörg; Frank, Ulrich; Hess, Thomas; Karagiannis, Dimitris; Krömer, Helmut et al. (2011): Memorandum on design-oriented information systems research. In: *European Journal of Information Systems* 20 (1), S. 7–10. DOI: 10.1057/ejis.2010.55.
- Pertusa-Ortega, Eva; Molina-Azorin, Jose; Claver-Cortes, Enrique (2009): Competitive Strategies and Firm Performance: a Comparative Analysis of Pure, Hybrid and "Stuck-in-the-middle" Strategies in Spanish Firms. In: *British Journal of Management* 20 (4), S. 508–523. DOI: 10.1111/j.1467-8551.2008.00597.x.
- Pfohl, Hans-Christian (2016): *Logistikmanagement*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Pfohl, Hans-Christian; Frunzke, Heiko; Köhler, Holger (2007): *Grundlagen für ein Innovationsmanagement in der Logistik*. Hg. v. Darmstadt Technical University, Department of Business Administration, Economics and Law, Institute for Business Studies (BWL). (Publications of Darmstadt Technical University, Institute for Business Studies (BWL) 31490).
- Pleschak, Franz; Sabisch, Helmut; Wupperfeld, Udo (1994): *Marketing und Vertrieb innovationsorientierter kleiner Unternehmen*. In: Franz Pleschak, Helmut Sabisch und Udo Wupperfeld (Hg.): *Innovationsorientierte kleine Unternehmen*. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 101–149.
- Porter, Martin (1980): An algorithm for suffix stripping. In: *Program* 14 (3), S. 130–137.
- Qi, Ruiyun; Tao, Gang; Jiang, Bin (2019): *Fuzzy System Identification and Adaptive Control*. Cham: Springer International Publishing.
- Rammer, Christian (2019): *Innovationen in der deutschen Wirtschaft. Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2018*. Hg. v. ZEW - Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH. Mannheim.
- Rammer, Christian; Köhler, Christian; Murmann, Martin; Pesau, Agnes; Schwiabacher Franz; Kinkel, Steffen et al. (2010): *Innovationen ohne Forschung und Entwicklung. Eine Untersuchung zu Unternehmen, die ohne eigene FuE-Tätigkeit neue Produkte und Prozesse einführen*. Hg. v. Zentrum

für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) und Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI). Mannheim und Karlsruhe (Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 15-2011).

Rangaswamy, Arvind; Lilien, Gary (1997): Software Tools for New Product Development. In: *Journal of Marketing Research*, S. 177–184.

Rapp, Reinhard (2003): Word sense discovery based on sense descriptor dissimilarity (Proceedings of the ninth machine translation summit).

Reid, Susan; de Brentani, Ulrike (2004): The Fuzzy Front End of New Product Development for Discontinuous Innovations: A Theoretical Model. In: *Journal of Product Innovation Management* 21 (3), S. 170–184. DOI: 10.1111/j.0737-6782.2004.00068.x.

Richter, Michael (1993): Classification and Learning of Similarity Measures. In: H. H. Bock, O. Opitz, M. Schader, Otto Opitz, Berthold Lausen und Rüdiger Klar (Hg.): *Information and Classification*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (Studies in Classification, Data Analysis and Knowledge Organization), S. 323–334.

Riege, Christian; Saat, Jan; Bucher, Tobias (2009): Systematisierung von Evaluationsmethoden in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: Jörg Becker, Helmut Krcmar und Björn Niehaves (Hg.): *Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik*. Heidelberg: Physica-Verlag HD, S. 69–86.

Riggert, Wolfgang (2019): Dokumentensuche – Information Retrieval. In: Wolfgang Riggert (Hg.): *ECM – Enterprise Content Management*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 99–112.

Rohweder, Jan; Kasten, Gerhard; Malzahn, Dirk; Piro, Andrea; Schmid, Joachim (2008): Informationsqualität - Definitionen, Dimensionen und Begriffe. In: Knut Hildebrand, Marcus Gebauer, Holger Hinrichs und Michael Mielke (Hg.): *Daten- und Informationsqualität. Auf dem Weg zur Information Excellence*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden (IT).

Sandmeier, Patricia; Jamali, Nadia; Kobe, Carmen; Enkel, Ellen; Gassmann, Oliver; Meier, Markus (2004): Towards a Structured and Integrative Front-End of Product Innovation. R&D Management Conference (RADMA) 2004, Lissabon.

Schmelzer, Herrmann; Sesselmann, Wolfgang (2013): *Geschäftsprozessmanagement in der Praxis. Kunden zufrieden stellen - Produktivität steigern - Wert erhöhen*. 8. Auflage. München: Carl Hanser Verlag.

Schnell, Rainer; Hill, Paul; Esser, Elke (2011): *Methoden der empirischen Sozialforschung*. 9., aktualisierte Aufl. München: Oldenbourg.

Schröder, Dierk; Buss, Martin (2017a): Einführung in die Fuzzy-Regelung. In: Dierk Schröder und Martin Buss (Hg.): *Intelligente Verfahren*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 841–892.

- Schröder, Dierk; Buss, Martin (Hg.) (2017b): *Intelligente Verfahren*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Schuderer, Peter (1996): *Prozeßorientierte Analyse und Rekonstruktion logistischer Systeme. Konzeption - Methoden - Werkzeuge*. Gabler Edition Wissenschaft. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag; Imprint.
- Schuh, Günther (Hg.) (2011): *Technologiemanagement*. 2., vollst. neu bearb. und erw. Auflage. Berlin: Springer (Handbuch Produktion und Management, 2).
- Schuh, Günther; Klappert, Sascha; Schubert, Johannes; Nollau, Sebastian (2011): *Grundlagen zum Technologiemanagement*. In: Günther Schuh (Hg.): *Technologiemanagement*. 2., vollst. neu bearb. und erw. Auflage. Berlin: Springer (Handbuch Produktion und Management, 2), S. 33–54.
- Schulte-Gehrmann, Anna-Lena; Klappert, Sascha; Schuh, Günter; Hoppe, Michael (2011): *Technologiestrategie*. In: Günther Schuh (Hg.): *Technologiemanagement*. 2., vollst. neu bearb. und erw. Auflage. Berlin: Springer (Handbuch Produktion und Management, 2), S. 55–88.
- Schumpeter, Joseph (1931): *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Eine Untersuchung über Untermehrgewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus*. 3. Aufl., unveränd. Abdr. der 2., Neubearb. Aufl. München: Duncker & Humblot.
- Schwickert, Axel; Fischer, Kim (1996): *Der Geschäftsprozess als formaler Prozess : Definition, Eigenschaften und Arten*. Hg. v. Fachbereich Wirtschaftswissenschaften Justus-Liebig-Universität Gießen (Arbeitspapiere WI, 4/1996).
- Shane, Scott (2000): *Prior Knowledge and the Discovery of Entrepreneurial Opportunities*. In: *Organization Science* 11 (4), S. 448–469. DOI: 10.1287/orsc.11.4.448.14602.
- Simon, Herbert (1979): *Models of Thought*: Yale University Press.
- Simon, Herbert (1996): *The sciences of the artificial*. 3rd ed. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Sinz, Elmar (2011): *Dienstorientierte IT-Systeme für hochflexible Geschäftsprozesse*. Bamberg: Univ. of Bamberg Press (Schriften aus der Fakultät Wirtschaftsinformatik und Angewandte Informatik der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, 9).
- Sirdeshmukh, Deepak; Singh, Jagdip; Sabol, Barry (2002): *Consumer Trust, Value, and Loyalty in Relational Exchanges*. In: *Journal of Marketing* 66, S. 15–37.
- Sohangir, Sahar; Wang, Dingding (2017): *Improved sqrt-cosine similarity measurement*. In: *J Big Data* 4 (1), S. 1–13. DOI: 10.1186/s40537-017-0083-6.
- Som, Oliver (2012): *Innovation without R&D. Heterogeneous Innovation Patterns of Non-R&D-Performing Firms in the German Manufacturing Industry*. Wiesbaden: Gabler.
- Som, Oliver; Kinkel, Steffen; Kimer, Eva; Buschak, Daniela; Frietsch, Rainer; Jäger, Angela et al.: *Zukunftspotenziale und Strategien nichtforschungsintensiver Industrien - Auswirkungen auf Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung*. Hg. v. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB).

- Spath, Dieter; Heubach, Daniel; Ardillo, Antonio (2010): Unterstützung des Innovationsmanagements durch IT-Systeme. Bedarf und Anwendungen in der Praxis. In: Josephine Hofmann (Hg.): IT-basiertes Innovationsmanagement. Open Evaluation, Crowdsourcing in Dienstleistungsunternehmen, Kundeninteraktion im Maschinen- und Anlagenbau, Plattformen für innerbetriebliches Innovationsmanagement, Kollaboratives Trendscouting, Innovationsnetzwerke in der Textilindustrie. Heidelberg: dpunkt-Verl. (HMD, 273), S. 6–20.
- Spielkamp, Alfred; Rammer, Christian (2006): Balanceakt Innovation: Erfolgsfaktoren im Innovationsmanagement kleiner und mittlerer Unternehmen. ZEW-Dokumentation, No. 06-04. Hg. v. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim. Mannheim. Online verfügbar unter <ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/docus/dokumentation0604.pdf>, zuletzt geprüft am 07.11.2019.
- statista (Hg.) (2019): Kleine und Mittlere Unternehmen (KMU) in Deutschland.
- Stölzle, Wolfgang; Hofmann, Erik; Oettmeier, Karin (2016): Logistikmarktstudie Schweiz (Band 2017). Logistik und Supply Chain Management im Zeitalter der Digitalisierung. 10. Auflage. Hg. v. GS1 Switzerland.
- Stölzle, Wolfgang; Lieb, Thomas (2012): Business Innovation in der Logistik. Chancen und Herausforderungen für Wissenschaft und Praxis. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint; Springer Gabler (Business Innovation Universität St. Gallen, Profildbereich Business Innovation).
- Stübner, Matthias (2012): Ein ressourcentheoretischer Ansatz zur strategischen Bewertung von Informationssystemen. Dissertation. Brandenburgisch Technische Universität, Cottbus.
- Stucki, Tobias; Spescha, Andrin; Arvanitis, Spyros; Wörter, Martin; Seliger, Florian (2017): Die Entwicklung der Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft 1997–2014: Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Wirtschaft (SECO). Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO), KOF - Konjunkturforschungsstelle (88).
- Styczynski, Zbigniew; Rudion, Krzysztof; Naumann, André (2017): Fuzzy-Logik. In: Zbigniew Styczynski, Krzysztof Rudion und André Naumann (Hg.): Einführung in Expertensysteme, Bd. 4. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 85–130.
- Thamhain, Hans (2003): Managing innovative R&D teams. In: *R&D Management*, S. 297–311.
- Thomke, Stefan; Fujimoto, Takahiro (2000): The Effect of "Front-Loading" Problem-Solving on Product Development Performance. In: *J Prod Innov Manag*, S. 128–142.
- Thorleuchter, Dirk; van den Poel, Dirk (2013): Weak signal identification with semantic web mining. In: *Expert Systems with Applications* 40 (12), S. 4978–4985. DOI: 10.1016/j.eswa.2013.03.002.
- Tremblay, Monica; Hevner, Alan; Berndt, Donald (2010): Focus Groups for Artifact Refinement and Evaluation in Design Research. In: *CAIS* 26, S. 600–618. DOI: 10.17705/1CAIS.02627.
- Turney, Peter; Pantel, Patrick (2010): From Frequency to Meaning: Vector Space Models of Semantics. In: *jair* 37, S. 141–188. DOI: 10.1613/jair.2934.

- van Aken, Joan (2004): Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field Tested and Grounded Technological Rules. In: *J Management Studies* 41:2, S. 219–246.
- van Burg, Elco; Podoynitsyna, Ksenia; Beck, Lien; Lommelen, Tinne (2012): Directive Deficiencies: How Resource Constraints Direct Opportunity Identification in SMEs. In: *J Prod Innov Manag* 29 (6), S. 1000–1011. DOI: 10.1111/j.1540-5885.2012.00976.x.
- van de Ven, Andrew (1986): Central Problems in the Management of Innovation. In: *Management Science* 32 (5), S. 590–607. DOI: 10.1287/mnsc.32.5.590.
- Venkataraman, Sankaran (1997): The Distinctive Domain Of Entrepreneurship Research. In: *Advances in entrepreneurship, firm emergence, and growth*. Bingley: Emerald, S. 119–138.
- Verganti, Roberto (1997): Leveraging on systemic learning to manage the early phases of product innovation projects. In: *R&D Management* 27 (4), S. 377–392.
- Verwom, Birgit; Herstatt, Comelius (1999): Approaches to the "Fuzzy Front End" of Innovation. Arbeitspapier Nr. 2.
- Verwom, Birgit; Herstatt, Comelius; Nagahira, Akio (2008): The fuzzy front end of Japanese new product development projects: impact on success and differences between incremental and radical projects. In: *R&D Management* 38 (1), S. 1–19.
- von Ahsen, Anette (2010): Bewertung von Innovationen im Mittelstand. Dordrecht: Springer.
- VTH Verband Technischer Handel (2021): Die Branche. Online verfügbar unter <https://www.vth-verband.de/technischer-handel/die-branche/>, zuletzt geprüft am 26.06.2021.
- Wagner, Stephan (2008): INNOVATION MANAGEMENT IN THE GERMAN TRANSPORTATION INDUSTRY. In: *Journal of Business Logistics* 29 (2), S. 215–231.
- Walsh, Steven; Kirchhoff, Bruce; Newbert, Scott (2002): Differentiating market strategies for disruptive technologies. In: *IEEE Trans. Eng. Manage.* 49 (4), S. 341–351. DOI: 10.1109/TEM.2002.806718.
- Wellensiek, Markus; Schuh, Günther; Hacker, Patrick; Saxler, Jörg (2011): Technologiefrüherkennung. In: Günther Schuh (Hg.): *Technologiemanagement*. 2., vollst. neu bearb. und erw. Auflage. Berlin: Springer (Handbuch Produktion und Management, 2), S. 89–169.
- Wilbur, W. John; Sirotkin, Karl (1992): The automatic identification of stop words. In: *Journal of Information Science* 18 (1), S. 45–55. DOI: 10.1177/016555159201800106.
- Wilde, Thomas; Hess, Thomas (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik. Eine empirische Untersuchung. In: *Wirtschaftsinformatik* 49 (4), S. 280–287.
- Wissenschaftliche Dienste - Deutscher Bundestag (Hg.) (2016): Zur Diskussion um die Verkürzung von Produktlebenszyklen. Dokumentation (WD 5 - 3000 - 053/16).
- Witte, Frank (2018): Metriken für das Testreporting. Analyse und Reporting für wirkungsvolles Testmanagement. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

- Wittig, Frank (2002): Maschinelles Lernen Bayes'scher Netze für benutzeradaptive Systeme. Dissertation. Universität des Saarlandes, Saarbrücken. Naturwissenschaftlich-Technischen Fakultät I.
- Worren, Nicolay; Moore, Karl; Elliott, Richard (2002): When theories become tools: Toward a framework for pragmatic validity. In: *Human Relations* 55, S. 1227–1250.
- Zahay, Debra; Griffin, Abbie; Fredericks, Elisa (2004): Sources, uses, and forms of data in the new product development process. In: *Industrial Marketing Management* 33 (7), S. 657–666. DOI: 10.1016/j.indmaman.2003.10.002.
- Zahay, Debra; Griffin, Abbie; Fredericks, Elisa (2011): Information Use in New Product Development: An Initial Exploratory Empirical Investigation in the Chemical Industry*. In: *Journal of Product Innovation Management* 28 (4), S. 485–502. DOI: 10.1111/j.1540-5885.2011.00821.x.
- Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) (Hg.) (2019): Kernindikatoren. Online verfügbar unter <https://www.zew.de/WS872>, zuletzt geprüft am 10.10.2019.

Eigene Veröffentlichung

- Groher, Wolfgang; Rademacher, Friedrich-Wilhelm; Csillaghy, Andre (2019): Leveraging AI-based Decision Support for Opportunity Analysis. In: *Technology Innovation Management Review* 9 (12), S. 29–35.

Studentische Arbeit

- Winter, Stephan (2018): Innovationsprozess für KMU. Bachelor-Thesis. Projektnummer 5690-W. Fachhochschule Nordwestschweiz, Institut für Business Engineering. Windisch.

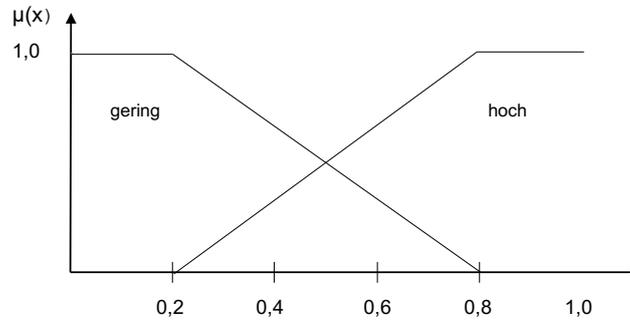
Anhang A**Abbildung der intervallskalierten Werte für *Marktreife* in eine Ordinalskala**

Intervallskala	→ Abbildung auf →	Ordinalskala
[0; 0,4]	→	vor Markteintritt
]0,4; 0,6[→	Markteintritt
[0,6; 1,0]	→	etabliertes Marktangebot

Anhang B

Definition der linguistischen Variablen

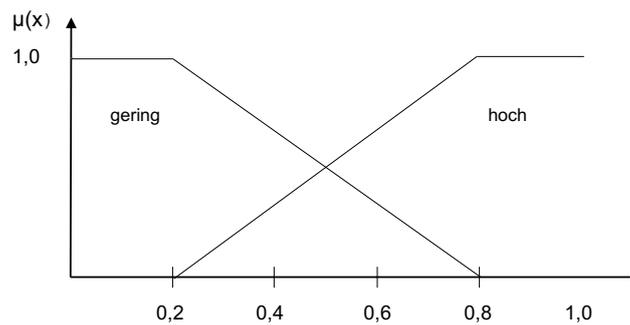
B.1 Basiskennzahlen



Relevanz der **Patente** mit Bezug zum Suchfeld (Cosinus-Ähnlichkeit):
 „Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Suchfeld – **Patente**“

I Linguistische Variable

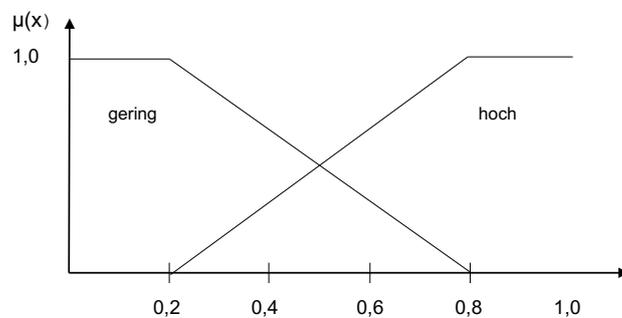
„Relevanz Patente mit Bezug zum Suchfeld“



Relevanz der **wissenschaftlichen Publikationen**
 mit Bezug zum Suchfeld (Cosinus-Ähnlichkeit):
 „Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Suchfeld – **wiss. Publikationen**“

II Linguistische Variable

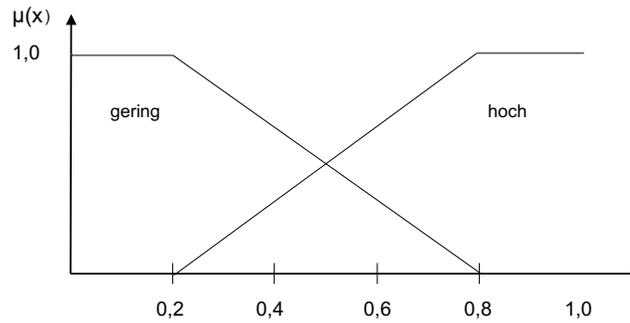
„Relevanz wissenschaftliche Publikationen mit Bezug zum Suchfeld“



Relevanz der **Messeneuheiten** mit Bezug zum Suchfeld (Cosinus-Ähnlichkeit):
 „Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Suchfeld – **Messeneuheiten**“

III Linguistische Variable

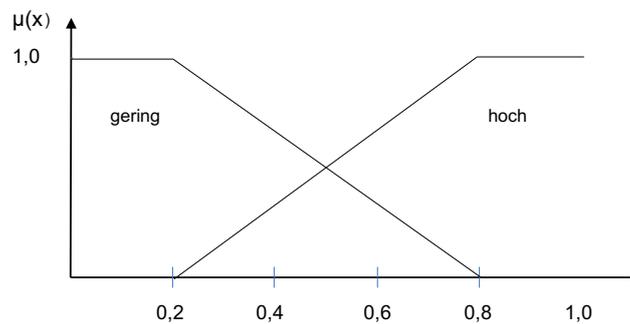
„Relevanz Messeneuheiten mit Bezug zum Suchfeld“



Relevanz der **Start-ups** mit Bezug zum Suchfeld (Cosinus-Ähnlichkeit):
 „Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Suchfeld – **Start-ups**“

IV Linguistische Variable

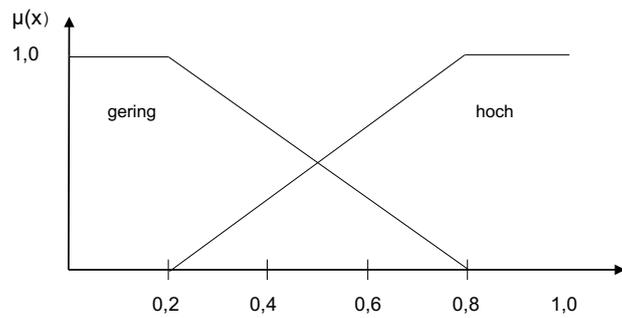
„Relevanz Start-ups mit Bezug zum Suchfeld“



Relevanz der **etablierten Produkte**
 mit Bezug zum Suchfeld (Cosinus-Ähnlichkeit):
 „Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Suchfeld – **etablierte Produkte**“

V Linguistische Variable

„Relevanz etablierte Produkte mit Bezug zum Suchfeld“



Relevanz der **etablierten Dienstleistungen**
 mit Bezug zum Suchfeld (Cosinus-Ähnlichkeit):
 „Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Suchfeld – **etablierte Dienstleistungen**“

VI Linguistische Variable

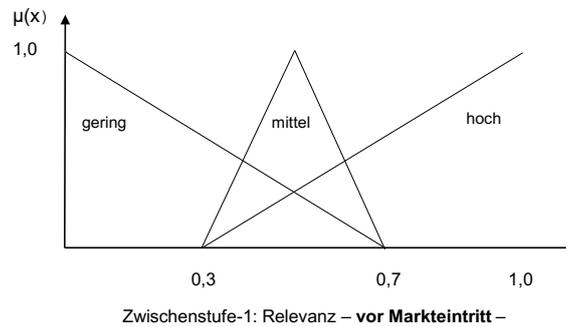
„Relevanz etablierte Dienstleistungen mit Bezug zum Suchfeld“

Einen analogen Verlauf zeigen die weiteren Basisvariablen:

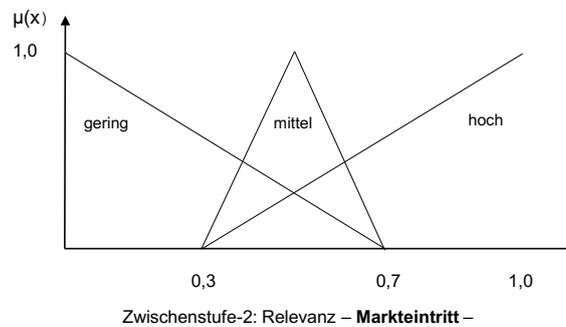
- Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Markttrends – **Patente**
- Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Markttrends – **wissenschaftliche Publikationen**
- Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Markttrends – **Messeneuheiten**
- Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Markttrends – **Start-ups**
- Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Markttrends – **etablierte Produkte**
- Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit Markttrends – **etablierte Dienstleistungen**

- Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit unternehmensspezifischen Kompetenzen – **Patente**
- Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit unternehmensspezifischen Kompetenzen – **wissenschaftliche Publikationen**
- Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit unternehmensspezifischen Kompetenzen – **Messeneuheiten**
- Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit unternehmensspezifischen Kompetenzen – **Start-ups**
- Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit unternehmensspezifischen Kompetenzen – **etablierte Produkte**
- Top N Mittelwert für Ähnlichkeit mit unternehmensspezifischen Kompetenzen – **etablierte Dienstleistungen**

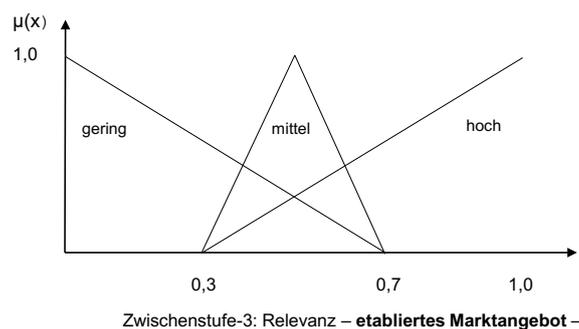
B.2 Variablen auf den Zwischenstufen („Zwischenkennzahlen“) (Ebene-1)



VII Linguistische Variable:
„Zwischenstufe-1 Relevanz – vor Markteintritt“
(Kennzahl: Marktreife)



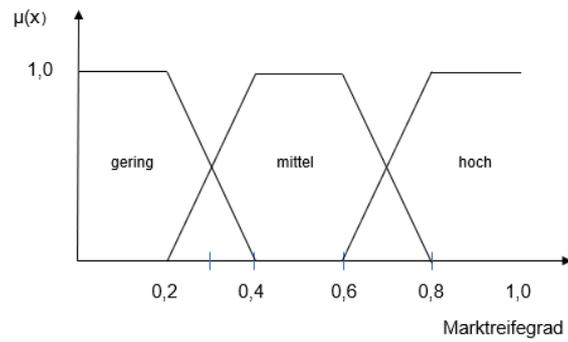
VIII Linguistische Variable:
„Zwischenstufe-2 Relevanz – Markteintritt“
(Kennzahl: Marktreife)



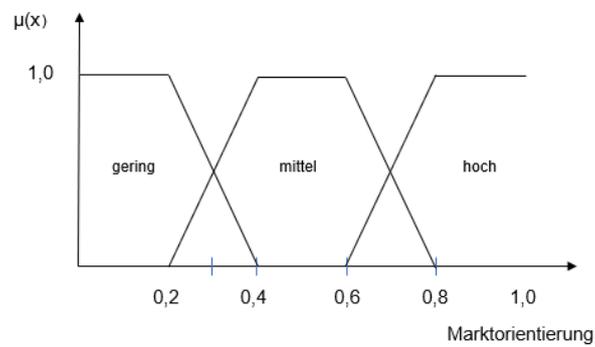
IX Linguistische Variable:
„Zwischenstufe-3 Relevanz – etabliertes Marktangebot“
(Kennzahl: Marktreife)

Einen analogen Verlauf zeigen die Variablen auf den Zwischenstufen (Ebene-1) für die Kennzahlen *Marktorientierung* und *Anschlussfähigkeit*. Deswegen sind diese hier nicht zusätzlich aufgeführt.

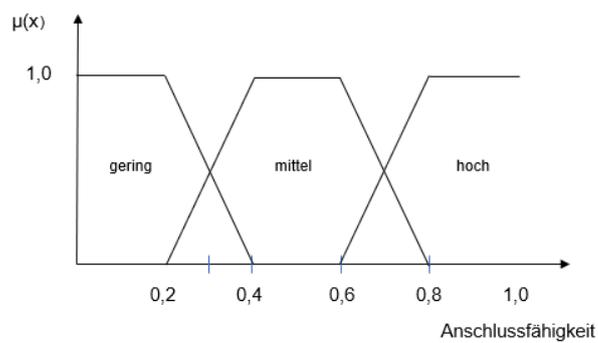
B.3 Aggregierte Ergebniskennzahlen (Stufe-2)



X Linguistische Variable „Marktreifegrad“



XI Linguistische Variable „Marktorientierung“



XII Linguistische Variable „Anschlussfähigkeit“

Anhang C

Verknüpfungsregeln für die linguistischen Variablen

Tabelle 16: Regelbasis zur Ermittlung der Zwischenstufen (Ebene-1) der linguistischen Variablen „Marktreifegrad“

Relevanz Patente	Relevanz wissenschaftlicher Publikationen	Zwischenkennzahl 1 Relevanz – vor Markteintritt –
gering	gering	gering
gering	hoch	mittel
hoch	gering	mittel
hoch	hoch	hoch
Relevanz Messeneuheiten	Relevanz Start-ups	Zwischenkennzahl 2 Relevanz – Markteintritt –
gering	gering	gering
gering	hoch	mittel
hoch	gering	mittel
hoch	hoch	hoch
Relevanz existierender Produkte	Relevanz existierender Dienstleistungen	Zwischenkennzahl 3 Relevanz – etabliertes Marktangebot –
gering	gering	gering
gering	hoch	mittel
hoch	gering	mittel
hoch	hoch	hoch

Die Regelbasis zur Ermittlung der Zwischenstufen (Ebene-1) der linguistischen Variablen „Marktorientierung“ und „Anschlussfähigkeit“ ist identisch und wird deswegen an dieser Stelle nicht aufgeführt.

Tabelle 17: Regelbasis zur Ermittlung der linguistischen Variablen „Marktreifegrad“ (Ebene-2)

Zwischenkennzahl 1 Relevanz – vor Markteintritt –	Zwischenkennzahl 2 Relevanz – Markteintritt –	Zwischenkennzahl 3 Relevanz – etabliertes Marktangebot –	ERGEBNIS MARKTREIFE
gering	gering	gering	gering
gering	gering	mittel	gering
gering	gering	hoch	hoch
gering	mittel	gering	gering
gering	mittel	mittel	mittel
gering	mittel	hoch	hoch
gering	hoch	gering	mittel
gering	hoch	mittel	mittel
gering	hoch	hoch	hoch
mittel	gering	gering	gering
mittel	gering	mittel	gering
mittel	gering	hoch	hoch
mittel	mittel	gering	mittel
mittel	mittel	mittel	mittel
mittel	mittel	hoch	hoch
mittel	hoch	gering	mittel
mittel	hoch	mittel	mittel
mittel	hoch	hoch	hoch
hoch	gering	gering	gering
hoch	gering	mittel	gering
hoch	gering	hoch	gering
hoch	mittel	gering	gering
hoch	mittel	mittel	mittel
hoch	mittel	hoch	mittel
hoch	hoch	gering	mittel
hoch	hoch	mittel	mittel
hoch	hoch	hoch	hoch

Tabelle 18: Regelbasis zur Ermittlung der linguistischen Variablen „Marktorientierung“ (Ebene-2)

Zwischenkennzahl 1 Relevanz – vor Markteintritt –	Zwischenkennzahl 2 Relevanz – Markteintritt –	Zwischenkennzahl 3 Relevanz – etabliertes Marktangebot –	ERGEBNIS MARKTORIENTIERUNG
gering	gering	gering	gering
gering	gering	mittel	gering
gering	gering	hoch	mittel
gering	mittel	gering	gering
gering	mittel	mittel	mittel
gering	mittel	hoch	mittel
gering	hoch	gering	mittel
gering	hoch	mittel	mittel
gering	hoch	hoch	hoch
mittel	gering	gering	gering
mittel	gering	mittel	mittel
mittel	gering	hoch	mittel
mittel	mittel	gering	mittel
mittel	mittel	mittel	mittel
mittel	mittel	hoch	hoch
mittel	hoch	gering	mittel
mittel	hoch	mittel	hoch
mittel	hoch	hoch	hoch
hoch	gering	gering	mittel
hoch	gering	mittel	mittel
hoch	gering	hoch	hoch
hoch	mittel	gering	mittel
hoch	mittel	mittel	mittel
hoch	mittel	hoch	hoch
hoch	hoch	gering	hoch
hoch	hoch	mittel	hoch
hoch	hoch	hoch	hoch

Tabelle 19: Regelbasis zur Ermittlung der linguistischen Variablen „Anschlussfähigkeit“ (Ebene-2)

Zwischenkennzahl 1 Relevanz – vor Markteintritt –	Zwischenkennzahl 2 Relevanz – Markteintritt –	Zwischenkennzahl 3 Relevanz – etabliertes Marktangebot –	ERGEBNIS ANSCHLUSSFÄHIGKEIT
gering	gering	gering	gering
gering	gering	mittel	gering
gering	gering	hoch	mittel
gering	mittel	gering	gering
gering	mittel	mittel	mittel
gering	mittel	hoch	mittel
gering	hoch	gering	mittel
gering	hoch	mittel	mittel
gering	hoch	hoch	hoch
mittel	gering	gering	gering
mittel	gering	mittel	mittel
mittel	gering	hoch	mittel
mittel	mittel	gering	mittel
mittel	mittel	mittel	mittel
mittel	mittel	hoch	hoch
mittel	hoch	gering	mittel
mittel	hoch	mittel	hoch
mittel	hoch	hoch	hoch
hoch	gering	gering	mittel
hoch	gering	mittel	mittel
hoch	gering	hoch	hoch
hoch	mittel	gering	mittel
hoch	mittel	mittel	mittel
hoch	mittel	hoch	hoch
hoch	hoch	gering	hoch
hoch	hoch	mittel	hoch
hoch	hoch	hoch	hoch

Anhang D

Suchfeldbeispiele (vor Aufbereitung für Tool-Eingabe)

Kanalreinigung:

Market-Pull	Suchfeld	Kanalreinigung
		Wie lässt sich bei Schläuchen für die Kanalreinigung eine längere Nutzungsdauer erreichen, ohne Abstriche bei dem Reinigungsergebnis (Sauberkeit) ?
	Funktionen - technisch	Kanal reinigen / säubern / spülen Abfluss reinigen / säubern / spülen Rinne reinigen / säubern / spülen
	Funktionen - marktseitig	Schmutz beseitigen / entfernen Fäkalien beseitigen / entfernen
	Attribute	lange Haltbarkeit grosse / hohe Widerstandsfähigkeit dauerhaft - beständig, verschleissarm, robust, flexibel, witterungsbeständig, reissfest; wartungsarm glatt, abriebfest, Kohlenwasserstoff-, ozon und- witterungsbeständig
	Anwendungsfall 1	Flexible Schläuche für leichte Handhabung
	Anwendungsfall 2	Verschleiss-Resistenz
	Kompetenzen	Hohe Lieferfähigkeit, schnelle Lieferung (24 hrs), Reparatur- und Ersatzteile, Schlauchtechnik Familienunternehmen, eigene Werkstatt, Konfektionierung, breites Spezialitätenlager
	Markt / Bedürfnisse	Ausfallzeiten minimieren Ausfallkosten minimieren

3D-Druck:

Technology-Push	Suchfeld	3D-Druck für Hydraulik-/ Pneumatik-Ersatzteile
		Wie können wir mit Einsatz von 3-D Druck Technologie die Response-Zeit unsere Händlerstützpunkte gezielt verkürzen und dabei die Anzahl der bevorrateten Artikel deutlich reduzieren ?
	Funktionen - technisch	Fertigartikel drucken, Fertigungs-/ Produktionsschritte reduzieren 3D-Fertigung, dreidimensional fertigen / produzieren Bestand reduzieren, Fertigartikelbestand reduzieren Variantenzahl managen
	Funktionen - marktseitig	Reaktionszeit / Lieferzeit verkürzen Wertschöpfungstiefe erhöhen / ausbauen / steigern
	Attribute	on demand, bedarfsbezogen, individuell, Losgrösse 1
	Anwendungsfall 1	Bestandsreduktion durch "Print-on-Demand"
	Anwendungsfall 2	Lieferzeitreduktion durch "Print-on-Demand"
	Anwendungsfall 3	ease to use / ease of use
	Anwendungsfall 4	Toleranzeinhaltung, hohe Präzision
	Kompetenzen	Hohe Lieferfähigkeit, schnelle Lieferung (24 hrs), Reparatur- und Ersatzteile, Schlauchtechnik Familienunternehmen, eigene Werkstatt, Konfektionierung, breites Spezialitätenlager
	Markt / Bedürfnisse	Ausfallzeiten minimieren Ausfallkosten minimieren