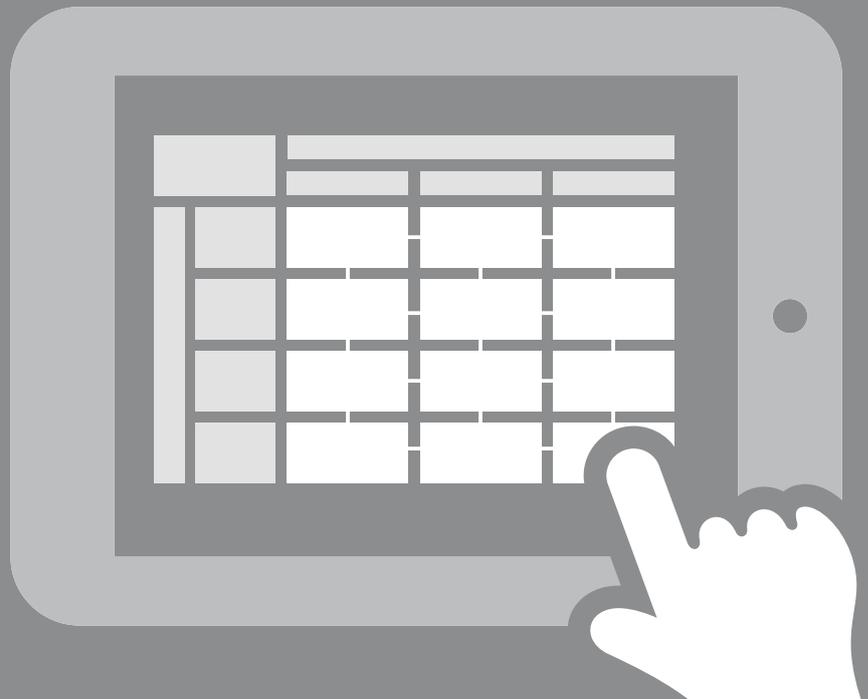


Jens Neuhüttler

# Ein Verfahren zum Testen der wahrgenommenen Qualität in der Entwicklung von Smart Services



# SCHRIFTENREIHE ZU ARBEITSWISSENSCHAFT UND TECHNOLOGIEMANAGEMENT

## **Herausgeber**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c. Dieter Spath

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. e. h. mult. Dr. h. c. mult. Hans-Jörg Bullinger

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT  
der Universität Stuttgart, Stuttgart

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart

## **Band 63**

### **Jens Neuhüttler**

Ein Verfahren zum Testen der wahrgenommenen Qualität in der Entwicklung von Smart  
Services

## *Impressum*

### *Kontaktadresse:*

*Institut für Arbeitswissenschaft  
und Technologiemanagement IAT  
der Universität Stuttgart und  
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft  
und Organisation IAO  
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart  
Telefon +49 711 970-01, Fax -2299  
[www.iat.uni-stuttgart.de](http://www.iat.uni-stuttgart.de)  
[www.iao.fraunhofer.de](http://www.iao.fraunhofer.de)*

*Schriftenreihe zu Arbeitswissenschaft  
und Technologiemanagement*

### *Herausgeber:*

*Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c. Dieter Spath  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. e. h. mult.  
Dr. h. c. mult. Hans-Jörg Bullinger*

*Institut für Arbeitswissenschaft  
und Technologiemanagement IAT  
der Universität Stuttgart und  
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft  
und Organisation IAO*

### *Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:*

*Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet  
diese Publikation in der Deutschen National-  
bibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind  
im Internet über [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.*

*ISSN 2195-3414*

*ISBN 978-3-8396-1823-3*

*D 93*

*Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss., 2022*

### *Druck und Weiterverarbeitung:*

*Fraunhofer Verlag, Mediendienstleistungen*

*Für den Druck des Buchs wurde chlor-  
und säurefreies Papier verwendet.*

*© Fraunhofer Verlag, 2022  
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart  
[verlag@fraunhofer.de](mailto:verlag@fraunhofer.de)  
[www.verlag.fraunhofer.de](http://www.verlag.fraunhofer.de)*

*als rechtlich nicht selbständige Einheit der*

*Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V.*

*Hansastraße 27 c  
80686 München  
[www.fraunhofer.de](http://www.fraunhofer.de)*

*Alle Rechte vorbehalten*

*Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile ur-  
heberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über  
die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hi-  
nausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Ver-  
lages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere  
für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfil-  
mungen sowie die Speicherung in elektronischen  
Systemen. Die Wiedergabe von Warenbezeichnun-  
gen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt  
nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen  
im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-  
Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und des-  
halb von jedermann benutzt werden dürften. Soweit  
in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze,  
Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI) Bezug  
genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann  
der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständig-  
keit oder Aktualität übernehmen.*

## Geleitwort

Grundlage der Arbeiten am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart und am kooperierenden Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO ist die Überzeugung, dass unternehmerischer Erfolg in Zeiten globalen Wettbewerbs vor allem bedeutet, neue technologische Potenziale nutzbringend einzusetzen. Deren erfolgreicher Einsatz wird vor allem durch die Fähigkeit bestimmt, kunden- und mitarbeiterorientiert Technologien schneller als die Mitbewerber zu entwickeln und anzuwenden. Dabei müssen gleichzeitig innovative und anthropozentrische Konzepte der Arbeitsorganisation zum Einsatz kommen. Die systematische Gestaltung wird also erst durch die Bündelung von Management- und Technologiekompetenz ermöglicht. Dabei wird durch eine ganzheitliche Betrachtung der Forschungs- und Entwicklungsthemen gewährleistet, dass wirtschaftlicher Erfolg, Interessen der Mitarbeitenden und gesellschaftliche Auswirkungen immer gleichwertig berücksichtigt werden.

Die im Rahmen der Forschungsarbeiten an den Instituten entstandenen Dissertationen werden in der »Schriftenreihe zu Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement« veröffentlicht. Die Schriftenreihe ersetzt die Reihe »IPA-IAO Forschung und Praxis«, herausgegeben von H. J. Warnecke, H.-J. Bullinger, E. Westkämper und D. Spath. In dieser Reihe sind in den vergangenen Jahren über 500 Dissertationen erschienen. Die Herausgeber wünschen den Autor\*innen, dass ihre Dissertationen aus den Bereichen Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement in der breiten Fachwelt als wichtige und maßgebliche Beiträge wahrgenommen werden und so den Wissensstand auf ein neues Niveau heben.



Dieter Spath



Hans-Jörg Bullinger



## **Vorwort**

Die vorliegende Dissertation entstand begleitend zu meiner Tätigkeit am Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h. c. Dieter Spath, ehemaliger Leiter des IAT der Universität Stuttgart und des Fraunhofer IAO sowie ehemaliger Präsident der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften, danke ich herzlich für die Annahme, die wertvollen Anregungen und die wohlwollende Förderung dieser Arbeit. Herrn Prof. Dr.-Ing. Thomas Maier, Leiter des Forschungs- und Lehrgebiets Technisches Design an der Universität Stuttgart, danke ich für die Übernahme des Mitberichts.

Mein besonderer Dank gilt Walter Ganz für seine fortwährende Unterstützung und die inhaltliche Begleitung der Dissertation. Herrn Dr.-Ing. Florian Herrmann danke ich für seine Fürsprache und Förderung am Institut. Bei meinen Kolleginnen und Kollegen bedanke ich mich für vielfältige Beiträge zum Gelingen

dieser Arbeit. Hervorzuheben sind Herr Dr.-Ing. Rainer Nägele und Frau Dr. Anne-Sophie Tombeil für den fachlichen Austausch und die motivierenden Worte sowie Lena Ahner, Janek Stahl, Martin Feldwieser und Nicole Gladilov für den moralischen Beistand und die vielen willkommenen Ablenkungen. Herrn Dr. Florian Urmetzer danke ich für den Forschungsaufenthalt an der Universität Cambridge, der mich maßgeblich zur Fertigstellung der Arbeit motiviert hat.

Besonders meiner Partnerin Nora, aber auch der Familie Bosl und meinen Freunden, danke ich herzlich für ihre Geduld, das Verständnis für die entgangene gemeinsame Zeit und das Mitfiebern während der Erstellung.

Der größte Dank gebührt meinen Eltern Ulrich und Katharina, die mir alle Voraussetzungen ermöglichten und auf deren Unterstützung ich mich jederzeit verlassen kann.

Stuttgart, im Mai 2022

Jens Neuhüttler



**Ein Verfahren zum Testen der wahrgenommenen Qualität in der  
Entwicklung von Smart Services**

An approach for testing perceived quality during the development  
of smart services

Von der Fakultät Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik  
der Universität Stuttgart  
zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)  
genehmigte Abhandlung

Vorgelegt von  
Jens Neuhüttler  
aus Stuttgart-Bad Cannstatt

Hauptberichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Dieter Spath (i. R.)

Mitberichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Maier

Tag der mündlichen Prüfung: 9. Februar 2022

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT  
der Universität Stuttgart

2022

# Inhalt

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>XII</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>XIV</b>
<b>Formelverzeichnis.....</b>	<b>XV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>XVI</b>
<b>Kurzzusammenfassung .....</b>	<b>XVII</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>XVIII</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation und Motivation.....	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit.....	3
1.3 Aufbau der Arbeit .....	4
<b>2 Stand der Technik .....</b>	<b>6</b>
2.1 Grundlagen von Smart Services.....	6
2.1.1 Begriffliche Grundlagen .....	6
2.1.2 Grundlagen der Wertschöpfung von Smart Services.....	11
2.1.3 Zwischenfazit zu Grundlagen von Smart Services .....	20
2.2 Entwicklung von Smart Services .....	20
2.2.1 Grundlagen des Service Engineerings.....	20
2.2.2 Ansätze des Smart-Service-Engineerings.....	26
2.2.3 Zwischenfazit zur Entwicklung von Smart Services .....	31
2.3 Testen im Kontext von Smart Services .....	32
2.3.1 Grundlagen des Testens .....	32
2.3.2 Testansätze in den verschiedenen Entwicklungsdisziplinen .....	34
2.3.3 Prototypen und Testlabore.....	40
2.3.4 Zwischenfazit zum Testen im Kontext von Smart Services.....	44
2.4 Qualitätsbewertung im Kontext von Smart Services .....	44
2.4.1 Grundlagen und Begrifflichkeiten.....	44
2.4.2 Bestehende Qualitätsansätze für Bestandteile von Smart Services .....	50
2.4.3 Qualitätsbewertung von Smart Services .....	58
2.4.4 Zwischenfazit zur Qualitätsbewertung im Kontext von Smart Services .....	60
2.5 Bewertung bestehender Test- und Qualitätsbewertungsansätze .....	60
2.5.1 Ableitung von Anforderungen zur Bewertung.....	60

2.5.2 Eignung für das Testen der Qualitätswahrnehmung von Smart Services.....	61
2.5.3 Zwischenfazit zur Eignung und Übertragbarkeit der Ansätze.....	64
<b>3 Lösungsansatz.....</b>	<b>66</b>
3.1 Ableitung der Lösungskomponenten.....	66
3.2 Aufgaben der Lösungskomponenten.....	67
3.2.1 Rahmenkonzept der Smart-Service-Qualität.....	67
3.2.2 Verfahren zum Testen von Smart-Service-Qualität.....	68
3.3 Anforderungen an den Lösungsansatz .....	69
<b>4 Rahmenkonzept zur Bewertung von Smart-Service-Qualität .....</b>	<b>71</b>
4.1 Entwicklung eines Rahmenkonzepts zur Qualitätsbewertung .....	71
4.1.1 Vorgehen bei der Entwicklung.....	71
4.1.2 Allgemeine Beschreibung des Rahmenkonzepts.....	73
4.1.3 Allgemeine Beschreibung der Smart-Service-Qualität .....	77
4.2 Konkretisierung der Qualität von Technik und Datenbasis .....	80
4.2.1 Potenzialqualität der Technik und Datenbasis (Feld 1) .....	80
4.2.2 Prozessqualität der Technik und Datenbasis (Feld 2).....	82
4.2.3 Ergebnisqualität der Technik und Datenbasis (Feld 3) .....	84
4.3 Konkretisierung der Qualität von digitalen Diensten .....	85
4.3.1 Potenzialqualität digitaler Dienste (Feld 4) .....	85
4.3.2 Prozessqualität digitaler Dienste (Feld 5).....	87
4.3.3 Ergebnisqualität digitaler Dienste (Feld 6) .....	90
4.4 Konkretisierung der Qualität von persönlichen Dienstleistungen.....	92
4.4.1 Potenzialqualität der persönlich erbrachten Dienstleistungen (Feld 7).....	92
4.4.2 Prozessqualität der persönlich erbrachten Dienstleistungen (Feld 8).....	94
4.4.3 Ergebnisqualität der persönlich erbrachten Dienstleistungen (Feld 9).....	95
4.5 Konkretisierung der Qualität der Leistungscoordination .....	97
4.5.1 Qualität der Potenzialkoordination (Feld 10) .....	97
4.5.2 Qualität der Prozesskoordination (Feld 11).....	99
4.5.3 Qualität der Ergebniskoordination (Feld 12) .....	100
<b>5 Verfahren zum Testen der wahrgenommenen Qualität von Smart Services.....</b>	<b>102</b>
5.1 Entwicklung des Verfahrens .....	102
5.1.1 Konzeption und Aufbau des Verfahrens.....	102
5.1.2 Überblick über Verfahrensphasen und -aktivitäten .....	104

5.2	Verfahrensphase 1: Planung und Steuerung .....	105
5.2.1	Ziele der ersten Verfahrensphase .....	105
5.2.2	Aktivitäten und Techniken der Planung und Steuerung .....	105
5.2.3	Ergebnisse der ersten Verfahrensphase .....	109
5.3	Verfahrensphase 2: Analyse .....	109
5.3.1	Ziele der zweiten Verfahrensphase .....	109
5.3.2	Aktivitäten und Techniken der Analyse .....	110
5.3.3	Ergebnisse der zweiten Verfahrensphase .....	116
5.4	Verfahrensphase 3: Entwurf .....	116
5.4.1	Ziele der dritten Verfahrensphase .....	116
5.4.2	Aktivitäten und Techniken des Testentwurfs .....	116
5.4.3	Ergebnisse der dritten Verfahrensphase .....	124
5.5	Verfahrensphase 4: Durchführung .....	124
5.5.1	Ziele der vierten Verfahrensphase .....	124
5.5.2	Aktivitäten und Techniken der Durchführung .....	125
5.5.3	Ergebnisse der vierten Verfahrensphase .....	129
5.6	Verfahrensphase 5: Abschluss .....	130
5.6.1	Ziele der fünften Verfahrensphase .....	130
5.6.2	Aktivitäten und Techniken des Abschlusses .....	130
5.6.3	Ergebnisse der fünften Verfahrensphase .....	133
<b>6</b>	<b>Anwendung des Verfahrens .....</b>	<b>134</b>
6.1	Anwendung des Verfahrens an einem Flughafen .....	134
6.1.1	Der Flughafen als Dienstleistungssystem .....	134
6.1.2	Anwendungsfall „Smarte Fluggastprognose“ .....	135
6.1.3	Anwendungsfall „Biometrische Customer Journey“ .....	139
6.2	Anwendung im Projekt „Smart Health Net“ .....	143
6.2.1	Ausgangssituation und Zielstellung .....	143
6.2.2	Kurzbeschreibung der Anwendung .....	144
<b>7</b>	<b>Evaluation und Diskussion .....</b>	<b>145</b>
7.1	Anwendungsbezogene Evaluation .....	145
7.1.1	Erfüllung der inhaltlichen Anforderungen .....	145
7.1.2	Verfahrensbezogene Anforderungen .....	147
7.1.3	Zusammenfassende Bewertung der Anwendung .....	148

7.2	Diskussion des wissenschaftlichen Beitrags .....	150
7.2.1	Verständnis und Bewertung von Smart-Service-Qualität.....	150
7.2.2	Beitrag zur Forschungsdisziplin Smart-Service-Engineering .....	151
7.3	Ausblick.....	152
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>154</b>
<b>9</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>156</b>
<b>10</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>189</b>
10.1	Überblick zu Smart-Service-Definitionen.....	189
10.2	Überblick zu bestehenden Qualitätsmodellen .....	191
10.2.1	Qualitätsmodelle für persönliche Dienstleistungen.....	191
10.2.2	Qualitätsmodelle für digitale Dienste .....	193
10.2.3	Qualitätsmodelle für Technik und Datenbasis .....	195
10.3	Expertengespräche .....	196
10.4	Evaluation des Verfahrens aus der praktischen Anwendung .....	197
10.4.1	Erstellung des Leitfadens .....	197
10.4.2	Bewertung des Flughafenbetreibers .....	198
10.4.3	Bewertung des Betreibers der Versorgungsplattform .....	200

# Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1-1:</b> Aufbau der Dissertation.....	5
<b>Abbildung 2-1:</b> Ebenen-Modell von Smart Services und Einordnung der Begrifflichkeiten.....	11
<b>Abbildung 2-2:</b> Stufenmodell zum Beitrag der Datenanalyse .....	14
<b>Abbildung 2-3:</b> Aktivitätsbasierte Typologie von Smart Services.....	16
<b>Abbildung 2-4:</b> Plattformbasierte Wertschöpfung in Smart-Service-Ökosystemen .....	19
<b>Abbildung 2-5:</b> Rahmenkonzept des Service Engineerings .....	21
<b>Abbildung 2-6:</b> Typen von Vorgehensmodellen im Service Engineering.....	23
<b>Abbildung 2-7:</b> Referenzmodell des Smart-Service-Engineerings am Fraunhofer IAO .....	26
<b>Abbildung 2-8:</b> Umsetzung des Referenzmodells als agilen Entwicklungsprozess .....	28
<b>Abbildung 2-9:</b> Aachener Modell des Smart-Service-Engineerings.....	29
<b>Abbildung 2-10:</b> Referenzprozess zur Entwicklung digitaler Dienstleistungssysteme .....	30
<b>Abbildung 2-11:</b> Bestandteile und Aufgaben des Testens in der Entwicklung.....	33
<b>Abbildung 2-12:</b> Generisches Vorgehensmodell zum Testen von Dienstleistungen.....	35
<b>Abbildung 2-13:</b> Fundamentaler Testprozess des ISTQB .....	37
<b>Abbildung 2-14:</b> Vereinfachte Darstellung des Kano-Modells .....	47
<b>Abbildung 2-15:</b> Systematisierung von Ansätzen zur Bewertung der Dienstleistungsqualität .....	48
<b>Abbildung 2-16:</b> Zusammenhang zwischen GAP-Modell und SERVQUAL-Bewertungsansatz .....	52
<b>Abbildung 2-17:</b> Konzeptuelles Modell der Qualität von digitalen Diensten.....	55
<b>Abbildung 3-1:</b> Ableitung der Lösungskomponenten aus dem ZHO-Modell.....	66
<b>Abbildung 4-1:</b> Vorgehen bei der Entwicklung des Rahmenkonzepts .....	72
<b>Abbildung 4-2:</b> Konzeption des Rahmenkonzepts zur Bewertung von Smart-Service-Qualität.....	74
<b>Abbildung 4-3:</b> Generische Bewertungsgegenstände im Rahmenkonzept.....	76
<b>Abbildung 4-4:</b> Operationalisierung der Teilqualitäten für die Bewertung.....	79
<b>Abbildung 5-1:</b> Überblick über Einordnung und Konzeption des Testverfahrens.....	103
<b>Abbildung 5-2:</b> Übersicht über das Verfahren zum Testen der Smart-Service-Qualität .....	104
<b>Abbildung 5-3:</b> Beispielhafte Konkretisierung der Testobjekte .....	107
<b>Abbildung 5-4:</b> Priorisierung und Charakterisierung relevanter Anspruchsgruppen.....	111
<b>Abbildung 5-5:</b> Paarweiser Vergleich zur Gewichtung von Einflussfaktoren .....	113
<b>Abbildung 5-6:</b> Vorgehen zur Identifikation geeigneter Prozessabschnitte für den Test .....	115
<b>Abbildung 5-7:</b> Zusammenhang zwischen wesentlichen Bestandteilen und Testarten.....	121

<b>Abbildung 5-8:</b> Beispielhafte Operationalisierung der Bewertungskriterien von Feld 12.....	123
<b>Abbildung 5-9:</b> Grundprinzip der Triangulation und potenzielle Ergebnisse .....	131
<b>Abbildung 6-1:</b> Dienstleistungssystem eines Flughafens .....	134
<b>Abbildung 6-2:</b> Vorgehen bei der Auswahl relevanter Qualitätsmerkmale im Anwendungsfall ...	137
<b>Abbildung 6-3:</b> Operationalisierung des Qualitätsmerkmals „Kontrolle“ aus Feld 5 .....	138
<b>Abbildung 6-4:</b> 3D-Visualisierung der biometrischen Customer Journey .....	141
<b>Abbildung 6-5:</b> Vorgehen und Ablauf der Testdurchführung im Anwendungsfall .....	142

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 2-1:</b> Bewertung bestehender Ansätze des Testens und der Qualitätsbewertung.....	63
<b>Tabelle 3-1:</b> Anforderungsbasis zur Entwicklung des Lösungsansatzes .....	70
<b>Tabelle 4-1:</b> Konkretisierung der Potenzialqualität von Technik und Datenbasis .....	81
<b>Tabelle 4-2:</b> Konkretisierung der Prozessqualität von Technik und Datenbasis.....	83
<b>Tabelle 4-3:</b> Konkretisierung der Ergebnisqualität von Technik und Datenbasis .....	85
<b>Tabelle 4-4:</b> Konkretisierung der Potenzialqualität von digitalen Diensten .....	86
<b>Tabelle 4-5:</b> Konkretisierung der Prozessqualität von digitalen Diensten.....	89
<b>Tabelle 4-6:</b> Konkretisierung der Ergebnisqualität von digitalen Diensten .....	91
<b>Tabelle 4-7:</b> Konkretisierung der Potenzialqualität von persönlichen Dienstleistungen .....	93
<b>Tabelle 4-8:</b> Konkretisierung der Prozessqualität von persönlichen Dienstleistungen .....	94
<b>Tabelle 4-9:</b> Konkretisierung der Ergebnisqualität von persönlichen Dienstleistungen .....	96
<b>Tabelle 4-10:</b> Konkretisierung der Qualität der Potenzialkoordination .....	98
<b>Tabelle 4-11:</b> Konkretisierung der Qualität der Prozesskoordination .....	99
<b>Tabelle 4-12:</b> Konkretisierung der integrierten Qualitätswahrnehmung des Smart Service .....	100

## Formelverzeichnis

<b>Formel 5-1:</b> Berechnung einer Kennzahl für Einflussfaktoren der Qualitätswahrnehmung .....	127
<b>Formel 5-2:</b> Berechnung der Kennzahl für Qualitätsmerkmale.....	128
<b>Formel 5-3:</b> Berechnung der Teilqualität für ein Bewertungsfeld.....	128

# Abkürzungsverzeichnis

<b>Abb.</b>	Abbildung
<b>bspw.</b>	beispielsweise
<b>bzw.</b>	beziehungsweise
<b>CRM-System</b>	Customer-Relationship-Management-System
<b>DIKW-Hierarchie</b>	Data, Information, Knowledge and Wisdom-Hierarchie
<b>DIN</b>	Deutsches Institut für Normung e.V.
<b>engl.</b>	englisch
<b>ERP-System</b>	Enterprise-Resource-Planning-System
<b>et al.</b>	et alii / aliae / alia
<b>etc.</b>	et cetera
<b>f.</b>	folgende Seite
<b>ff.</b>	fortfolgende Seiten
<b>FMEA</b>	Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse
<b>ggfs.</b>	gegebenenfalls
<b>IA</b>	Inhaltliche Anforderung
<b>i. A. d.</b>	in Abhängigkeit der bzw. in Abhängigkeit des
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers
<b>IHIP</b>	Intangibility – Heterogeneity – Inseparability – Perishability
<b>i. R.</b>	im Ruhestand
<b>ISTQB</b>	International Software Testing Qualifications Board
<b>KI</b>	Künstliche Intelligenz
<b>MES</b>	Manufacturing-Execution-System
<b>MVS</b>	Minimum-Viable-Service
<b>Nr.</b>	Nummer
<b>S.</b>	Seite
<b>s. o.</b>	siehe oben
<b>sog.</b>	sogenannt / sogenannte / sogenannten
<b>S<sup>2</sup>QUAT</b>	Smart-Service-Quality-Testing
<b>ServLab</b>	Service-Labor des Fraunhofer IAO
<b>TAM</b>	Technology-Acceptance-Model
<b>UTAUT</b>	Unified Theory of Acceptance and Use of Technology
<b>VA</b>	Verfahrensbezogene Anforderung
<b>vgl.</b>	vergleiche
<b>z. B.</b>	zum Beispiel
<b>ZHO</b>	Zielsystem – Handlungssystem – Objektsystem
<b>%</b>	Prozent
<b>&amp;</b>	und
<b>ℕ</b>	Menge aller natürliche Zahlen

## Kurzzusammenfassung

Die fortschreitende Verbreitung digitaler Technologien verändert den Charakter von Dienstleistungsangeboten in nahezu allen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bereichen grundlegend. Unternehmen können auf Basis von Daten, die mit Hilfe von Sensorik in vernetzten physischen Objekten gesammelt und auf digitalen Plattformen verarbeitet werden, digitale Dienste und persönliche Dienstleistungen bedarfsgerecht zu sogenannten „Smart Services“ kombinieren. Diese datenbasierte, individuelle Konfiguration der Leistungsangebote und ihre Anpassung an den situativen Kontext von Nutzenden eröffnet einerseits neue Potenziale für kundenseitige Mehrwerte. Andererseits ermöglichen Smart Services durch den Einsatz von Verfahren der künstlichen Intelligenz eine zunehmend automatisierte Individualisierung und beinhalten daher auch Potenziale für anbieterseitige Effizienzsteigerungen.

Das Ausschöpfen der Potenziale von Smart Services stellt Unternehmen jedoch auch vor Herausforderungen. Denn der Einsatz von Sensorik in sensiblen Bereichen, der erhöhte Grad an Automatisierung und schwer nachvollziehbare Algorithmen bergen auch kundenseitige Risiken, welche sich negativ auf die Wahrnehmung und Akzeptanz von Smart Services auswirken und so ihren Markterfolg beeinträchtigen können. Entsprechend kommt dem Sicherstellen einer hohen wahrgenommenen Qualität bei der Entwicklung von Smart Services eine zentrale Bedeutung zu. Bisher existieren in der wissenschaftlichen Literatur jedoch weder Ansätze für ein Verständnis der Smart-Service-Qualität noch geeignete Methoden, um dieses Verständnis in Form von Gestaltungswissen in der Entwicklung systematisch zu nutzen.

Um diese Forschungslücke zu schließen und Unternehmen bei der Entwicklung von qualitativ hochwertigen Smart Services zu unterstützen, wird in der vorliegenden Arbeit ein Verfahren für einen Test der wahrgenommenen Qualität entwickelt. Mit dem Verfahren sollen Unternehmen befähigt werden, bereits während der Entwicklung von Smart Services eine Bewertung der Qualitätswahrnehmung mit unterschiedlichen Anspruchsgruppen durchzuführen und so Fehlentwicklungen vorzubeugen.

Das entwickelte Verfahren umfasst zwei zentrale Lösungskomponenten. Zunächst wird ein Rahmenkonzept zur Bewertung der Smart-Service-Qualität entwickelt. Das Rahmenkonzept integriert und strukturiert bekannte Qualitätsmerkmale aus bestehenden Ansätzen und passt diese auf Besonderheiten von Smart Services an. Darüber hinaus werden in der Arbeit neue, spezifische Qualitätsmerkmale identifiziert, detailliert beschrieben und für die Bewertung operationalisiert. Mit dem Rahmenkonzept wird somit ein ganzheitliches Verständnis für die Qualitätswahrnehmung von Smart Services geschaffen und die Grundlage für eine strukturierte Bewertung gelegt. Die zweite Lösungskomponente stellt ein Verfahren dar, welches die Durchführung eines systematischen Tests von Smart Services unter Einbindung potenzieller Kunden und Nutzer ermöglicht. Anhand von fünf Verfahrensphasen wird beschrieben, wie das Rahmenkonzept zur Absicherung einer hohen wahrgenommenen Qualität systematisch eingesetzt werden kann. Die Phasen werden anhand von Zielen, Aktivitäten und Techniken sowie der zu erreichenden Ergebnisse dargelegt. Zur Unterstützung der Durchführung werden zudem entsprechende Methoden und Werkzeuge vorgestellt.

Abschließend wird die Praxistauglichkeit des entwickelten Testverfahrens durch die Anwendung der beiden Lösungskomponenten in drei Entwicklungsprojekten in Kooperation mit Unternehmen nachgewiesen. Damit stellt das Verfahren eine wertvolle Unterstützung für Unternehmen bei der Umsetzung eines systematischen und qualitätszentrierten Smart-Service-Engineerings dar.

## Abstract

The increasing prevalence of digital technologies is fundamentally changing the nature of service offerings in almost all economic and social sectors. Based on data collected by sensors in networked physical objects and processed on digital platforms, companies can combine digital and personal services into so-called "smart services". On the one hand, this data-based, individual configuration of service offerings and their adaptation to the situational context of users unlocks new potentials for added value for customers. On the other hand, smart services enable increasingly automated individualisation by using artificial intelligence technologies and therefore also contain potentials for efficiency increases on the provider side.

Leveraging the potential of smart services, however, presents companies with challenges. This is because the use of sensor technology in sensitive areas, the increased degree of automation and algorithms that are difficult to comprehend also harbour risks on the customer side, which can have a negative impact on the perception and acceptance of smart services and thus impair their market success. Accordingly, ensuring a high level of perceived quality is of central importance in the development of smart services. So far, neither approaches to understanding smart service quality nor suitable methods to systematically address quality perceptions during the development process exist in scientific literature.

To close this research gap and to support companies in the development of high-quality smart services, an approach for testing perceived quality of smart services is developed in this thesis. The approach is intended to enable companies to carry out a quality assessment with various stakeholders while developing smart services and thus prevent undesirable outcomes.

The developed approach comprises two central components. Firstly, a framework for the assessment of smart service quality is developed. The framework integrates and structures known quality features from existing approaches and adapts them to specific features of smart services. Moreover, new, distinctive quality features are identified, which are described in detail and operationalised for the assessment. The framework thus creates a holistic understanding of quality perceptions of smart services and lays the foundation for an assessment. The second component represents a process model that enables the implementation of a systematic test of smart services with the involvement of potential customers and users. Five procedural phases describe how to ensure high quality perceptions using the mentioned quality framework systematically. The phases are presented in terms of objectives, activities and techniques, as well as the results to be achieved. Appropriate methods and tools are also outlined to support implementation.

Concluding, the practical suitability of the developed test procedure is demonstrated by applying both solution components in three development projects in cooperation with companies. Thus, the approach represents a valuable support for companies in the implementation of systematic and quality-centred smart service engineering.

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation und Motivation

Die Relevanz der fortschreitenden Digitalisierung als zentraler Wachstums- und Innovationstreiber für Dienstleistungen ist sowohl in der Wissenschaft als auch in der Unternehmenspraxis unbestritten (vgl. Spath et al. 2011, S. 163f.; Matzner et al. 2018, S. 3ff.; Ostrom et al. 2021, S. 329). Besonders ausgeprägt ist das Potenzial von digitalen Technologien für die Entwicklung und Erbringung von sogenannten „Smart Services“. Darunter werden datenbasierte, individuell konfigurierbare Leistungsbündel aus digitalen Diensten und persönlich erbrachten Dienstleistungen verstanden, welche auf dem Einsatz intelligenter Technik basieren und über digitale Plattformen organisiert werden (vgl. Bullinger et al. 2017a, S. 99).

Die Grundlage von Smart Services stellt das Internet der Dinge dar, unter dem die Ausstattung von physischen Objekten mit Sensorik, Mikroprozessoren und Kommunikationsmodulen sowie ihre Anbindung an das Internet verstanden wird (vgl. Allmendinger/Lombreglia 2005, S. 132). Die mittels der Sensorik gesammelten Daten werden auf digitalen Plattformen ausgewertet und je nach Anwendung mit weiteren Daten kombiniert, um umfangreiche Erkenntnisse über den Zustand, die Nutzung oder das anwendungsspezifische Umfeld des vernetzten physischen Objekts zu erlangen. Basierend auf den Informationen können sowohl bestehende digitale Dienste und persönlich erbrachte Dienstleistungen besser an den situativen Bedarf in einem bestimmten Anwendungskontext angepasst als auch neue Mehrwertdienstleistungen entwickelt werden (vgl. Spath/Dangelmaier 2016, S. 6). Neben dem Internet der Dinge nehmen auch Technologien der Künstlichen Intelligenz (KI) eine wesentliche Rolle für das Angebot von Smart Services ein (vgl. Wahlster 2017, S. 13). So werden beispielsweise maschinelle Lernverfahren dazu verwendet, die für eine individuelle Leistungskonfiguration benötigten Informationen aus einer großen Menge an entstandenen Daten eigenständig zu extrahieren. Darüber hinaus unterstützen KI-Verfahren neue Interaktionsformen und eine zunehmend automatisierte Erbringung von Smart Services, etwa durch physische oder digitale Roboter (vgl. Wirtz et al. 2018). Die dadurch ermöglichte Abschwächung des vorherrschenden Spannungsfeldes zwischen Individualisierung und Automatisierung für die Erbringung von Dienstleistungen stellt ein zentrales Merkmal von Smart Services dar (vgl. Korper et al. 2020, S. 169).

Durch das Angebot von Smart Services können zum einen Hersteller von vernetzten physischen Objekten den Nutzwert ihrer Leistungen für Kunden und Nutzer steigern. Der zunehmende Automatisierungsgrad und eine zielgerichtetere Ressourcenallokation tragen darüber hinaus zur Realisierung von Effizienzpotenzialen bei. Zum anderen können auch weitere Akteure die gesammelten Sensordaten für das Angebot von Smart Services nutzen, deren Wertversprechen nicht auf die vernetzten physischen Objekte gerichtet sind, sondern einen eigenständigen Mehrwert für Kunden und Nutzer darstellen. Smart Services beinhalten daher für nahezu alle gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bedarfsfelder große Potenziale (vgl. Ganz 2020, S. 15).

Trotz der kunden- und anbieterseitigen Möglichkeiten zeigt eine aktuelle Studie, dass über 50 Prozent der neu entwickelten Smart Services im ersten Jahr nach ihrer Markteinführung scheitern (vgl. Leitning/Rix 2020, S. 17). Ein wesentlicher Grund für die fehlende Marktakzeptanz wird darin gesehen, dass Unternehmen bislang nicht über ausreichende Kenntnisse verfügen, wie Smart Services von potenziellen Kunden wahrgenommen werden und welche konkreten Bedürfnisse und Anforderungen bei der Gestaltung mehrwertstiftender Lösungen zu berücksichtigen sind (vgl. Klein

et al. 2018, S. 853; Goncalves et al. 2020, S. 723). Diese Kenntnisse sind für die Gestaltung qualitativ hochwertiger Smart Services jedoch zentral, da den Potenzialen aufgrund der umfassenden Datennutzung auch kundenseitig wahrgenommene Risiken gegenüberstehen, welche sich negativ auf den wahrgenommenen Mehrwert auswirken. Zu diesen Unabwägbarkeiten zählen zum Beispiel ein mangelnder Schutz sensibler Daten, ein Verlust der Privatsphäre oder die wahrgenommene Gefahr von Überwachung (vgl. z. B. Wunderlich et al. 2015, S. 443; Mani/Chouk 2018, S. 1473). Darüber hinaus können die zunehmende Automatisierung und der damit verbundene Verlust persönlicher Beziehungen oder der Einsatz von komplexen Algorithmen kundenseitige Unsicherheiten bestärken.

Die Frage, wie Smart Services gestaltet sein müssen, damit ihr wahrgenommener Wert die befürchteten Risiken übersteigt, stellt viele Unternehmen vor Herausforderungen. Die wissenschaftliche Literatur formuliert in diesem Zusammenhang den Forschungsbedarf, ein einheitliches Verständnis für die Qualitätswahrnehmung von Smart Services zu schaffen und geeignete Ansätze für ihre Bewertung durch Anspruchsgruppen zu ermöglichen (vgl. Maglio/Lim 2016, S. 16; Beverungen et al. 2019b, S. 16; Leimeister 2020, S. 386). Obwohl für die einzelnen Bestandteile von Smart Services, wie z. B. für digitale Dienste oder persönliche Dienstleistungen, bereits etablierte Qualitätskonzepte vorliegen, ist bislang nur wenig darüber bekannt, wie ihre datenbasierte Konfiguration und der zunehmende Einsatz von digitalen Technologien die Qualitätswahrnehmung beeinflussen. Hier gilt es zu untersuchen, wie sich z. B. der Einsatz von Sensorik oder künstlicher Intelligenz auf bestehende Qualitätsansätze auswirkt und welche neuen Qualitätsmerkmale für die Bewertung heranzuziehen sind (vgl. Bock et al. 2020, S. 319). Darüber hinaus werden in der wissenschaftlichen Literatur geeignete methodische Ansätze gefordert, die es Unternehmen ermöglichen, diese neuen Qualitätsaspekte in die Entwicklung von Smart Services miteinzubeziehen (vgl. Böhmann et al. 2020, S. 14).

Neben den gestaltungsbezogenen Herausforderungen stellt der Mangel an geeigneten Methoden und Werkzeugen zur systematischen Entwicklung von Smart Services eine weitere Herausforderung für Unternehmen dar (vgl. Spath et al. 2014a, S. 32; Han/Park 2019, S. 362; Marx et al. 2020, S. 1076f.). Bewährte Methoden des Service Engineerings adressieren weder alle relevanten Leistungsbestandteile noch berücksichtigen sie die zentralen Charakteristika von Smart Services und sind daher für eine ganzheitliche Entwicklung nur bedingt geeignet. Entsprechend besteht ein Bedarf nach neuen, integrativen Methoden, welche eine die Entwicklungsdisziplinen übergreifende Betrachtung ermöglichen und Unternehmen bei der Entwicklung von qualitativ hochwertigen Smart Services unterstützen.

In Bezug auf die beschriebenen Unsicherheiten über die kundenseitige Qualitätswahrnehmung und die fehlende Marktakzeptanz von Smart Services wird der Entwicklungsaktivität des Testens eine entscheidende Rolle zugesprochen. Durch das frühzeitige Testen mit Anspruchsgruppen kann ein Abgleich des Entwicklungsstandes mit den Bedürfnissen und Anforderungen der Kunden stattfinden und Fehlentwicklungen sowie einem daraus resultierenden Scheitern am Markt vorgebeugt werden. Ein weiterer Forschungsbedarf besteht daher in der Entwicklung von ganzheitlichen Ansätzen zum Testen von Dienstleistungen und insbesondere von Smart Services (vgl. Spath et al. 2014b, S. 164; Burger/Schulz 2014, S. 58).

## 1.2 Zielsetzung der Arbeit

Ausgehend von den skizzierten Herausforderungen liegt ein Bedarf vor, Unternehmen bei der Sicherstellung einer hohen wahrgenommenen Qualität in der Entwicklung von Smart Services zu unterstützen und die Wahrscheinlichkeit einer fehlenden Marktakzeptanz zu reduzieren. Das daraus abgeleitete, übergeordnete Forschungsziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein **Verfahren zum Testen der wahrgenommenen Qualität in der Entwicklung von Smart Services** zu entwickeln. Das Verfahren soll Anwender dazu befähigen, bereits während der Entwicklung eine Bewertung der Qualitätswahrnehmung mit Anspruchsgruppen vorzunehmen. Dadurch lassen sich zum einen gestaltungsbezogene Unsicherheiten reduzieren. Zum anderen tragen eine frühzeitige Identifikation von potenziellen Fehlentwicklungen und das Ableiten entsprechender Gegenmaßnahmen zu einer zielgerichteten und effizienten Entwicklung bei. Auf diese Weise hilft das Verfahren den Unternehmen, die skizzierten Effektivitäts- und Effizienzpotenziale von Smart Services auszuschöpfen. Eine hohe wahrgenommenen Qualität ermöglicht darüber hinaus eine Differenzierung von Wettbewerbern und trägt zum Erzielen entsprechender Marktergebnisse bei.

Das Erreichen des übergeordneten Forschungszieles wird in der vorliegenden Arbeit durch vier **inhaltliche Teilziele** operationalisiert:

1. Das erste Teilziel besteht darin, ein ganzheitliches Verständnis der Qualitätswahrnehmung von Smart Services zu schaffen. Den Ausgangspunkt bilden die bereits bekannten Qualitätsmodelle der einzelnen Leistungsbestandteile. Darauf aufbauend wird in der Arbeit untersucht, welche neuen Qualitätsaspekte durch die spezifischen Merkmale von Smart Services an Relevanz gewinnen und zusätzlich zu berücksichtigen sind.
2. Die identifizierten Qualitätsaspekte sollen als zweites Teilziel für die praktische Anwendung operationalisiert werden, um als Bewertungsgrundlage im Rahmen eines systematischen Tests von Smart Services zu dienen.
3. Das dritte Teilziel adressiert die Gestaltung eines systematischen Vorgehens zur Durchführung des Tests. Für die Förderung einer ergebnisorientierten Anwendung werden konkrete Ziele, Aktivitäten und Ergebnisse beschrieben und geeignete Methoden und Werkzeuge zur Umsetzung bereitgestellt.
4. Um dem Fokus der Arbeit auf das Testen der wahrgenommenen Qualität gerecht zu werden, gilt es als viertes Teilziel, die identifizierten und operationalisierten Qualitätsaspekte bei der Gestaltung des Testverfahrens zu berücksichtigen und die beiden Forschungsgegenstände miteinander zu verbinden.

Damit das Verfahren eine möglichst breite Wirkung erzielen kann, sollte es unabhängig von Branchen, Anbietern oder bestimmten Typen von Smart Services anwendbar sein. Dazu gilt es, die einzelnen Leistungsbestandteile des Verfahrens generisch zu beschreiben und ihre flexible Anpassung auf einen konkreten Anwendungsfall durch eine Darstellung der hierfür notwendigen Aktivitäten zu fördern. Ein hohes Maß an Flexibilität begünstigt zudem eine wiederkehrende Anwendung des Verfahrens bei der Entwicklung von Smart Services und damit die beschriebene Zielstellung, Unternehmen zu unterstützen.

Den methodischen Rahmen für die vorliegende Forschungsarbeit bildet das Smart-Service-Engineering, welches als neue Forschungsdisziplin auf den Prinzipien und Grundlagen des Service Engineerings aufbaut und dessen Inhalte und Konzepte auf die Besonderheiten von Smart Service anpasst bzw. neugestaltet. Das zu entwickelnde Verfahren ist daher als Aktivität einer

umfassenderen Entwicklungssystematik zu verstehen und sollte entsprechende Schnittstellen zu bestehenden Konzepten und Ansätzen aus der systematischen Entwicklung von Smart Services aufweisen.

### 1.3 Aufbau der Arbeit

Zur Entwicklung und Evaluation des Verfahrens zum Testen der Qualitätswahrnehmung gliedert sich die vorliegende Arbeit in insgesamt acht inhaltliche Kapitel. Im vorliegenden **Kapitel 1** wurden mit der Beschreibung der Problemstellung und der daraus abgeleiteten Zielsetzung bereits erste Grundlagen gelegt.

In **Kapitel 2** wird der Stand der Technik dargestellt. Dazu werden zunächst Smart Services als Gegenstandsbereich dieser Arbeit charakterisiert, in dem zentrale Begrifflichkeiten abgegrenzt sowie Chancen und Herausforderungen von Smart Services erläutert werden. Ausgehend von den Zielen, Prinzipien und Grenzen des traditionellen Service Engineerings werden anschließend die ersten Ansätze einer neuen Entwicklungsdisziplin des Smart-Service-Engineerings näher betrachtet. Darauf aufbauend fokussiert das nachfolgende Teilkapitel das Testen als zentrale Entwicklungsaktivität und stellt vorliegende Ansätze aus angrenzenden Entwicklungsdisziplinen übersichtlich vor. Im Anschluss werden wesentliche Grundlagen der wahrgenommenen Qualität als Entwicklungsziel aufgearbeitet und Ansätze zu deren Bewertung aus verschiedenen Fachdisziplinen dargestellt und eingeordnet. Das Kapitel schließt mit der Ableitung inhaltlicher Anforderungen und der Bewertung der betrachteten Ansätze im Hinblick auf ihre Eignung für ein Verfahren zum Testen von Smart-Service-Qualität. Durch die Bewertung der bestehenden Ansätze werden Defizite und der sich daraus ergebende Handlungsbedarf herausgearbeitet.

Das **Kapitel 3** adressiert, aufbauend auf den Erkenntnissen aus dem Stand der Technik und Praxis, die Konzeption des Lösungsansatzes. Hierfür werden zwei Lösungskomponenten, welche zur Erreichung der definierten Zielstellung benötigt werden, abgeleitet und ihre Aufgaben sowie ihr Verhältnis zueinander beschrieben. Mit dem Aufstellen von ergänzenden Anforderungen an die Verfahrensentwicklung schließt das Kapitel.

Die Entwicklung und detaillierte Darstellung der ersten Lösungskomponente – dem Rahmenkonzept der Smart-Service-Qualität – werden in **Kapitel 4** beschrieben. Aufbauend auf einer strukturierten Literaturanalyse und 18 qualitativen Experteninterviews wird ein Rahmenkonzept entwickelt, in das zunächst bekannte Qualitätsmerkmale aus bestehenden Ansätzen integriert werden. Darüber hinaus werden neue Qualitätsmerkmale definiert und beschrieben, welche die spezifischen Besonderheiten von Smart Services adressieren. Bekannte und neue Qualitätsmerkmale werden entlang einer einheitlichen Struktur für die Bewertung operationalisiert und vorgestellt.

In **Kapitel 5** wird mit dem Testverfahren die zweite Lösungskomponente entwickelt und beschrieben. Das Verfahren umfasst zum einen fünf aufeinanderfolgende Testphasen, welche durch Ziele, durchzuführende Aktivitäten und Ergebnisse beschrieben sind. Zum anderen werden entsprechende Methoden und Werkzeuge dargestellt, welche zur Durchführung der Aktivitäten anzuwenden sind.

**Kapitel 6** legt die praktische Anwendung der beiden entwickelten Lösungskomponenten in der Entwicklung von Smart Services dar. Anhand von drei Anwendungsfällen, welche mit dem Betreiber eines internationalen Flughafens und dem Betreiber einer digitalen Plattform zur Versorgung von

Schlaganfallpatienten durchgeführt wurden, werden die konkrete Umsetzung und der Nutzen des Verfahrens verdeutlicht.

In **Kapitel 7** erfolgt zunächst die Evaluation und Diskussion des entwickelten Verfahrens. Dazu wird der Erfüllungsgrad der inhaltlichen und verfahrensspezifischen Anforderungen durch die Praxispartner bewertet und theoriebasiert erläutert. Darüber hinaus erfolgt eine Diskussion des Beitrags der Arbeit zur Erweiterung des Standes von Forschung und Praxis. Abschließend wird ein Ausblick auf weitere Handlungsfelder und Anknüpfungspunkte für zukünftige Forschungsarbeiten gegeben.

Die Arbeit schließt mit **Kapitel 8**, einer zusammenfassenden Beschreibung aller erarbeiteten Inhalte. Abbildung 1-1 verdeutlicht den Aufbau der vorliegenden Forschungsarbeit.

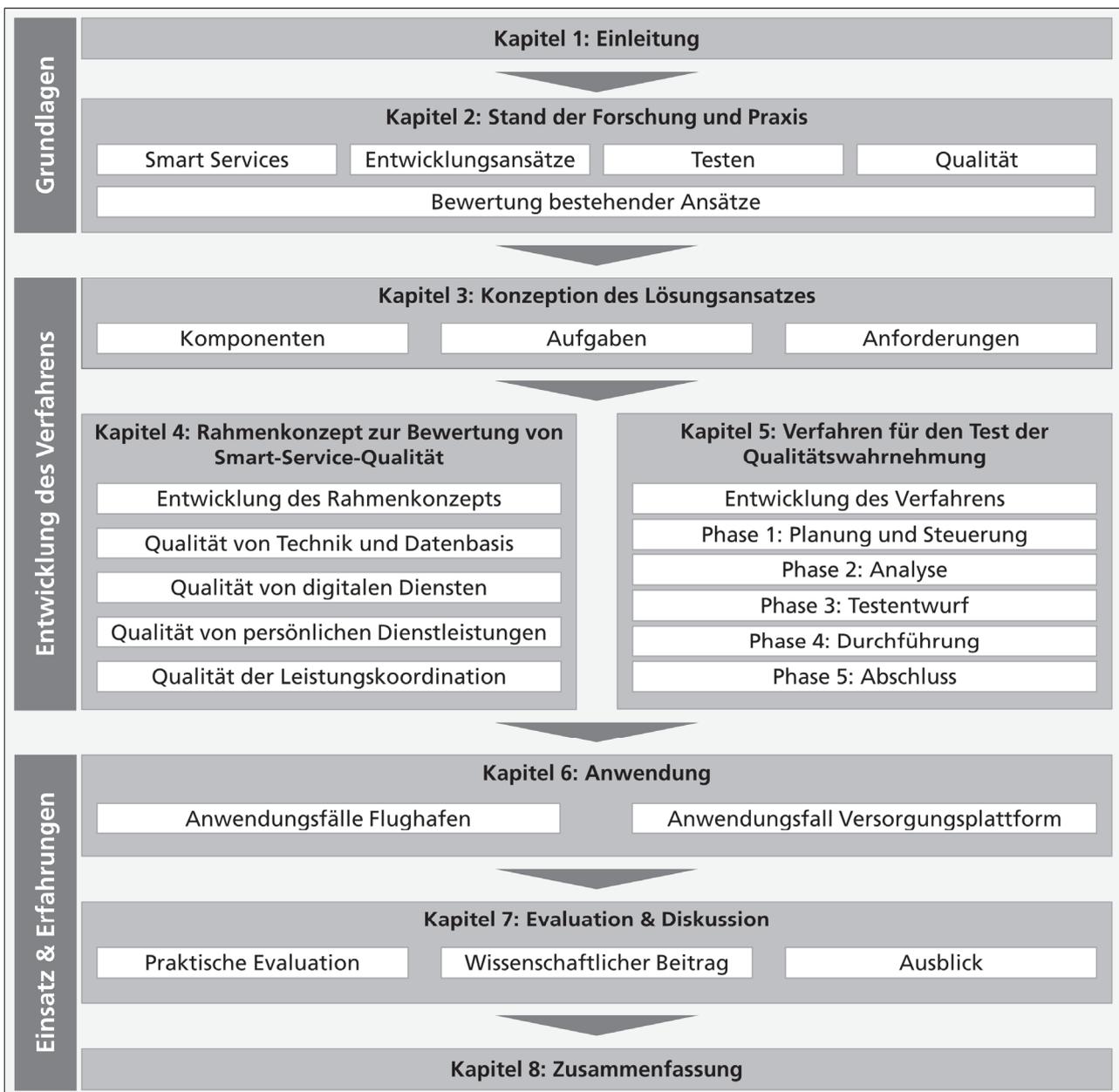


Abbildung 1-1: Aufbau der Dissertation

## 2 Stand der Technik

### 2.1 Grundlagen von Smart Services

Bei der Entwicklung von Smart Services handelt es sich um eine noch sehr junge Forschungsdisziplin. Da sich in der Wissenschaft bisher kein einheitliches Verständnis für das Konzept Smart Services durchsetzen konnte, werden im Kapitel 2.1 zunächst begriffliche Grundlagen gelegt und anschließend relevante Merkmale und Charakteristika von Smart Services herausgearbeitet.

#### 2.1.1 Begriffliche Grundlagen

Bei Smart Services handelt es sich um eine neue Form von Absatzobjekten, welche durch eine datenbasierte Kombination von herkömmlichen Absatzobjekten, wie z. B. Sachgütern und Dienstleistungen, gekennzeichnet ist. Im nachfolgenden Abschnitt werden daher zunächst herkömmliche Absatzobjekte als Grundlage für Smart Services kurz vorgestellt und voneinander abgegrenzt. Darauf aufbauend erfolgen eine Betrachtung ihrer digitalen Erweiterung zu Smart Services und eine Abgrenzung zu angrenzenden Konzepten.

##### 2.1.1.1 Definition und Abgrenzung herkömmlicher Absatzobjekte

In einem ersten Schritt lassen sich zunächst Sachgüter und Dienstleistungen unterscheiden. Obwohl bis heute keine allgemein anerkannte Definition von Dienstleistungen existiert, kann eine Abgrenzung anhand von zwei Merkmalen vorgenommen werden (vgl. Haller/Wissing 2020, S. 9). Das erste Merkmal beschreibt das Verhältnis von materiellen zu immateriellen Bestandteilen des Leistungsergebnisses (vgl. Engelhardt et al. 1993, S. 404f). Beim zweiten Merkmal handelt es sich um die Interaktivität, also das Maß, in dem ein externer Faktor in die Leistungserstellung einbezogen werden muss. Externe Faktoren können beispielsweise Kunden oder Nutzer, ihre Objekte oder relevante Informationen über sie darstellen. Die Ausprägungen der beiden Differenzierungsmerkmale erfolgt entlang eines Kontinuums; es handelt sich also streng genommen nie um reine Formen von Sach- oder Dienstleistungen, sondern immer um unterschiedlich abgestufte Leistungsbündel (vgl. Kleinaltenkamp 2001, S. 38). Anhand der Merkmale lassen sich Sachgüter als Absatzobjekte definieren, deren Ergebnisbestandteile überwiegend materiell sind und welche überwiegend autonom, also ohne Integration externer Faktoren, erbracht werden können (vgl. Spath/Demuß 2006, S. 473). Die Absatzobjekte werden Kunden in Form von fertig produzierten, physisch greifbaren Objekten angeboten und lassen sich daher vor dem Kauf hinsichtlich verschiedener Merkmale begutachten (vgl. Scheer et al. 2006, S. 22). Oftmals werden die so definierten Sachgüter synonym als Produkte bezeichnet, wobei diese in weiter gefassten Definitionsansätzen des Produktbegriffs auch Dienstleistungen umfassen können (vgl. z. B. Brockhoff 2007, S. 21). In den nachfolgenden Kapiteln wird daher neutral von physischen Objekten gesprochen, sofern eine eindeutige Differenzierung für das Verständnis notwendig ist.

Im Gegensatz zu physischen Objekten lassen sich Dienstleistungen als Absatzobjekte mit überwiegend immateriellen Ergebnisanteilen beschreiben, welche unter Einbezug von einem oder mehreren externen Faktoren erbracht werden. Die interaktive Erzeugung von Werten zwischen Anbieter und Nutzern wird auch als „*Value-Co-Creation*“ bezeichnet und stellt eines der zentralen Konzepte von dienstleistungsorientierter Wertschöpfung dar (vgl. Vargo/Lusch 2006, S. 44). Darüber hinaus spielen bei Dienstleistungen auch physische Objekte in Form von sogenannten

Potenzialfaktoren eine Rolle. Als Beispiele dafür seien das physische Erbringungsumfeld (engl. „Servicescape“) oder die technische Ausstattung von Mitarbeitenden genannt (vgl. Shostack 1982, S. 53). Zur inhaltlichen Begriffsbestimmung wird in der Literatur daher häufig das Leistungspotenzial als drittes Merkmal angeführt, welches die Fähigkeit und die Bereitschaft zur Erbringung der Dienstleistung beschreibt (vgl. Hilke 1989, S. 15). Entlang der Merkmale lassen sich Dienstleistungen als selbstständige, marktfähige Leistungen definieren, die

- mit der Bereitstellung und dem Einsatz von Leistungspotenzialen verbunden sind (**Potenzialorientierung**),
- interne und externe Faktoren während des Erstellungsprozesses miteinander kombinieren (**Prozessorientierung**) und
- auf die externen Faktoren nutzenstiftend einwirken (**Ergebnisorientierung**) (vgl. Meffert et al. 2018, S. 15).

Die Unterscheidung einer Potenzial-, Prozess- und Ergebnisdimension spielt in der vorliegenden Arbeit sowohl bei der Entwicklung von Dienstleistungen als auch bei der Qualitätsbewertung eine zentrale Rolle (vgl. Bullinger et al. 2006, S. 57f.; Donabedian 1980, S. 85ff.). Darüber hinaus lassen sich vier zentrale Eigenschaften von Dienstleistungen in Bezug auf die Qualitätswahrnehmung ableiten, welche im sogenannten IHIP-Modell zusammengefasst werden (vgl. Zeithaml et al. 1985, S. 35). Aufgrund ihrer Immaterialität (engl. „Intangibility“) sind lediglich einzelne Bestandteile von Dienstleistungen greif- oder sichtbar, welche von Kunden bei der Qualitätsbewertung besonders berücksichtigt werden. Der notwendige Einbezug von externen Faktoren führt einerseits zu Schwankungen der Leistungsergebnisse (engl. „Heterogeneity“) und gleichzeitig zu einer Untrennbarkeit von Erstellung und Konsum der Leistung (engl. „Inseparability“). Daraus folgt auch die Nichtlagerbarkeit von Dienstleistungen (engl. „Perishability“), wodurch keine Qualitätskontrolle vor ihrem Absatz möglich ist. Synonym zu Dienstleistungen wird oftmals der Begriff Service verwendet, der in der angloamerikanischen Literatur sowohl von Personen als auch von Informationssystemen erbrachte Dienstleistungen umfasst (vgl. z. B. Haller/Wissing 2020, S. 15). In der vorliegenden Arbeit werden daher an relevanten Stellen die Begriffe persönliche Dienstleistung und digitaler Dienst für die unterschiedlichen Leistungsbestandteile eines Smart Services verwendet.

Neben der Abgrenzung von Sachgütern und Dienstleistungen lassen sich auch physische und digitale Absatzobjekte voneinander unterscheiden (vgl. Frank et al. 2018, S. 306). Digitale Absatzobjekte stellen immaterielle Mittel zur Bedürfnisbefriedigung dar, welche aus Binärdaten bestehen und sich mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien entwickeln und anbieten lassen (vgl. Clement et al. 2019, S. 34). Auch bei digitalen Absatzobjekten können Objekte und Dienste über das konstitutive Merkmal einer integrativen Leistungserstellung unterschieden werden. Als digitale Objekte lassen sich digitale Repräsentationen eines physischen Objekts oder Software-Features, welche von Kunden gespeichert und anschließend genutzt werden, verstehen (vgl. Lentjes/Dangelmaier 2013, S. 94). Die Erstellung der digitalen Objekte erfolgt dabei ohne echte Interaktion mit Nutzenden. Digitale Dienste erfordern dagegen eine interaktive Leistungserstellung im Sinne der „Value-Co-Creation“, welche über informationstechnische Schnittstellen realisiert wird (Williams et al. 2008, S. 506). Unter digitalen Diensten werden also selbstständige, marktfähige Absatzobjekte verstanden, die durch Bereitstellung einer digitalen Leistungsfähigkeit (Potenzialorientierung) und durch die Integration eines externen Faktors, wie z. B. Daten oder Softwaremodule, über digitale Schnittstellen (Prozessorientierung) zu nutzenstiftenden Wirkungen am externen Faktor führen (Ergebnisorientierung) (vgl. Bruhn 2002, S. 6). Diese Begriffsdefinition

zeigt, dass persönliche Dienstleistungen und digitale Dienste einen ähnlichen Charakter aufweisen. Allerdings kann die Interaktion zwischen Anbieter und Nachfrager bei digitalen Diensten unabhängig von Zeit und Ort erfolgen, wodurch eine hohe Skalierbarkeit ermöglicht wird. Digitale Dienste erforderten dazu in der Vergangenheit eine hochgradig standardisierte Kommunikation, welche im Vergleich zu persönlichen Dienstleistungen die Berücksichtigung individueller Bedürfnisse begrenzte. Durch Weiterentwicklungen der Informations- und Kommunikationstechnologien und insbesondere von Verfahren künstlichen Intelligenz wird dieser Sachverhalt jedoch zunehmend aufgelöst und teilweise sogar umgedreht (vgl. Kollmann 2019, S. 48f.).

Die vorangehenden Abschnitte verdeutlichen, dass eine trennscharfe Abgrenzung der Absatzobjekte eher einer theoriestützenden Ableitung von Besonderheiten dient. Die in der Praxis beobachtbaren Absatzobjekte stellen dagegen oftmals Leistungsbündel dar. Werden physische Objekte und Dienstleistungen systematisch kombiniert, wird von hybriden Leistungsbündeln (vgl. Backhaus et al. 2010, S. 3), hybriden Produkten (vgl. Spath/Demuß 2006, S. 472) oder von Produkt-Service-Systemen (vgl. Baines et al. 2007, S. 1545) gesprochen. Ziel der Kombination ist es, kundenindividuelle Problemlösungen zu schaffen und damit den Gesamtwert des Leistungsbündels über den separaten Wert einzelner Leistungsbestandteile hinaus zu erhöhen (vgl. Spath et al. 2012, S. 75). Das Geschäftsmodell eines Anbieters von Produkt-Service-Systemen verschiebt sich dabei schrittweise vom Verkauf von Produkten zur Erbringung von Lösungen oder gar zur Erzielung von Ergebnissen (vgl. Tukker 2004, S. 248). Diese Entwicklung lässt sich allgemein auch als „Servitization“ bezeichnen, da der Charakter der Leistungserbringung zunehmend die Merkmale einer Dienstleistung aufweist (vgl. Vandermerwe/Rada 1988, S. 315). Für Unternehmen ergeben sich aus der Bündelung jedoch auch Herausforderungen, da Dienstleistungen von Kunden oftmals als verkaufsfördernde Maßnahme der physischen Kernleistung verstanden werden, für die keine eigenständige Zahlungsbereitschaft vorliegt (vgl. Spath/Demuß 2006, S. 464; Winkler et al. 2020, S. 36). Um mit den ergänzenden Dienstleistungen einen zusätzlichen Umsatz erwirtschaften zu können, gilt es zum einen, deren eigenständigen Mehrwert für den Kunden wahrnehmbar zu gestalten (vgl. Buschak et al. 2014, S. 93). Zum anderen kann eine separate Bepreisung der materiellen und immateriellen Bestandteile die Positionierung von Dienstleistungen als eigenständiges Absatzobjekt fördern und damit eine (höhere) Zahlungsbereitschaft hervorrufen (vgl. Fließ/Lexutt 2016, S. 62).

Wie bei Produkt-Service-Systemen stellt die Kombination verschiedener Leistungsbestandteile mit dem Ziel, kundenindividuelle Lösungen zu schaffen, ein Grundprinzip von Smart Services dar. Die Kombination erfolgt dabei auf Basis von Daten aus dem sog. „Internet der Dinge“, das nachfolgend vorgestellt wird.

### **2.1.1.2 Digitale Erweiterung herkömmlicher Absatzobjekte**

Die zunehmende Relevanz von Informations- und Kommunikationstechnologien für die Entwicklung und Erbringung von Dienstleistungen ist sowohl in der Wissenschaft als auch in der Unternehmenspraxis unumstritten (vgl. z. B. Ostrom et al. 2015, S. 137; Martinez 2019, S. 155). Dies gilt insbesondere auch für die Digitalisierung von Dienstleistungssystemen im Sinne von Smart Services, denen das „Internet der Dinge“ zugrunde liegt. Mit diesem Begriff wird die Ausstattung von physischen Objekten mit Sensorik, Aktorik, Software, Mikroprozessoren und Vernetzungskomponenten sowie ihre Anbindung an das Internet beschrieben (vgl. Atzori et al. 2010, S. 2787). Die daraus resultierende Weiterentwicklung der traditionellen Absatzobjekte wird unter den Begriffen „Smarte Produkte“ und „Smart Services“ diskutiert. Beide Begriffe werden nachfolgend vorgestellt und abgegrenzt.

Die vernetzten physischen Objekte formen die Infrastruktur des Internets der Dinge und werden aufgrund ihrer Fähigkeit, Daten zu sammeln, oftmals auch als smarte Objekte oder Produkte bezeichnet (vgl. Strobel et al. 2019, S. 498). Durch diese ergänzenden Komponenten erhalten sie neue Funktionalitäten, die über die Kernfunktionalität ihres Grundsystems, also den durch mechanische und elektronische Komponenten realisierten Bestimmungszweck, hinausreichen. Über Sensorik kann eine eingebettete Software zum Beispiel Daten über den Zustand des jeweiligen Grundsystems erfassen und durch Aktorik auf dessen physikalische Vorgänge einwirken (vgl. Broy 2010, S. 18). Darüber hinaus tauschen vernetzte physische Objekte über Standardprotokolle Daten aus und lassen sich aufgrund einer eindeutigen Identifizierbarkeit aus der Ferne steuern (vgl. Mattern/Flörkemeier 2010, S. 109). In einer umfassenderen Sichtweise wird darauf verwiesen, dass sich das Adjektiv „smart“ nicht ausschließlich auf den Einsatz von intelligenter Technik, sondern auch auf die Erzeugung und Vermittlung von zusätzlichen Wertversprechen bezieht (vgl. Spath/Dangelmaier 2016, S. 6). In diesem Verständnis ist auch die Anbindung der physischen Objekte an ein Backend-System (z. B. eine Produkt-Cloud), auf dem die entstandenen Daten gespeichert und verarbeitet werden, fester Bestandteil eines smarten Produkts. Die ausgewerteten Daten ermöglichen das Angebot von produktbezogenen, digitalen Diensten (vgl. Fleisch et al. 2015, S. 447). Beispiele hierfür stellen die Überwachung, Steuerung, Optimierung oder Automatisierung der physischen Objekte dar (vgl. Porter/Heppelmann 2014, S. 8). Aufgrund der Erweiterung der lokal begrenzten physischen Existenz um eine globale digitale Existenz wird auch von „Cyber-Physischen-Systemen“ gesprochen (vgl. VDI/VDE:2206 2020, S. 8). Durch die Kombination von Produkten und digitalen Diensten mit dem Ziel, das Wertversprechen des physischen Objekts zu steigern, handelt es sich dabei um eine digitalisierte Form von Produkt-Service-Systemen. Aufgrund der zunehmenden Bedeutung von Daten wird daher auch von „Datazitation“ als neuer Ebene der „Servitization“ gesprochen (vgl. Opresnik/Taisch 2015, S. 181). Die Grenzen zum Konzept von Smart Services sind hierbei fließend, wobei diese nicht die Weiterentwicklung von physischen Objekten, sondern die Weiterentwicklung von Dienstleistungen mittels der im Internet der Dinge gesammelten Daten fokussieren (vgl. Pöppelbuß/Durst 2017, S. 94).

Obwohl das Themenfeld Smart Services sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis zunehmend an Bedeutung gewinnt, stehen konzeptionelle Arbeiten erst am Anfang (vgl. Körper et al. 2020, S. 165). Dies zeigt sich unter anderem am Fehlen einer allgemein anerkannten Definition, der Heterogenität von verwendeten Begrifflichkeiten und der Überlappungen zu angrenzenden Absatzobjekten, wie z. B. smarten Produkten (vgl. Martin et al. 2020a, S. 9). In Anhang 10-1 findet sich eine Übersicht von definitorischen Ansätzen, welche zentrale Gemeinsamkeiten und Unterschiede verdeutlichen. Die gemeinsamen Merkmale aller Definitionen liegen darin, dass die Daten aus dem Internet der Dinge mit dem Ziel genutzt werden, situative Bedarfe von Nachfragern präziser zu erfassen und überwiegend immaterielle Leistungen besser darauf anzupassen. Zentrale Unterschiede lassen sich dagegen in der Art der dabei berücksichtigten Leistungsbestandteile festhalten. Während einige Ansätze lediglich auf digitale Dienste fokussieren (vgl. Allmendinger/Lombreglia 2005, S. 132), implizieren andere Ansätze in ihren Smart-Service-Konzepten zusätzlich persönliche Dienstleistungen als optionale (vgl. Frank et al. 2018, S. 307) oder inhärente Bestandteile (vgl. Kampker 2018b, S. 1081).

Unterschiede lassen sich auch im Verhältnis zwischen smarten Produkten und Smart Services finden. Einige Ansätze definieren smarte Produkte als Grenzobjekt und damit als zentrale Schnittstelle zwischen Anbietern und Nachfragern, über welche der Austausch von Leistungsbestandteilen im Sinne von Smart Services erfolgt (vgl. Beverungen et al. 2019b, S. 12). In dieser Sichtweise sind smarte Produkte fester Bestandteil von Smart Services, ohne die eine Erbringung nicht möglich wäre. Andere Ansätze schließen dagegen auch produktlose Smart Services in ihre

Konzeptualisierung ein, deren Wertversprechen keinen direkten Bezug zu einem vernetzten physischen Objekt aufweisen und daher auch als datenbasierte Dienstleistungen bezeichnet werden können (vgl. Steimel/Steinhaus 2017, S. 34; Husmann 2020, S. 25).

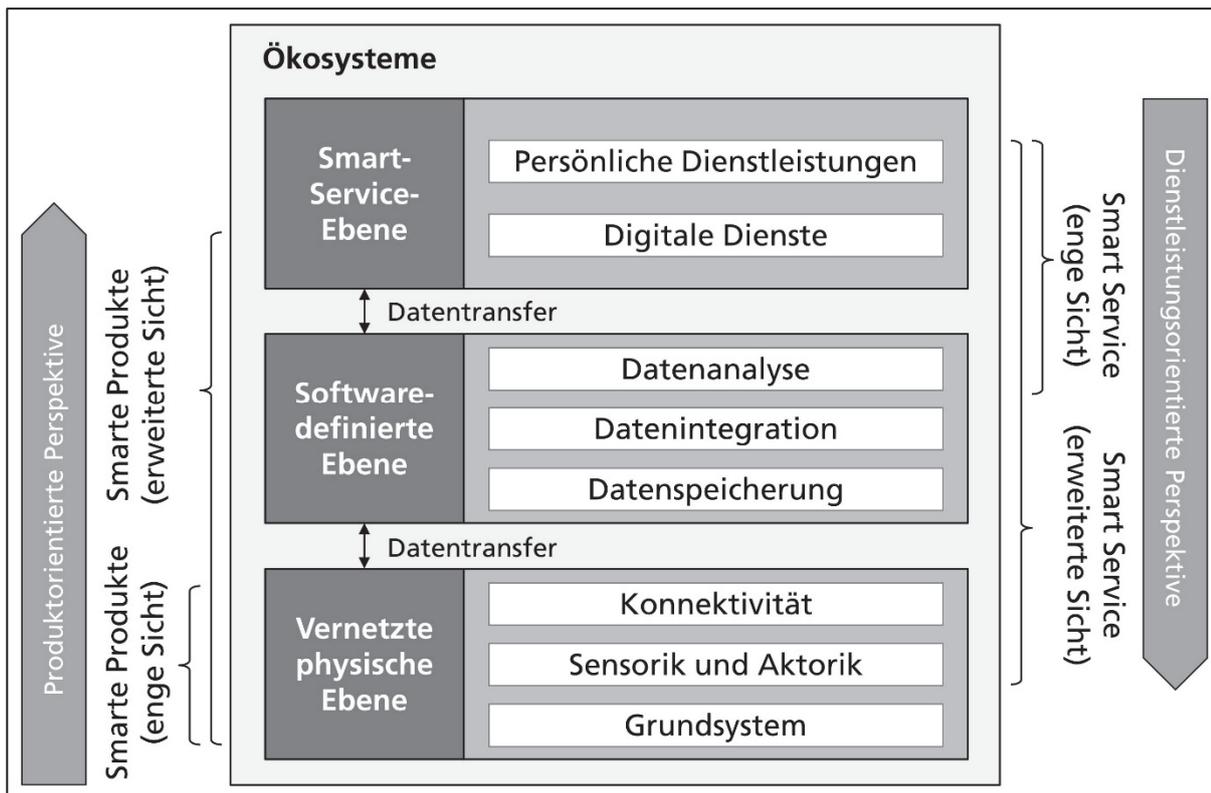
In der vorliegenden Arbeit wird auf das Begriffsverständnis von BULLINGER ET AL. zurückgegriffen. Die Autoren definieren Smart Services wie folgt:

*„Smart Services sind datenbasierte, individuell konfigurierbare Leistungsbündel aus persönlichen Dienstleistungen und digitalen Diensten, die auf intelligenter Technik basieren und über digitale Plattformen organisiert und erbracht werden.“* (Bullinger et al. 2017a, S. 99).

Aus der Definition lassen sich zwei wesentliche Merkmale zur Unterscheidung von smarten Produkten ableiten. Zum einen basieren Smart Services zwar auf Daten, die mittels einer intelligenten Technik erhoben wurden. Die Technik muss jedoch nicht zwingend selbst Bestandteil des Absatzobjekts sein. Smart Services können also auch von Unternehmen angeboten werden, welche nicht Hersteller von vernetzten physischen Objekten sind, sondern die durch sie gesammelten Daten für das Angebot bedarfsgerecht kombinierter Dienstleistungen nutzen (vgl. Maaß/Varshney 2018, S. 213). Zum anderen beziehen sich smarte Produkte oft auf eine Verbesserung der Kernfunktionalitäten des Grundsystems von physischen Objekten. Dieser produktorientierten Perspektive auf das Internet der Dinge wird mit Smart Services eine dienstleistungsorientierte Perspektive gegenübergestellt, welche den Nutzer und das Schaffen von zusätzlichen Mehrwerten in den Mittelpunkt rückt (vgl. Kammler et al. 2019, S. 590f). Die Mehrwerte können einen Bezug zum vernetzten physischen Objekt haben, sich jedoch auch auf Dienstleistungsprozesse fernab des Produktes oder weitere Anwendungsfälle entlang der Wertschöpfungsstufen beziehen. Hierzu werden ebenfalls intelligente technische Systeme eingesetzt, welche über die Datenakquisition hinaus jedoch keine weiteren Kernfunktionen besitzen (z. B. externe Sensornetzwerke). Diese Form von Smart Services wird teilweise auch als Dienstleistung 4.0 bezeichnet und versteht vernetzte physische Objekte als eine Form von dienstleistungsbegleitenden Produkten (vgl. Weiber/Mohr 2020, S. 1099). Die Definition zeigt darüber hinaus, dass die Entwicklung und Erbringung von Smart Services eine Orchestrierung von physischen Objekten, Technologien, Daten, Personen und Organisationen erfordert. Daher wird häufig auch von Smart-Service-Systemen gesprochen (vgl. Lim/Maglio 2019, S. 361). In der vorliegenden Arbeit wird dieser Begriff verwendet, sofern kein konkretes Absatzobjekt, sondern die zu dessen Konfiguration verfügbaren Leistungsbestandteile adressiert werden.

Die Betrachtung verdeutlicht, dass das Absatzobjekt Smart Service einen eigenständigen Beitrag zum wirtschaftlichen Erfolg eines Anbieters leisten muss, unabhängig davon, ob es sich dabei um einen Hersteller von physischen Objekten oder ein originäres Dienstleistungsunternehmen handelt. Aus der Betrachtung von Produkt-Service-Systemen in Abschnitt 2.1.1.1 geht zudem hervor, dass ein hierfür eigenständig wahrnehmbarer Mehrwert von Smart Services für Kunden geschaffen werden muss, um eine entsprechende Zahlungsbereitschaft hervorzurufen. Diesen Mehrwert zu gestalten und zu verdeutlichen, ist eine der zentralen Aufgaben.

Ein Modell zur Beschreibung von Smart Services, das sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis weite Verbreitung gefunden hat, stellt das Ebenen-Modell von ACATECH dar (vgl. acatech 2015, S. 17). In der vorliegenden Arbeit wird das Modell zum einen zur Beschreibung der Wertschöpfung von Smart Services herangezogen. Zum anderen verdeutlicht das Ebenen-Modell die in dieser Arbeit vorgenommene Abgrenzung von smarten Produkten und Smart Services. Abbildung 2-1 zeigt das Ebenen-Modell und die begriffliche Abgrenzung.



**Abbildung 2-1:** Ebenen-Modell von Smart Services und Einordnung der Begrifflichkeiten  
(Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an acatech 2015, S. 17)

Nachfolgend werden die in Abbildung 2-1 dargestellten vier Wertschöpfungsebenen von Smart Services vorgestellt und relevante Eigenschaften und Herausforderungen bei ihrer Entwicklung für die nachfolgenden Kapitel abgeleitet. Neben der vernetzt-physischen, der software-definierten und der Smart-Service-Ebene wird dabei auch eine übergreifende Ebene der Ökosysteme berücksichtigt.

## 2.1.2 Grundlagen der Wertschöpfung von Smart Services

### 2.1.2.1 Vernetzte physische Ebene

Die unterste Modell-Ebene in Abbildung 2-1 beschreibt die Grundlage der Datenakquisition und -übertragung und umfasst sowohl die vernetzten physischen Objekte als auch externe Sensornetze. Die Erweiterung um intelligente Komponenten ist dabei nicht auf Produktionsmaschinen beschränkt, sondern erfolgt zum Beispiel auch bei Medizinprodukten, Gas- und Stromzählern, Fahrzeugen, Kaffeemaschinen, Infrastrukturen und vielen weiteren physischen Objekten (vgl. Wortmann/Flüchter 2015, S. 221f.). Zur Erfassung von Daten können unterschiedliche Sensoren eingesetzt werden, welche z. B. von Positions-, Bewegungs-, Beschleunigungs- und physischen Belastungsdaten bis hin zu optischen und akustischen Signalen, Vibrations-, Feuchtigkeits- und Temperaturdaten sowie Elektrizität oder Magnetismus unterschiedliche Parameter messen (vgl. Sehrawat/Gill 2019, S. 524). Durch Kombination dieser Daten lassen sich beispielsweise Informationen zum Zustand, der Nutzung, dem Betrieb oder zum Umfeld und der Lokation des physischen Objekts gewinnen (vgl. Allmendinger/Lombreglia 2005, S. 133). Darüber hinaus ermöglichen externe Sensoren einen Zugang zu Daten, welche losgelöst von Objekten Einblicke in Zustände, Situationen und den Kontext von Dienstleistungen oder Nutzern ermöglichen (vgl. Bullinger et al. 2017a, S. 101). Beispiele hierfür stellen miteinander verbundene Umweltsensoren,

Kamerasysteme oder Bluetooth-Scanner dar. Darüber hinaus unterstützen smarte Endgeräte (wie z. B. Smartphones) oder tragbare intelligente Systeme (z. B. Wearable Technologies wie Datenbrillen oder intelligente Armbänder) die nutzernahe Datenerhebung und Erweiterung um nutzergenerierte Inhalte. Die gesammelten Daten werden über Vernetzungskomponenten, welche Schnittstellen, Antennen und Protokolle zur kabellosen Kommunikation enthalten, mit der Software-definierten Ebene oder weiteren vernetzten Objekten ausgetauscht (vgl. Porter/Heppelmann 2014, S. 6).

Die Vernetzung und durchgängige Datensammlung sind aus einer dienstleistungsorientierten Wertschöpfungsperspektive von besonderem Interesse (vgl. Vargo/Lusch 2004). Zum einen können vernetzte physische Objekte als externe Faktoren effizient in die Leistungserbringung integriert werden, was einen intensiven und andauernden Ressourcenaustausch zwischen Anbietern und Nachfragern ermöglicht. Zum anderen führen die übertragenen Daten zu neuen Erkenntnissen bezüglich der Nutzung und des Nutzungskontextes der physischen Objekte. Damit bieten sie Anknüpfungspunkte für eine Verbesserung von bestehenden und die Entwicklung von neuen Leistungsangeboten. In diesem Zusammenhang gilt folgende Erkenntnis: Je aktueller, umfangreicher und sich ergänzender die gesammelten Daten sind, desto besser können die situativen Bedarfe der Nachfrager erfasst und desto individueller die darauf aufbauenden Smart Services gestaltet werden (vgl. Paukstadt et al. 2020, S. 1022). Der Bedarf einer umfangreichen Datensammlung mithilfe von intelligenter Technik stellt Anbieter jedoch auch vor erhebliche Herausforderungen. Dazu zählen zum einen leistungsbezogene Herausforderungen, wie die gestiegene Komplexität der Leistungsangebote, die Notwendigkeit von Interoperabilität zwischen den vernetzten Objekten oder die Zusammenarbeit mit bisher unbekanntem Partnern (vgl. Langley et al. 2021, S. 853f.). Zum anderen lassen sich durch den Einsatz intelligenter Technik auch nachfrageseitig wahrgenommene Risiken feststellen, die potenziellen Mehrwerten von Smart Services gegenüberstehen (vgl. Paluch/Wunderlich 2016, S. 2427). Dazu zählen insbesondere die Aspekte Datensicherheit und Datenschutz bei der Sammlung und Übertragung von Daten, welche sensible Geschäfts- oder Lebensbereiche adressieren (vgl. Mani/Chouk 2018, S. 802). Darüber hinaus kann sich der Einsatz von Sensorik auch negativ auf die Wahrnehmung von Nachfragern auswirken, etwa wenn die Sensorik tief in die Lebens- und Arbeitswelt eingebettet ist und sich dadurch beispielsweise ein Empfinden von Kontrolle oder Überwachung einstellt (vgl. Wunderlich et al. 2015, S. 443). Der Umstand, dass Nachfrager der Personalisierung von Dienstleistungen einen hohen Wert beimessen, die Sammlung der dazu notwendigen Daten jedoch als wertmindernd empfinden, wird auch als Personalisierungs-Privatsphäre-Paradoxon bezeichnet (vgl. Awad/Krishnan 2006, S. 24). In der Konsequenz gewinnen neue Aspekte wie die Transparenz und die Kontrollmöglichkeiten an Bedeutung für die Gestaltung von Smart Services (vgl. Karwatzki et al. 2017, S. 393). Zudem bedeutet das Vorhandensein von einem ausgereiften Datensicherheits- und Datenschutzkonzept ein wesentliches Argument, um einen Zugang zu sensiblen Daten von Nutzenden bzw. Kunden zu erhalten (vgl. Husmann/Fabry 2014, S. 47).

### **2.1.2.2 Software-definierte Ebene**

Die generierten Daten werden in der mittleren Ebene auf Software-definierten Plattformen zusammengeführt, gespeichert und verarbeitet (vgl. Lee 2018, S. 6861). Die Anbindung der vernetzten physischen Objekte, Sensornetze und smarten Endgeräte an übergeordnete, integrierende Plattformen ermöglicht es nicht nur, unterschiedliche Daten zwischen einem Anbieter und einem Nachfrager auszutauschen, sondern auch weitere Datenquellen zu integrieren (vgl. Wortmann/Flüchter 2015, S. 222). Neben vernetzten physischen Objekten anderer Hersteller zählen dazu betriebliche Informationssysteme, wie zum Beispiel ERP-, MES- oder CRM-Systeme (vgl. Thomas et al. 2017, S.489). Zum anderen können auch Schnittstellen zu weiteren externen Quellen

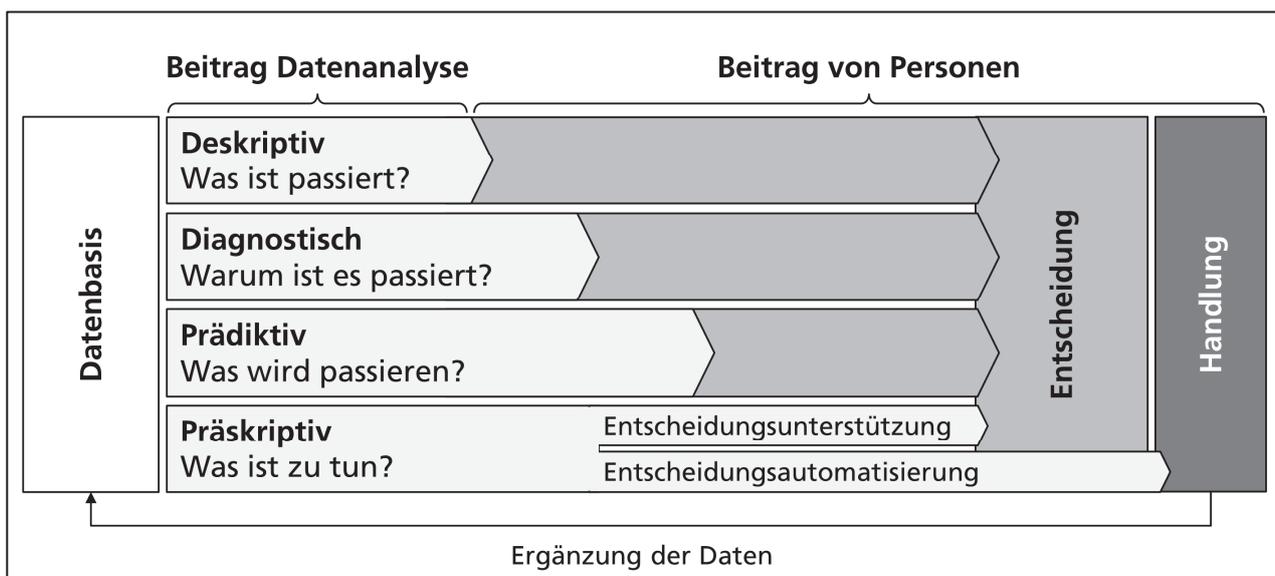
den Zugriff auf z. B. kontextualisierende Wetter-, Markt- oder Verkehrsdaten ermöglichen (vgl. Lim et al. 2018, S. 101). Damit stellen die Software-definierten Plattformen wichtige Kontrollpunkte in der digitalen Wertschöpfung dar, welche den Zugriff auf die benötigten Daten auch fernab der physischen Objekte ermöglichen oder begrenzen können (vgl. acatech 2015, S. 21). Die großen und komplexen Mengen der sich stetig ändernden Daten, welche auch als „Big Data“ bezeichnet werden, stellen Unternehmen jedoch vor Herausforderungen (vgl. Oswald et al., 2018, S. 16). Bei großen Datenmengen („Volume“), einer hohen Datenvielfalt („Variety“), einer großen Geschwindigkeit der Datengenerierung („Velocity“) sowie dem Bedarf einer hohen Datenqualität („Veracity“) stoßen konventionelle Speicher- und Verarbeitungsansätze sowie traditionelle Informationssysteme von Unternehmen an ihre Grenzen (vgl. Wrobel et al. 2015, S. 372). So bedarf es zum Beispiel einer Umstellung von relationalen auf nicht-relationale Datenbanken, um sowohl strukturierte als auch unstrukturierte Daten aus der vernetzten physischen Ebene gemeinsam speichern zu können (vgl. Krause et al. 2017, S. 15). Um das Aufbrechen von Daten-Silos zwischen Domänen und Herstellern zu fördern, gewinnen zentrale Speicherformen, welche gleichzeitig die individuelle Datennutzung zur Entwicklung von Smart Services ermöglichen, an Bedeutung. Ein beispielhaftes Konzept stellen „Data Lakes“ dar, in welchen Rohdaten gespeichert und erst bei Bedarf analysiert werden (vgl. Mathis 2017, S. 290).

Neben einem anbieter- und domänenübergreifenden Zugriff auf Daten in einer zentralen, redundanzfreien Plattform, unterstützen Software-definierte Plattformen auch die echtzeitnahe Auswertung und Aufbereitung der Daten für die Entwicklung und Erbringung von Smart Services (vgl. Stich 2018, S. 30). Dazu ist es notwendig, die Rohdaten schrittweise in Erkenntnisse und Einsichten zu überführen und für ihre Anwendung in Form von Entscheidungen oder Handlungen aufzubereiten. Diese Veredelung lässt sich anhand der Informationswertkette, welche auch als DIKW-Hierarchie bekannt ist, beschreiben (vgl. Shedroff 2000, S. 271; Rowley 2007, S. 164). Die Grundlage stellen Rohdaten dar, welche als einfache Zeichen, Signale und Symbole die Eigenschaften von Objekten, Ereignissen und ihrer Umgebung konnotieren. Diese Rohdaten können aus unterschiedlichen Datenquellen stammen. Durch Kombination der Daten und eine Erweiterung durch Meta-Daten erhalten sie eine Bedeutung und werden zu strukturierten Informationen (vgl. Martin et al. 2020b, S. 462). Werden die Informationen durch Einbringen von Erfahrungen, Fähigkeiten und Wissen in einen Kontext gebracht, entsteht Wissen, aus dem sich Entscheidungen für Handlungen ableiten lassen (vgl. Rowley 2007, S. 173). Auf der obersten Ebene der Informationshierarchie entsteht Weisheit. Hier werden neben einem umfassenden Verständnis für die Beziehung zwischen Wissens-elementen auch ethische und ästhetische Aspekte berücksichtigt, was zu einer Steigerung der Attraktivität und Wirksamkeit von Smart Services führen kann (vgl. Spohrer et al. 2017, S. 25). Weisheit lässt sich in diesem Zusammenhang auch als Urteilsvermögen des Systems begreifen, Handlungen und Entscheidungen nicht nur effizient, sondern auch unter Berücksichtigung von kollektiven und individuellen Werten zu erbringen. Nur so können Nutzer diese Informationen als angebracht und nutzenstiftend empfinden. Generell lassen sich Handlungen und Entscheidungen, welche zu einem Mehrwert von Smart Services führen, jedoch bereits aus Informationen und Wissen ableiten (vgl. Martin et al. 2020b, S. 464). Um die Daten für ihre Verwendung in Form von Entscheidungen und Handlungen aufzubereiten, stehen unterschiedliche Verfahren der Datenanalyse zur Verfügung, welche nachfolgend erläutert werden:

- **Deskriptive Datenanalyse:** Hierzu zählen zunächst beschreibende Verfahren, welche eine Auswertung historischer Daten und deren Verdichtung zu handhabbaren Informationen ermöglichen (vgl. Cardoso et al. 2015, S. 187). Aggregierte Berichte oder kummulative Visualisierungen verdeutlichen dabei, welche Ereignisse aufgetreten sind.

- **Diagnostische Datenanalyse:** Im Gegensatz dazu versuchen diagnostische Verfahren herauszufinden, warum bestimmte Ereignisse aufgetreten sind. Sie unterstützen handelnde Personen damit, Wissen aufzubauen und bessere Entscheidungen zu treffen.
- **Prädikative Datenanalyse:** Prädikative Analyseverfahren stellen induktive Ansätze dar, welche auf Basis der historischen Daten zu Vorhersagen darüber führen, was zukünftig passieren wird (vgl. Hunke/Schüritz 2019, S. 522).
- **Präskriptive Datenanalyse:** Die präskriptiven Analyseverfahren gehen einen Schritt weiter und leiten Empfehlungen ab, was und warum etwas getan werden sollte (vgl. Delen/Demirkan 2013, S. 361).

Die Arten von Analyseverfahren leisten dabei unterschiedlich große Beiträge zur Umsetzung von Smart Services. Während deskriptive, diagnostische und prädikative Verfahren durch das Bereitstellen von Informationen und Wissen die handelnden Personen unterstützen, ermöglichen präskriptive Verfahren eine Stufe der Automatisierung, bei der Entscheidungen oder Handlungen eigenständig durch Informationssysteme getroffen oder ausgelöst werden können (vgl. Kühn et al. 2018, S.163). Diese zunehmende Automatisierung und teilweise sogar Autonomisierung der Leistungserbringung stellen ein zentrales Merkmal von Smart Services dar (vgl. Körper et al. 2020, S. 169). Abbildung 2-2 verdeutlicht den Beitrag der Datenanalyse.



**Abbildung 2-2:** Stufenmodell zum Beitrag der Datenanalyse  
(Quelle: Kühn et al. 2018, S.163)

Die Auswertung großer Datenmengen und die zunehmende Automatisierung von Smart Services wird in vielen Fällen durch Verfahren der Künstlichen Intelligenz ermöglicht (vgl. Heuchert et al. 2020, S. 1687). Darunter versteht man verschiedene informationstechnische Anwendungen, welche in unterschiedlichen Anteilen über Fähigkeiten wie das Wahrnehmen, Verstehen, Handeln und Lernen verfügen und daher scheinbar intelligent agieren können (vgl. Bitkom/DFKI 2017, S. 29). Den technologischen Kern stellen maschinelle Lernverfahren dar, welche mit entsprechenden Daten trainiert in der Lage sind, vorab beschriebene Aufgaben eigenständig zu erfüllen, ohne dass jeder Schritt neu programmiert werden muss (vgl. Dukino et al. 2019, S. 10). Im Kontext von Smart Services können selbstlernende Algorithmen eigenständig Informationen extrahieren, Regelmäßigkeiten erkennen, adaptiv auf veränderte Bedingungen reagieren oder proaktiv

Leistungsbestandteile auf Basis aktueller Daten miteinander kombinieren (vgl. Wahlster 2017a, S. 13). Einen der leistungsfähigsten Ansätze des maschinellen Lernens stellt das sogenannte Tiefe Lernen (engl. „Deep Learning“) mit künstlichen neuronalen Netzen dar (vgl. Kirste/Schürholz 2019, S. 29). Diese bestehen neben einer Ein- und Ausgabeschicht aus mehreren verborgenen Schichten, die Verarbeitungseinheiten (sog. Neuronen) umfassen. Die Neuronen verfügen über unterschiedliche Aktivierungsfunktionen und sind über gewichtete Kanten mit weiteren Neuronen auf vor- und nachgelagerten Schichten verbunden. Je größer die Anzahl der verborgenen Schichten, desto besser passt sich das neuronale Netz im Rahmen des maschinellen Lernens an den Trainingsdatensatz an. In der Folge können komplexe Zusammenhänge und subtile Muster erkannt werden (vgl. Winter 2018, S. 66).<sup>1</sup> Die Tiefe von neuronalen Netzen erhöht jedoch auch die Komplexität und reduziert die Transparenz und Nachvollziehbarkeit von Ergebnissen und ausgelösten Entscheidungen. Daher wird oftmals auch von „Black-Box“-Algorithmen gesprochen (vgl. Rai 2020, S. 138).

Der Einsatz von KI in Smart-Services stellt Unternehmen vor vielfältige Herausforderungen in Bezug auf das Thema dieser Arbeit. Zum einen finden sich in der wissenschaftlichen Literatur bisher nur vereinzelt Kenntnisse darüber, wie KI-basierte Dienstleistungen von Nutzern wahrgenommen werden (vgl. Ostrom et al. 2019, S. 78). Dies betrifft sowohl den wünschenswerten Automatisierungsgrad als auch das Bedürfnis nach nachvollziehbaren und transparenten Entscheidungen durch Informationssysteme. Zum anderen fehlt es an Handlungsleitlinien dazu, wie qualitativ hochwertige Smart Services gestaltet werden können und auf welche Qualitätsmerkmale dabei besonders geachtet werden sollte (vgl. Bock et al. 2020, S. 320).

### 2.1.2.3 Smart-Service-Ebene

Auf der dritten Ebene der schematischen Darstellung werden die aufbereiteten Informationen zur Entwicklung und Erbringung von Smart Services genutzt. Dabei werden digitale Dienste und persönliche Dienstleistungen situativ und kundenindividuell kombiniert, um Qualitäts- und Produktivitätsvorteile für Kunden und Anbieter zu realisieren (vgl. Herterich et al. 2016, S. 16). Das Verhältnis zwischen digitalen und persönlich erbrachten Leistungsbestandteilen unterscheidet sich dabei je nach Anwendungsfall und wird von den verfügbaren digitalen Infrastrukturen, dem situativen Bedarf und dem kundenseitigen Wunsch nach persönlicher Interaktion beeinflusst (vgl. Bühler/Maas 2017, S. 57). Aufbauend auf dem Prinzip der Value-Co-Creation, lassen sich entlang des anbieter- und nachfrageseitigen Bedarfs an persönlichen Interaktionen folgende vier Typen von Smart Services unterscheiden (vgl. Wunderlich et al. 2012, S. 5):

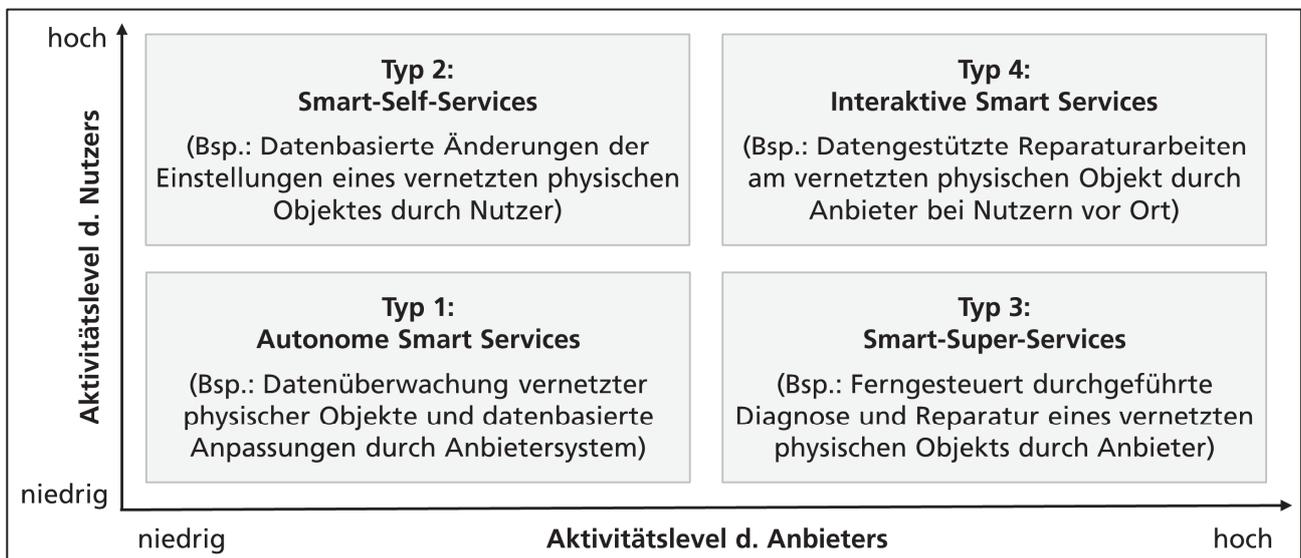
- **Typ 1:** Erfordert ein Smart Service keine Interaktion durch Personen, handelt es sich um einen **autonomen Smart Service**. Die Werterzeugung erfolgt durch einen Datenaustausch und durch automatisiert ausgelöste Interaktionen zwischen den Informationssystemen der Nachfrage- und Anbieterseite (vgl. Lim/Maglio 2019, S. 368).
- **Typ 2:** Sind persönliche Aktivitäten lediglich auf der Nutzerseite erforderlich, handelt es sich um einen **Smart-Self-Service**, bei dem ein Nutzer mit vernetzten physischen Objekten oder Informationssystemen des Anbieters interagiert, um Werte zu erzeugen.

---

<sup>1</sup> Für eine ausführliche Beschreibung der Funktionsweise von künstlichen neuronalen Netzen und von Effekten, wie z. B. dem „Overfitting“, wird an dieser Stelle z. B. auf Murphy 2012, S. 995ff. verwiesen.

- **Typ 3:** Der dritte Typ, welcher zur Werterzeugung persönliche Interaktionen des Anbieters mit dem vernetzten physischen Objekt oder den Informationssystemen des Kunden erfordert, lässt sich als anbieterseitiger Smart Service oder „**Smart-Super-Service**“ bezeichnen (vgl. Campbell 2011, S.183). In vielen Fällen übernimmt der Anbieter hier Aufgaben, die vormals von Nutzern durchgeführt wurden, was bis hin zu neuen Formen von Betreibermodellen führen kann (vgl. Spath/Demuß 2001, S. 35).
- **Typ 4:** Beim vierten Typ handelt es sich um Technologie-medierte, persönliche Interaktionen zwischen dem Anbieter und dem Nachfrager. In diesem Fall spielen sowohl die Wahrnehmung der intelligenten Technik als auch die der persönlichen Interaktion eine bedeutende Rolle für den nutzerseitigen Wert dieses **interaktiven Smart Services** (vgl. Wunderlich et al. 2012, S. 5; Lim/Maglio 2019, S. 365).

Die vier Typen von Smart Services werden in Abbildung 2-3 verdeutlicht und beispielhaft beschrieben.



**Abbildung 2-3:** Aktivitätsbasierte Typologie von Smart Services  
(Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Wunderlich et al. 2012, S. 5)

Die Wertschöpfung von Smart Services als Absatzobjekt lässt sich darüber hinaus entlang der bereits angeführten Potenzial-, Prozess- und Ergebnisdimensionen strukturiert beschreiben. Die **Potenzialdimension** beschreibt die zur Leistungserbringung erforderlichen Ressourcen. Bei Smart Services werden dabei digitale Ressourcen, wie der Zugang zu Datenquellen sowie Algorithmen zur Datenveredelung zunehmend bedeutsam (vgl. Arnold et al. 2018, S. 8). Neben der notwendigen physischen Infrastruktur stellen auch informationstechnische Infrastrukturen und Artefakte, wie vernetzte physische Objekte, digitale Plattformen oder neue Informationskanäle, zentrale Potenzialfaktoren dar (vgl. Beverungen 2019, S. 233). Eine weiterhin wichtige Rolle für die Werterzeugung spielen die Mitarbeitenden, welche sich jedoch neuen Anforderungen in Bezug auf Kompetenzen und Fähigkeiten gegenübersehen. Dabei werden neben Fähigkeiten wie Empathie und Fachwissen zusätzlich neue Kompetenzen im Umgang mit digitalen Werkzeugen, intelligenten Technologien und Daten erforderlich (vgl. Larivière et al. 2017, S. 242).

Die **Prozessdimension** beschreibt die in einer interaktiven Abfolge erbrachten Aktivitäten, bei denen die Potenzialfaktoren der nachfragenden und anbietenden Einheiten miteinander kombiniert

werden. Die vernetzten physischen Objekte nehmen hierbei eine besondere Rolle ein, da sie durch die Datenerzeugung und den Zugriff des Anbieters während der Nutzung eine intensive und andauernde Integration des Kunden ermöglichen. Durch automatisierte Entscheidungen und Aktionen werden die vernetzten physischen Objekte teilweise selbst zu handelnden Akteuren (vgl. De Keyser et al. 2019, S. 158). Die wesentliche Grundlage für die datenbasierte Zusammenstellung der Potenzialfaktoren stellt das Prinzip der Modularisierung dar (vgl. Leimeister 2020, S. 61). Dabei werden die digitalen Dienste und persönlichen Dienstleistungen durch Dekomposition in einzelne Teilleistungen (Module) zerlegt, beschrieben und strukturiert (vgl. Pöppelbuß/Lubarski 2017, S. 82). Mit Hilfe von Algorithmen und der darin enthaltenen Logik können dann situativ wertstiftende Smart-Service-Module zu einem integrierten Leistungsbündel zusammengefügt werden (vgl. Kammler et al. 2019, S. 536). Ziel dabei ist es, sowohl Effizienzvorteile durch eine Standardisierung der einzelnen Leistungsmodule zu realisieren als auch kundenindividuelle Smart Services zu ermöglichen (vgl. Böhmann/Krcmar 2006, S. 379). Neben automatisierten Interaktionsformen können auch die persönlichen sowie die von intelligenter Technik medierte Interaktionsformen eine wertstiftende Rolle für den Nutzer spielen (vgl. Marinova et al. 2017, S. 31). Die Herausforderung für Anbieter von Smart Services besteht einerseits darin, die teilweise parallel existierenden Formen der Kundeninteraktion sowie die Leistungsmodule zu koordinieren und in ein aus Kundensicht stimmiges Konzept zu überführen (vgl. Ostrom et al. 2015, S. 147). Andererseits müssen bei einer zunehmenden Automatisierung auch potenziell wertmindernde Effekte berücksichtigt werden, beispielsweise wenn der Kunde sich von der Interaktion ausgeschlossen sieht, was bei ihm ein Gefühl der Bevormundung hervorruft (vgl. Weiber/Mohr 2020, S. 1118).

In der **Ergebnisdimension** wird der durch den Erstellungsprozess realisierte Wert von Smart Services beschrieben, der sich in Form einer immateriellen oder materiellen Zustandsänderung des externen Faktors ausdrückt. In den vergangenen Jahren hat sich das Verständnis von Wertschöpfung dabei sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis hin zu einer Dienstleistungslogik gewandelt (vgl. Böhmann et al. 2014b, S. 83). Diese beschreibt Wertschöpfung als kollaborativen Prozess, in dem Ressourcen (z. B. spezialisierte Fähigkeiten und Wissen) zwischen verschiedenen Akteuren mit dem Ziel ausgetauscht werden, Werte zu erzeugen (vgl. Vargo/Lusch 2004, S. 7). Der spezifische Wert der Leistungsbündel ergibt sich dabei durch Nutzung („Value-in-Use“) und Einbettung in einen spezifischen Anwendungskontext eines Nutzers („Value-in-Context“) (vgl. Edvardsson et al. 2011, S. 329). Der Anbieter bietet daher ein Wertversprechen an. Der tatsächlich erzeugte Nutzwert ist jedoch stets subjektiv und von der Mitwirkung des Nutzers abhängig (vgl. Vargo/Lusch 2008, S. 8). Einige Autoren ergänzen zudem noch den eigenständigen Wert, der sich aus der Interaktionsqualität im Leistungserbringungsprozess ergibt („Value-in-Interaction“) (vgl. Robra-Bissantz/Lattemann 2019, S. 6). Die dienstleistungsspezifischen Prinzipien der Value-Co-Creation und Kontextbezogenheit charakterisieren auch die Wertschöpfung von Smart Services, weshalb diese in der nachfolgenden Arbeit aus Sicht der Dienstleistungsforschung betrachtet werden.

Die drei Dienstleistungsdimensionen wurden nachträglich um eine vierte Dimension, die sogenannte **Marktdimension**, ergänzt (vgl. Bullinger/Schreiner 2006, S. 62). Als Meta-Dimension der weiteren Dimension betont sie die Aufgabe eines Anbieters, die Gestaltung der Leistungsbestandteile stets an den Anforderungen des Marktes und insbesondere der Kunden auszurichten. Hieraus ergibt sich die zentrale Aufgabe bei der Gestaltung von Smart Services. Aufgrund des Einsatzes von intelligenter Technik, der Sammlung sensibler Daten, dem zunehmenden Einsatz von künstlicher Intelligenz und der darauf basierenden Automatisierung ist davon auszugehen, dass die Kundenwahrnehmung von neuen Aspekten positiv sowie negativ beeinflusst wird (vgl. Furrer 2020, S. 309; Bock et al. 2020, S. 320). Über die Kundenanforderungen und -erwartungen in Bezug auf die Gestaltung von qualitativ hochwertigen Smart Services liegen

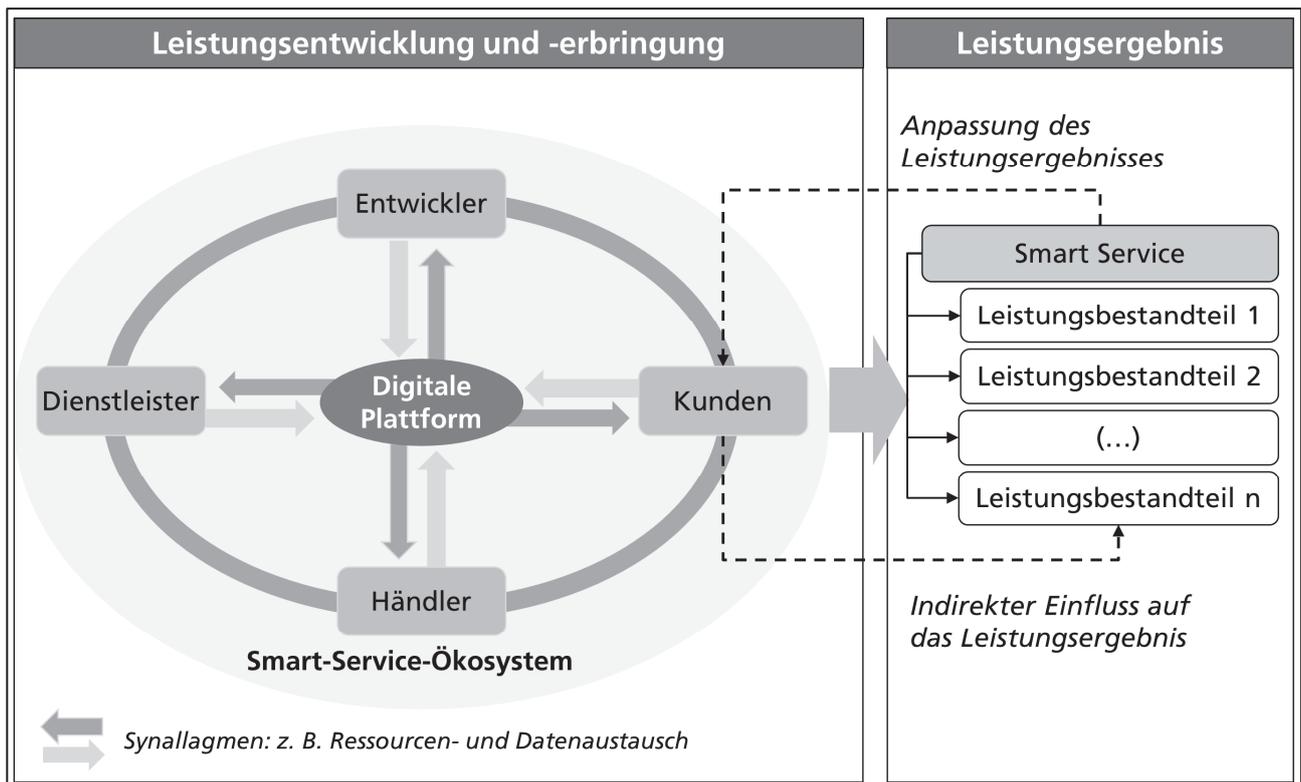
bislang nur unzureichende Erkenntnisse vor (vgl. Klein et al. 2018, S. 852; Anke 2019, S. 23). Um eine kundenseitige Zahlungsbereitschaft für Smart Services zu generieren, ist es für Unternehmen jedoch von größter Bedeutung, einen positiv wahrnehmbaren Mehrwert zu erzeugen und zu vermitteln. Ein Verständnis für zentrale Qualitätsanforderungen der Kunden ist dabei unerlässlich.

#### **2.1.2.4 Ökosystemebene**

Das Wertversprechen von Smart Services wird über die drei vorgestellten Ebenen hinweg in einem kollaborativen Prozess realisiert. Neben der Einbindung kundenseitiger Ressourcen ist die Wertschöpfung bei Smart Services auch durch den verstärkten Austausch von Ressourcen und Aktivitäten zwischen weiteren Akteuren gekennzeichnet. In der Folge ergeben sich komplexe, teils selbst regulierende und integrative Wertschöpfungsnetzwerke, welche in Anlehnung an die Biologie auch als Ökosysteme bezeichnet werden (vgl. Moore 1996, S. 26; Barile et al. 2016, S. 653). Da die Integration von Ressourcen und Aktivitäten vorrangig über digitalen Plattformen erfolgt, spricht man auch von digitalen Ökosystemen (vgl. Senn/Bruhn 2019, S. 205). Plattformen beschreiben dabei digitale Grenzobjekte, über die eine direkte Interaktion zwischen zwei oder mehreren unterschiedlichen Akteuren teilweise automatisiert ermöglicht wird, mit dem Ziel, gegenseitige Werte zu schaffen (in Anlehnung an Beverungen et al. 2021, S. 510). Neben dem technischen Kern ist auch das Ökosystem an wertschöpfenden Akteuren fester Bestandteil des Plattformkonzepts (vgl. Leimeister 2020, S. 63). Die Betreiber digitaler Plattformen nehmen innerhalb des Ökosystems eine besondere Rolle ein, da sie mit Standards, Funktionen und Strukturen die Regeln des Wertaustauschs festlegen, sich Zugriffsrechte auf die Daten sichern und die Schnittstellen zu Kunden besetzen (vgl. Bullinger et al. 2017a, S. 106). Über die Plattformen werden Daten unternehmensübergreifend ausgewertet und als Grundlage dafür verwendet, mithilfe des Modularisierungsprinzips eine Kombination der Leistungsbestandteile von verschiedenen Akteuren zu individuellen Lösungen zu ermöglichen.

Abbildung 2-4 verdeutlicht beispielhaft die Wertschöpfung von Smart Services, in der die beteiligten Akteure durch einen mehrseitigen Leistungsaustausch (sog. „Synallagmen“) über digitale Plattformen ein Leistungsergebnis für Kunden erzeugen. In Smart-Service-Ökosystemen entstehen dabei teilweise Synallagmen, die über traditionelle Formen des Leistungsaustausches (wie z. B. physisches Objekt gegen Geld) hinausreichen und zu völlig neuen Geschäftsmodellen führen können (vgl. Spath 2018, S. 510; Kett et al. 2021, S. 72). So gewinnen beispielsweise Daten oder der Austausch von zusätzlichen Services als eine neue Form der Währung zunehmend an Bedeutung.

Digitale Plattformen können dabei auch als vollautomatisierte Marktplätze gestaltet sein, auf denen Sachgüter, Dienstleistungen und Daten zwischen verschiedenen Anbietern und Nachfragern gehandelt werden (vgl. acatech 2015, S. 11). Die datenbasierte Vermittlung zwischen Akteuren sowie weitere datenbasierte Mehrwertdienste, welche die Transaktionen ermöglichen und fördern, können in diesem Fall selbst als Smart Service verstanden werden. Eine plattformbasierte Wertschöpfung stellt daher immer auch eine Form der service-orientierten Wertschöpfung dar. Die bereits mehrfach angedeutete Herausforderung, eigenständig wahrnehmbare Mehrwerte der Dienstleistungen zu gestalten und zu verdeutlichen, um eine Zahlungsbereitschaft zu schaffen, ist daher auch bei Smart Services von großer Relevanz.



**Abbildung 2-4:** Plattformbasierte Wertschöpfung in Smart-Service-Ökosystemen  
(Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Leimeister 2020, S. 9 und 64)

Gründe dafür, dass die Entwicklung und die Erbringung von Smart Services in Ökosystemen erfolgt, stellen die hohe Komplexität und der Umfang der Lösungen dar. In vielen Fällen greifen Unternehmen daher auf komplementäre Kompetenzen, Kenntnisse oder Ressourcen aus einem Partnernetzwerk zurück (vgl. Herterich et al. 2016, S. 21). Die zur Erbringung von Smart Services benötigten technischen, betriebswirtschaftlichen oder domänenspezifischen Kenntnisse sowie Kompetenzen zur Datenanalyse werden dann von verschiedenen Partnern des Ökosystems abgedeckt (vgl. Engels et al. 2017, S. 26f.). Darüber hinaus steigt mit der Anzahl und Vielfalt der verfügbaren Datenquellen auch das Innovationspotenzial in der Entwicklung von Smart Services (vgl. Blöcher/Alt 2018, S. 52). Zur Realisierung von situativen und kontextspezifischen Wertversprechen müssen zunächst die aus Nutzersicht relevanten Bedarfe und Kontextfaktoren durch Daten abgebildet werden. Der Einbezug von Daten über Domänen und Branchen hinweg eröffnet daher neue Wertschöpfungspotenziale für Unternehmen (vgl. Curry 2016, S. 34). Auch die Vielfalt und verfügbaren Kapazitäten der Leistungsbestandteile, welche sich zu Lösungen kombinieren lassen, wirken positiv auf den nutzerseitigen Wert. Durch die Verbindung von verschiedenen Ökosystemen entstehen ganze „Systems-of-Systems“, welche bisherige Branchen- und Industriegrenzen zunehmend auflösen (vgl. Paukstadt et al. 2020, S. 1022).

Neben den dargestellten Vorteilen führt die plattformbasierte Wertschöpfung in Ökosystemen auch zu Herausforderungen, welche für die vorliegende Arbeit relevant sind. Zum einen gilt es, über die von unterschiedlichen Akteuren erbrachten Leistungsbestandteile hinweg eine gleichbleibend hohe Qualität sicherzustellen (vgl. Böhmman et al. 2020, S. 14). Dazu werden leistungs- und anbieterbezogene Qualitätsmerkmale benötigt, die bspw. die Integrität und Vertrauenswürdigkeit von beteiligten Ökosystempartnern im Umgang mit sensiblen Daten sicherstellen. Darüber hinaus gilt es, kollaborative Leistungsangebote so zusammenzuführen, dass ein aus Nutzersicht ganzheitliches und integriertes Erlebnis entsteht (vgl. Senn/Bruhn 2019, S. 221). Durch die

zunehmende Bedeutung von digitalen Plattformen und dabei auftretender Netzwerkeffekte können auch Aspekte wie Abhängigkeit und die Dominanz einzelner Akteure bei der Qualitätsbewertung eine Rolle spielen (vgl. Kammler et al. 2019, S. 582).

### **2.1.3 Zwischenfazit zu Grundlagen von Smart Services**

Aus der bisherigen Betrachtung lassen sich Erkenntnisse festhalten, die für die nachfolgenden Kapitel der Arbeit eine hohe Relevanz besitzen. Smart Services stellen komplexe Leistungsbündel dar, welche neben intelligenter Technik und Daten insbesondere Kombinationen von digitalen Diensten mit persönlichen Dienstleistungen umfassen. Nicht immer sind dabei alle Bestandteile auch Teil der Vermarktung als konkretes Absatzobjekt. Die dienstleistungstypischen Merkmale, wie „Immaterialität“ und „Interaktivität“ in der Leistungserbringung, sind auch bei Smart Services weiterhin gültig und müssen Beachtung finden. Durch den Einsatz von intelligenter Technik, der intensiven Datennutzung und deren Verarbeitung mit neuen Analysemethoden (z. B. maschinellen Lernverfahren) ergeben sich darüber hinaus weitere, spezifische Merkmale. Dazu zählt der zunehmende Automatisierungsgrad bis hin zu Autonomisierung, die kontextsensitive Adaptivität der Leistungsbestandteile und -prozesse sowie eine Entwicklung und Erbringung in Wertschöpfungs-Ökosystemen. Smart Services stellen damit eine neuartige Form von Dienstleistungen dar, welche es als eigenständiges Absatzobjekt zu vermarkten gilt. Um eine Zahlungsbereitschaft bei Kunden zu schaffen, müssen Smart Services qualitativ hochwertig gestaltet werden und einen wahrgenommenen, originären Mehrwert bei Kunden stiften. Hierfür gilt es herauszufinden, welche Qualitätsanforderungen Kunden im Hinblick auf die spezifischen Merkmale haben und wie diese systematisch in der Entwicklung berücksichtigt werden können.

## **2.2 Entwicklung von Smart Services**

In Kapitel 2.2 wird der aktuelle Stand zur Entwicklung von Smart Services betrachtet, um daraus Anforderungen an das zu entwickelnde Verfahren abzuleiten. Dafür wird zunächst das Service Engineering als grundlegende Entwicklungsdisziplin vorgestellt, auf der das Smart-Service-Engineering aufbaut.

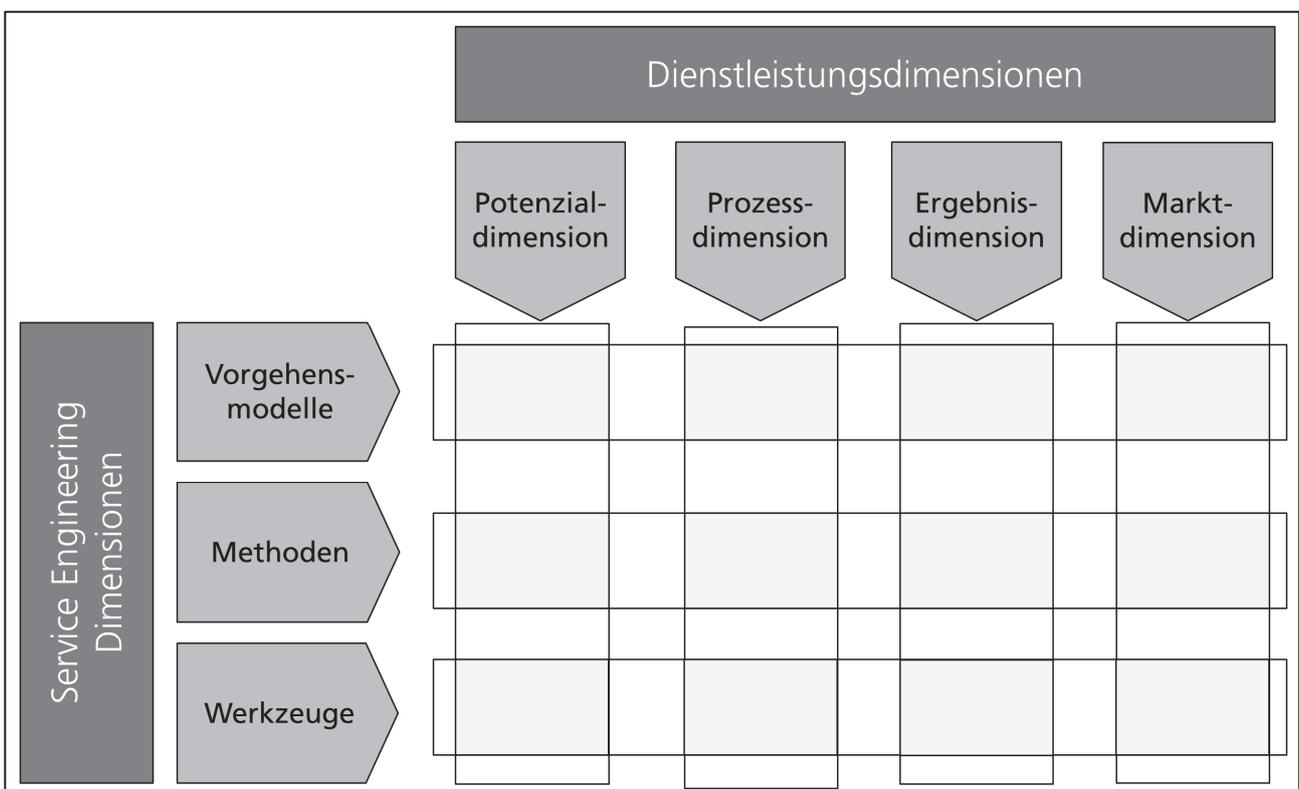
### **2.2.1 Grundlagen des Service Engineerings**

#### **2.2.1.1 Ziele und Rahmenkonzept des Service Engineerings**

Erste wissenschaftliche Arbeiten, die sich mit der Dienstleistungsentwicklung befassten, wurden in den 1980er-Jahren im angloamerikanischen Raum unter dem Begriff „New Service Development“ vorgestellt (vgl. z. B. Shostack 1982 oder Scheuing/Johnson 1989). Diese Ansätze waren meist in den Disziplinen des Marketings oder Managements verortet (vgl. Meyer/Böttcher 2011, S. 14). Parallel zu diesen Ansätzen hat sich in Deutschland seit den 1990er-Jahren mit dem Service Engineering eine eigenständige Entwicklungsdisziplin für Dienstleistungen etabliert. Der ingenieurwissenschaftlich geprägte Entwicklungsansatz fokussiert dabei die sinnvolle Übertragung von bestehendem Wissen und Methoden aus dem Produkt- und Software-Engineering auf den Entwicklungsgegenstand der Dienstleistung (vgl. Spath et al. 2013, S. 193). Folglich lässt sich das Service Engineering als eine technische Disziplin verstehen, welche sich mit der systematischen Entwicklung und Gestaltung von Dienstleistungen unter Verwendung von geeigneten Vorgehensmodellen, Methoden und Werkzeugen beschäftigt (vgl. Bullinger et al. 2003, S. 276). Mit der Bereitstellung einer dedizierten

Konstruktionsmethodik wird das Ziel verfolgt, auch für immaterielle und integrativ geprägte Leistungsbündel eine systematische, wiederholbare Entwicklung unter Berücksichtigung von Effektivitäts- und Effizienzzielen zu ermöglichen (vgl. Meyer/Zinke 2018, S. 5). Besondere Bedeutung kommt dabei der Gestaltung von qualitativ hochwertigen Dienstleistungen zu (vgl. Schreiner 2003, S. 138; Hagen et al. 2018, S. 68). Dabei spielt eine hohe Kundenorientierung eine wichtige Rolle, welche die Berücksichtigung von Kundenbedürfnissen sicherstellen soll und dem Ziel einer hohen Kundenzufriedenheit und einem Aufbau von langfristigen Kundenbindungen dient (vgl. Richter/Tschandl 2017, S. 161). Durch den Einsatz von Methoden und Werkzeugen soll eine ressourcenschonende Zielerreichung im Service Engineering ermöglicht werden (vgl. Schuh et al. 2016, S. 170).

Ausgehend von der phasenorientierten Definition von Dienstleistungen, welche die drei Gestaltungsdimensionen Potenzial, Prozess und Ergebnis vorgibt, leitet sich durch die Berücksichtigung von Vorgehensmodellen, Methoden und Werkzeugen das Rahmenkonzept des Service Engineerings ab (vgl. Fähnrich/Opitz 2006, S. 95). Eine zusätzliche Dimension – die Marktdimension – repräsentiert dabei eine umfassende, methodengestützte Integration von Marktanforderungen und Kundenbedürfnissen (vgl. Bullinger/Schreiner 2006, S. 62). Für jede der vier Dimensionen gilt es, entsprechende Modelle, Methoden und Werkzeuge bereitzustellen, die eine systematische und ganzheitliche Entwicklung ermöglichen. Für die Prozessdimension gilt es beispielsweise Prozessmodelle zu erstellen, welche die interaktive Leistungserbringung unter Einbezug des Kunden strukturiert beschreiben (vgl. Meiren/Barth 2002, S. 14). Abbildung 2-5 zeigt das Rahmenkonzept des Service Engineerings.



**Abbildung 2-5:** Rahmenkonzept des Service Engineerings  
(Quelle: Bullinger/Schreiner 2006, S. 75)

Eine bedeutsame Rolle bei der systematischen Entwicklung und Gestaltung von Dienstleistungen spielen formalisierte Vorgehensmodelle, welche Entwicklungsphasen und -aktivitäten von der Idee

bis hin zur Markteinführung festlegen und in eine zielführende Reihenfolge bringen (vgl. Meiren 2011, S. 21). Damit unterstützen die Vorgehensmodelle Unternehmen dabei, eine Regelmäßigkeit in der Entwicklung zu etablieren, Redundanzen zu eliminieren, existierendes Wissen weiterzuverwenden und aus auftretenden Fehlern zu lernen (vgl. Meyer/Böttcher 2011, S. 36). In den vergangenen Jahren wurden je nach Anwendungsbranche und Art der zu entwickelnden Dienstleistung zahlreiche unterschiedliche Vorgehensmodelle vorgestellt, welche jedoch hinsichtlich der Phasen, Methoden und Werkzeuge große Gemeinsamkeiten aufweisen (vgl. Kim/Meiren 2010, S. 258). In einer Meta-Studie, welche 178 wissenschaftlichen Beiträgen zur Dienstleistungsentwicklung untersuchte, wurden zum Beispiel die „Ideenfindung“, „Anforderungsanalyse“, „Konzeption“, „Testen“ sowie die „Implementierung und Markteinführung“ als zentrale, wiederkehrend genannte Entwicklungsphasen identifiziert (vgl. Kitsios/Kamariotou 2020, S. 698). Den jeweiligen Phasen sind dabei verschiedene Methoden zugewiesen, welche Aktivitäten und Empfehlungen in Form von Handlungsanweisungen für das Erreichen der jeweiligen Phasenziele darstellen (vgl. Eversheim et al. 2006, S. 425). Werkzeuge stellen Informations- und Kommunikationssysteme dar, welche die Umsetzung der Methoden und Gestaltung der Modelle unterstützen (vgl. Bullinger/Schreiner 2006, S. 74).

Einen wesentlichen Einflussfaktor für die Zielerreichung der Qualitätssteigerung stellt die Integration von Anspruchsgruppen und insbesondere von Kunden und Nutzenden in den Entwicklungsprozess dar (vgl. z. B. Alam/Perry 2002, S. 523f.; Meyer 2003, S. 79; Gudergan et al. 2020, S. 65). Durch den Prozesscharakter von Dienstleistungen sowie der situativen, kontextspezifischen und individuellen Qualitätswahrnehmung kommt dem Wissen und den Kompetenzen von Nutzenden und Kunden im Service Engineering eine erfolgskritische Bedeutung zu (vgl. Roth/Jonas 2018, S. 68). Um Wissen für das Unternehmen nutzbar zu machen, werden Kunden zu unterschiedlichen Zeitpunkten und in unterschiedlicher Tiefe in den Entwicklungsprozess eingebunden. Grundsätzlich können Kunden in alle Phasen, von der Ideenfindung über die Anforderungsanalyse bis hin zum Test, sinnvoll in die Entwicklung integriert werden und dabei unterschiedliche Rollen einnehmen (vgl. Russo-Spena/Mele 2012, S. 543). In frühen Phasen können Kunden als Ideengeber auftreten oder konkrete Anforderungen an ein Dienstleistungskonzept verbalisieren (vgl. Nägele/Vossen 2006, S. 531). Während der Konzeption können sie als Co-Designer aktiv an der Gestaltung mitwirken, in der Testphase als Probanden die Erfüllung von individuellen Bedürfnissen bewerten. Für die vorliegende Arbeit ist insbesondere die Einbindung von Nutzern und Kunden im Rahmen von Tests zur Evaluation der Konzepte von Interesse, deren erfolgskritische Bedeutung sich auch in empirischen Studien zeigt (vgl. Witell et al. 2014, S. 1723). Da die Möglichkeiten zur Einbindung von Kunden im Wesentlichen vom Gestaltungstyp der Vorgehensmodelle abhängen, werden beide Aspekte im nachfolgenden Kapitel gemeinsam adressiert.

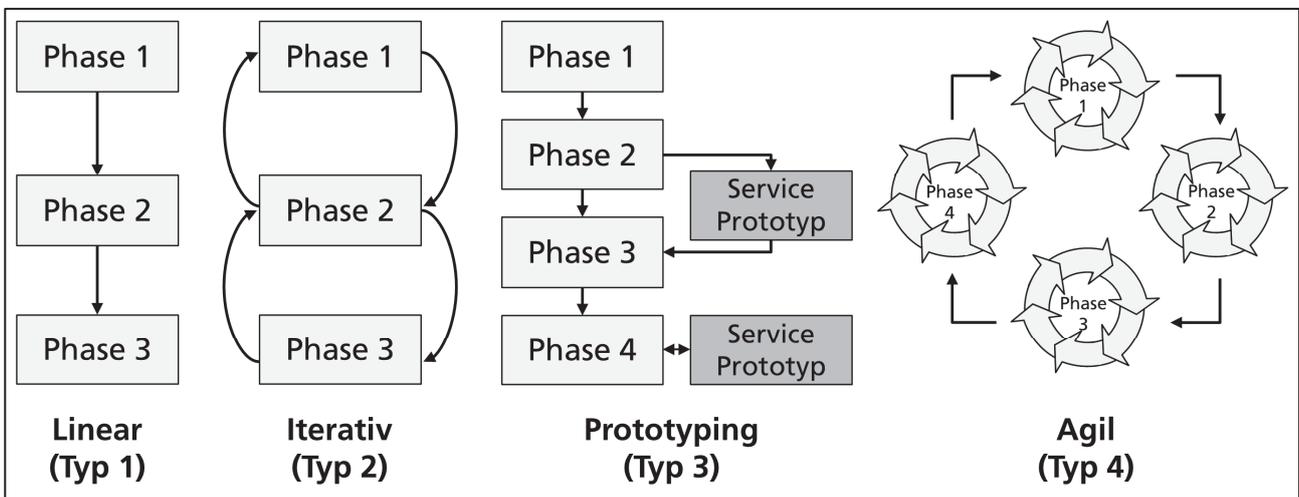
### **2.2.1.2 Vorgehensmodelle und Kundenintegration im Service Engineering**

Bestehende Vorgehensmodelle des Service Engineerings unterscheiden sich in der Art ihrer Durchführung, also der Entwicklungslogik, voneinander. Diese Unterschiede wirken sich auf die Bedeutung, Häufigkeit und den Umfang von Testaktivitäten während der Entwicklung aus. Man kann dabei vier Typen unterscheiden (vgl. Abbildung 2-6).

Bei **linearen Vorgehensmodellen (Typ 1)** werden die einzelnen Phasen in einer sequenziellen Reihenfolge durchlaufen. Nachfolgende Phasen starten erst, wenn die vorangegangene abgeschlossen ist und vollständige Informationen vorliegen (vgl. Schneider et al. 2006, S. 117). Ein Zurückspringen in vorangehende Phasen ist in der Entwicklung nicht eingeplant. Die Vorteile einer

linearen Vorgehensweise liegen in einer hohen Prozesstransparenz, ihrer klaren Ergebnisorientierung und ihrer Einfachheit (vgl. Richter/Tschandl 2017, S. 163). Oftmals werden zwischen den Phasen sog. Quality-Gates mit definierten Zielen eingebaut, die es für die Weiterführung zu erreichen gilt (vgl. Schmitt/Pfeiffer 2015, S. 143). Da in sequenziellen Vorgehensmodellen jedoch erst in späteren Phasen bewertbare Versionen der Dienstleistung erstellt werden, erfolgt eine Evaluation in früheren Phasen lediglich intern, z. B. anhand einer Service-FMEA (vgl. Chuang 2007, S. 92ff.). Eine Bewertung der Qualitätswahrnehmung mit Kunden wird dagegen als eigenständige Phase kurz vor der Markteinführung durchgeführt, was zu hohem Aufwand bei Nichterfüllung der Kundenanforderungen führt. Die Nutzung eignet sich daher insbesondere, wenn vollständige Kundenanforderungen bereits vor der Entwicklung bekannt sind oder es sich um einfache Dienstleistungen handelt.

Im Gegensatz dazu ist es in **iterativen Vorgehensmodellen (Typ 2)** möglich, die einzelnen Phasen und Aktivitäten mehrmalig zu durchlaufen und so während der Entwicklung Änderungen und Anpassungen vorzunehmen (vgl. Schneider et al. 2006, S. 118). Als Beispiele hierfür seien das Spiralmodell der Software-Entwicklung oder das Service-Engineering-Modell von BULLINGER UND SCHREINER 2006 genannt. Grundsätzlich können Fehler oder nicht erfüllte Anforderungen durch einen Rücksprung in frühere Phasen behoben werden. Da die Entwicklungslogik jedoch auch hier erst in späten Phasen eine Erstellung von bewertbaren, vollständigen Dienstleistungskonzepten vorsieht, ist auch in dieser Form der iterativen Vorgehensmodelle eine frühe Einbindung der Kunden schwer zu realisieren (vgl. Leimeister 2020, S. 94). Durch die Möglichkeit, in vorangegangene Phasen zu springen, wird die Flexibilität im Vergleich zu sequenziellen Entwicklungsprozessen allerdings erhöht. Die beiden weiteren Typen verfolgen eine Entwicklungslogik, die explizit auf eine Einbindung von Kunden und Nutzenden setzt.



**Abbildung 2-6:** Typen von Vorgehensmodellen im Service Engineering  
(Quelle: Leimeister 2020, S. 91)

In **Vorgehensmodellen des Prototyping (Typ 3)** werden Vorabversionen der Dienstleistung mit dem Ziel erstellt, diese für Anspruchsgruppen zu visualisieren und dadurch eine Evaluation zu ermöglichen (vgl. Abdel Razek et al. 2020, S. 18). Die Gestaltungsphasen, welche teilweise überlappend ausgeführt werden, dienen dabei einer kontinuierlichen Weiterentwicklung der Prototypen von frühen Versionen bis hin zur Implementierung. Dadurch werden die Prototypen ganzheitlich und wiederkehrend von Kunden evaluiert, wodurch eine Qualitätssicherung für die verschiedenen Gestaltungsaktivitäten sichergestellt wird. Allerdings erfolgen die Tests auch beim

Prototyping nicht explizit zu frühen Zeitpunkten, weshalb Leimeister 2020 die drei Grundtypen des Service Engineerings um einen vierten Typ ergänzte (vgl. Schneider et al. 2006, S. 117; Leimeister 2020, S. 91).

**Agile Vorgehensmodelle (Typ 4)** verbinden die Prinzipien von iterativen und prototypbasierten Vorgehensmodellen und ergänzen diese um spezifische Handlungsvorschriften der Projektorganisation. Das Ziel ist dabei eine flexible und inkrementelle Entwicklung der Dienstleistung. Dabei wird das anvisierte Entwicklungsergebnis in einzelne Komponenten zerlegt, welche in iterativen Zyklen und aufeinander aufbauend entwickelt werden. In jedem Zyklus wird dabei eine funktionierende Komponente der Dienstleistung entwickelt, welche in den nachfolgenden Iterationen verbessert und durch weitere Komponenten ergänzt wird (vgl. DIN SPEC 91364, S. 42). Auf diese Weise können nach jedem Zyklus die Komponenten unter Einbezug der Kunden getestet werden, wodurch eine frühzeitige und kontinuierliche Evaluation ermöglicht und aufwendige Fehlentwicklungen vermieden werden. Der Einsatz eines agilen Service Engineerings eignet sich daher insbesondere bei innovativen und komplexen Lösungen, für welche sich eindeutige Anforderungen schwer identifizieren lassen oder sich voraussichtlich schnell ändern können (vgl. Cocca et al. 2015, S. 43). Agile Vorgehensweisen können damit als Reaktion des Service Engineerings auf die zunehmende Innovationsdynamik, kürzere Lebenszyklen von Dienstleistungen und sich stetig wandelnde Anforderungen verstanden werden (vgl. Leimeister 2020, S. 97). In der Praxis ist der Einsatz von agilen Entwicklungsmethoden für die Entwicklung von persönlich erbrachten Dienstleistungen jedoch bisher kaum verbreitet (vgl. Richter/Tschandl 2017, S. 171; Beverungen et al. 2018, S. 384). Dabei gilt es zu beachten, dass agile Vorgehensmodelle nicht zwingend vorteilhaft sind, da sie mit einer hohen organisatorischen Komplexität verbunden sind. Vielmehr hängt die Wahl einer geeigneten Vorgehensweise von der Art der zu entwickelnden Dienstleistung ab (vgl. Jaakkola et al. 2017, S. 339).

Aus diesem Grund werden nachfolgend die Besonderheiten von Smart Services und deren Auswirkungen auf die Wahl geeigneter Vorgehensmodelle untersucht. Zudem werden Grenzen der Übertragbarkeit von Vorgehensmodellen des Service Engineerings auf die Entwicklung von Smart Services kurz vorgestellt.

### **2.2.1.3 Grenzen bei der Entwicklung von Smart Services**

Dienstleistungen wird eine integrierende Funktion für die Gestaltung von ganzheitlichen Systemleistungen zugesprochen, weshalb sie den zentralen Bestandteil von umfassenden Wertschöpfungssystemen in zahlreichen Unternehmen darstellen. Grundsätzlich eignet sich die Entwicklungsdisziplin des Service Engineerings daher als Grundlage für eine systematische Entwicklung von Smart Services (vgl. acatech 2015, S. 17; Hunke/Schüritz 2019, S. 518). Gleichzeitig herrscht in der Wissenschaft Einigkeit darüber, dass die sehr gründlichen, aber oftmals starren Ansätze auf den Entwicklungsgegenstand Smart Service angepasst und zu einer flexibleren sowie noch stärker kunden- und systemorientierten Entwicklungsdisziplin weiterentwickelt werden müssen (vgl. Böhm et al. 2018, S. 374; Kampker et al. 2018a, S. 158; DIN SPEC 33453 2019, S. 7; Gudergan et al. 2020, S. 96). Nachfolgend werden die in der Literatur genannten Anforderungen an die Weiterentwicklung des Service Engineerings zu einem Smart-Service-Engineering identifiziert.

Aufgrund der verschiedenen Leistungsbestandteile und des stark integrativen Charakters von Smart Services gilt es, das Service Engineering noch stärker mit den Entwicklungsdisziplinen des Produkt- und insbesondere des Software-Engineerings zu verzahnen (vgl. Spath et al. 2014b, S. 31). Bei der Integration stellen die unterschiedlichen Lebenszyklen und verschiedenen Entwicklungslogiken

zwischen physischen, digitalen und persönlichen Leistungsbestandteilen eine besondere Herausforderung dar (vgl. Anke et al. 2018, S. 95). Während die physischen Objekte oftmals eine präzise und umfassende Entwicklung erfordern und lange in Betrieb bei Nutzern sind, stellen kurze Entwicklungszyklen und wiederkehrende Anpassungen wichtige Erfolgsfaktoren der Entwicklung von digitalen Leistungsbestandteilen dar (vgl. Moser/Faulhaber 2020, S. 47). Der Bedarf nach einer hohen Veränderungsgeschwindigkeit ergibt sich dabei aus dem Merkmal von Smart Services, kontinuierlich kundenindividuelle Konfigurationen als Lösungen anbieten zu können, sowie aus einem zunehmend dynamischen Marktumfeld (vgl. acatech 2016, S. 7). Folglich sind bei der Entwicklung von physischen Objekten die Voraussetzung für das zukünftige Angebot von Smart Services (z. B. in Form von Sensorik oder Vernetzungskomponenten) mitzudenken (vgl. Kampker 2018a, S. 158). In diesem Kontext wird auch auf die Bedeutung der Wiederverwendung und Rekombination von bestehenden Leistungsbestandteilen im Rahmen der Entwicklung von Smart Services hingewiesen (vgl. Beverungen et al. 2018, S. 384). Im Rahmen von integrativen Entwicklungsprojekten ist es daher vermehrt möglich, dass einzelne Leistungsbestandteile unterschiedliche Reifegrade aufweisen. Für das Service Engineering bedeutet dies, dass flexible Vorgehensmodelle, welche sich sowohl für eine vollständige als auch partielle Entwicklung eines Smart Service eignen und sich an individuelle Rahmenbedingungen eines Entwicklungsprojekts anpassen lassen, benötigt werden (vgl. DIN SPEC 33453:2019, S. 9f.). Darüber hinaus müssen insbesondere geeignete Methoden und Werkzeuge für eine integrative Gestaltung von Smart Services entwickelt werden, welche alle relevanten Bestandteile berücksichtigen (vgl. Han/Park 2019, S. 362; Marx et al. 2020, S. 1076f.). Neben der ganzheitlichen Betrachtung von physischen, digitalen und persönlichen Bestandteilen wird auch das Merkmal der Datenzentrierung von Smart Services als bisher nicht ausreichend berücksichtigt angesehen (vgl. Hunke/Schüritz 2019, S. 518).

Der integrative Charakter von Smart Services bezieht sich nicht nur auf die unterschiedlichen Leistungsbestandteile, sondern auch auf ihre systemische und oftmals kooperative Erbringung, die es bei der Entwicklung verstärkt zu berücksichtigen gilt (vgl. Böhmman et al. 2014a, S. 74). Entsprechend finden Innovations- und Entwicklungsprojekte häufig nicht innerhalb der Grenzen eines Unternehmens, sondern zwischen verschiedenen Akteuren des Smart-Service-Ökosystems statt (vgl. Lusch/Nambisan 2015, S. 163; Immonen et al. 2016, S. 154). Daher gilt es einerseits, die Interessen, Ressourcen und Entwicklungsbeiträge der verschiedenen Akteure eines Ökosystems zu berücksichtigen und mittels geeigneter Vorgehensmodelle und Methoden zu koordinieren (vgl. Anke et al. 2020a, S. 623; Bullinger et al. 2017b, S. 130). Andererseits ergeben sich bei einer zunehmend kollaborativen Entwicklung von Smart Services auch neue Herausforderungen bei der Entwicklung qualitativ hochwertiger Leistungsbündel. Hierzu zählt beispielsweise die Frage, wie die Qualitätsbewertung auch auf Leistungsbestandteile von Drittanbietern erweitert werden kann oder sich systemweite Qualitätsstandards für die verschiedenen Erbringungspartner etablieren lassen. Neben der Betrachtung von einzelnen Leistungsangeboten gilt es hierbei, auch eine auf das System gerichtete Perspektive einzunehmen (vgl. Patricio et al. 2011, S. 183).

Eine weitere Anforderung an die Entwicklungsdisziplin Smart-Service-Engineering stellt eine erhöhte Kundenorientierung dar, die über das Maß bisheriger Vorgehensmodelle und Methoden des Service Engineerings hinaus geht (vgl. Jussen/Heeg 2020, S. 43). Diese ergibt sich einerseits aus der datenbasierten Konfiguration zu kundenindividuellen Lösungen und andererseits aus einer zunehmenden Geschwindigkeit sich ändernder Kundenanforderungen (vgl. Gudergan et al. 2020, S. 65). Eine empirische Untersuchung unter 143 Unternehmen hat zum Beispiel ergeben, dass das unzureichende Wissen über die Bedürfnisse von Kunden und eine fehlende Überprüfung, ob Kundenbedürfnisse ausreichend erfüllt werden, zu den größten Hürden bei der Gestaltung von Smart Services gesehen werden (vgl. Klein 2017, S. 173). Da die Entwicklung von Smart Services von

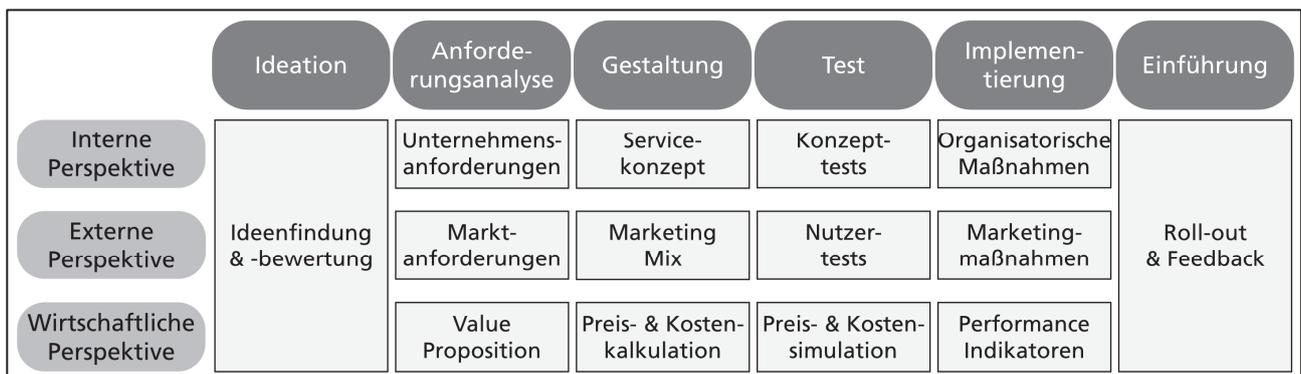
Unsicherheiten bezüglich der Kundenbedarfe, Marktakzeptanz und Zahlungsbereitschaften geprägt ist, sind Kunden während der gesamten Entwicklung einzubinden (vgl. Anke et al. 2018, S. 95; Meiren 2020, S. 37). Dabei wird insbesondere auf die steigende Bedeutung frühzeitiger Tests mit Prototypen hingewiesen, um die Kundenorientierung und die Qualität zu erhöhen sowie eine effiziente und schnelle Entwicklung von akzeptierten Lösungen zu erreichen (vgl. Abdel Razek et al. 2020b, S. 162).

Der Bedarf nach flexibleren Vorgehensmodellen und einer frühzeitigen Einbindung von Kunden, um kürzeren Innovationszyklen und komplexeren Lösungen zu begegnen, lässt sich auch als Bedarf nach agilen Entwicklungsansätzen zusammenfassen (vgl. Jussen et al. 2019, S. 385f.; DIN SPEC 33453 2019, S. 6). Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurden im Umfeld von Smart Services drei relevante Entwicklungsansätze vorgestellt. Diese werden im nachfolgenden Abschnitt kurz beschrieben.

## 2.2.2 Ansätze des Smart-Service-Engineerings

### 2.2.2.1 Smart-Service-Engineering am Fraunhofer IAO

Im Jahr 2015 stellten BULLINGER ET AL. ein Referenzmodell für das Smart-Service-Engineering am Fraunhofer IAO vor, welches sich aus den Ansätzen der integrierten Produkt-Service-Entwicklung (vgl. Spath et al. 2012) und dem Service Engineering für traditionelle Dienstleistungen (vgl. Meiren/Barth 2002) ableitet. Der Ansatz wurde in mehreren Beiträgen ergänzt und beschreibt die Integration digitaler Bestandteile und informationstechnischer Aufgaben, wie der Datensammlung, -analyse und -aufbereitung (vgl. Bullinger et al. 2015, S. 4). Das Referenzmodell ist als aufgabenbasierter Entwicklungsprozess strukturiert, der 14 Entwicklungsaufgaben umfasst, welche zu sechs Entwicklungsphasen zusammengefasst sind (vgl. Abbildung 2-7).

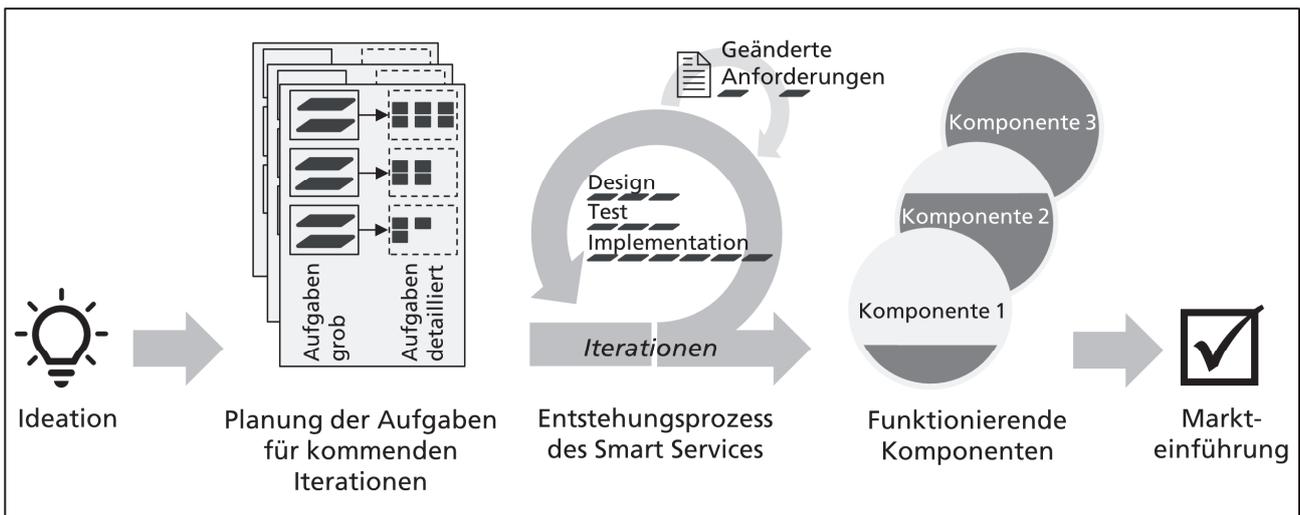


**Abbildung 2-7:** Referenzmodell des Smart-Service-Engineerings am Fraunhofer IAO (Quelle: Meiren/Neuhüttler 2019, S. 556)

Bei der Zusammenstellung werden darüber hinaus drei verschiedene Perspektiven unterschieden, welche unternehmensbezogene Aufgaben („interne Perspektive“) und Aufgaben unter Berücksichtigung der Erfordernisse des Marktes und der Kunden („externe Perspektive“) voneinander abgrenzen (vgl. Meiren 2020, S. 36). Um den ökonomischen Erfolg sicherzustellen, wird zudem durchgängig eine „wirtschaftliche Perspektive“ bei der Entwicklung von Smart Services berücksichtigt. Die Aufgaben werden anhand von zu erreichenden Zielen, durchzuführender Tätigkeiten, einzusetzender Methoden sowie Empfehlungen und Hinweisen für eine erfolgreiche Durchführung beschrieben (vgl. DIN SPEC 91364 2018, S. 12).

In der „Ideation“ gilt es, Ideen zu sammeln und hinsichtlich von Kriterien wie Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit, Kundennutzen und Marktpotenzial zu bewerten. Dabei sollte bereits eine erste Idee für ein Geschäftsmodell entwickelt werden, wozu Werkzeuge des Design-Thinking eingesetzt werden (vgl. Freitag/Hämmerle 2020, S. 646). Wird in der Bewertung eine Idee zur Weiterverfolgung ausgewählt, können Anforderungen erhoben werden, wobei sowohl technische als auch organisatorische und personelle Anforderungen berücksichtigt werden. Dazu werden neben eigenen Mitarbeitern insbesondere auch Kunden und Nutzer sowie weitere Anspruchsgruppen aus dem Ökosystem einbezogen (vgl. Meiren/Neuhüttler 2019, S. 556). Ziel ist es einerseits, ein klares Bild davon zu gewinnen, wie der neue Smart Service aus Sicht der Erbringer gestaltet sein muss. Andererseits werden kritische Faktoren identifiziert, welche zu einem Scheitern am Markt führen können. Am Ende der Anforderungsanalyse steht ein klares Wertversprechen für alle beteiligten Anspruchsgruppen des Ökosystems. In der Phase „Design“ wird ein detailliertes Konzept erstellt, welches eine Beschreibung der Leistung einschließlich einer Systemarchitektur sowie ein Prozess- und ein Ressourcenmodell umfasst (vgl. Meiren 2020, S. 37). Darüber hinaus gilt es, zielgruppengerechte Marketingaktivitäten und Erlösmodelle inklusive einer detaillierten Preis- und Kostenkalkulation zu entwickeln. Anschließend erfolgt der „Service-Test“, in welchem die bisher entwickelten Konzepte erprobt werden. Dabei wird zum einen die Funktionalität der eingesetzten IT-Infrastruktur getestet und zum anderen eine Preis- und Kostensimulation vorgenommen. Darüber hinaus wird unter der Aufgabe „Nutzertest“ eine Evaluation unter Einbezug von Kunden adressiert. Der Testphase folgt die „Implementierung“, in der die getesteten Konzepte im Ökosystem umgesetzt werden. Dies betrifft eine Umsetzung organisatorischer Maßnahmen, wie zum Beispiel das Bereitstellen der IT-Infrastruktur, eine Regelung der Verantwortlichkeiten sowie die Erstellung von Arbeitsanweisungen und Schulungsmaßnahmen. Darüber hinaus werden Marketingmaßnahmen und Leistungskennzahlen definiert. In der letzten Phase erfolgt die Markteinführung des neuen Smart Services, wobei ein Roll-out erfolgt und Kunden- und Mitarbeiter-Feedback eingeholt wird.

Das Referenzmodell ist aufgabenbasiert gestaltet und gibt damit explizit keine feste Reihenfolge bei der Durchführung von Phasen oder Entwicklungsaufgaben vor. Dadurch lassen sich die vier oben genannten Typen von Vorgehensmodellen umsetzen. Bei der Smart-Service-Entwicklung werden aber insbesondere eine lineare oder agile Vorgehensweise empfohlen (vgl. Meiren/Neuhüttler 2019, S. 557). Bei einer agilen Vorgehensweise wird der Entwicklungsgegenstand in einzelne Komponenten unterteilt und durch die wiederkehrende Durchführung von Gestaltungs-, Implementierungs- und Testaufgaben schrittweise bis zur zu einem funktionsfähigen Smart Service entwickelt. Abbildung 2-8 zeigt die Umsetzung des Referenzmodells als agilen Entwicklungsprozess. Bei einfachen Dienstleistungen kann der Entwicklungsprozess auch sequenziell durchlaufen werden. Welche der Gestaltungsvarianten besser geeignet ist, hängt unter anderem von der unternehmensweiten Entwicklungslogik oder dem Umfang und der Komplexität des zu entwickelnden Smart Services ab (vgl. DIN SPEC 91364 2018, S. 39). Dem Test kommt dabei jeweils eine andere Bedeutung zu.



**Abbildung 2-8:** Umsetzung des Referenzmodells als agilen Entwicklungsprozess  
(Quelle: Meiren/Neuhüttler 2019, S. 557)

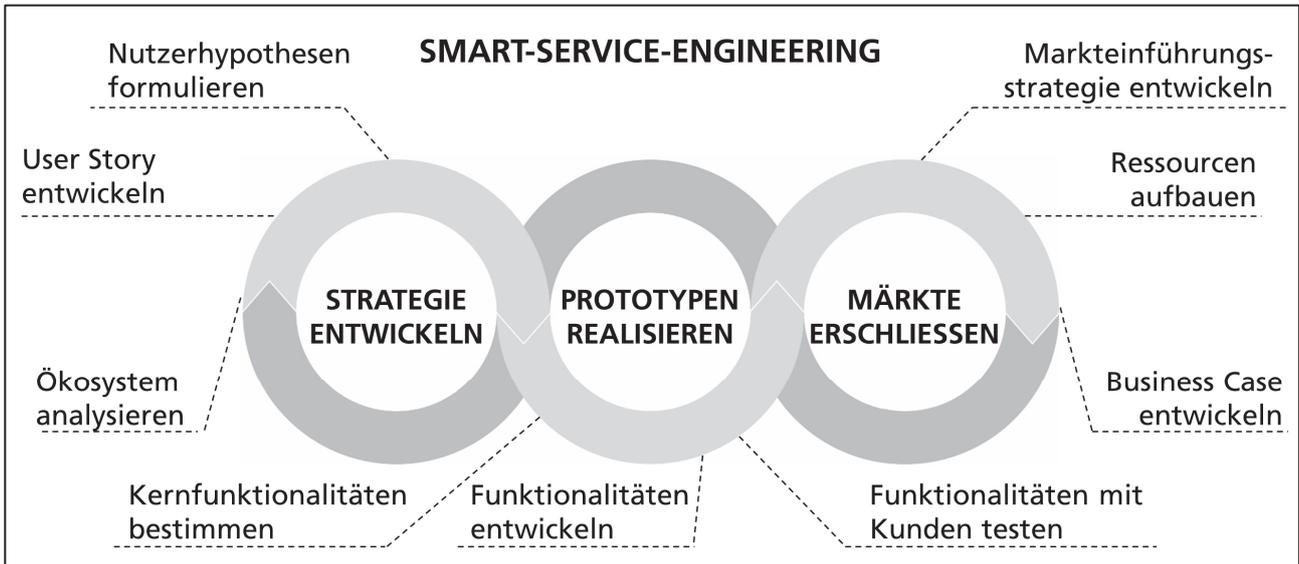
Ein Modell, welches ähnliche Aufgaben umfasst, sich jedoch auf den gesamten Lebenszyklus eines Smart Service bezieht, wurde von Freitag/Wiesner 2019 vorgestellt und von Freitag/Hämmerle 2020 in Richtung eines agilen Ansatzes weiterentwickelt. Diese Ansätze unterscheiden zudem die Ebenen Geschäftsmodellmanagement, Smart-Service-Management und das Netzwerkmanagement (vgl. Freitag/Wiesner 2019, S. 38). Der agile Ansatz sieht dabei eine wiederkehrende Durchführung der Phasen Konzeption, Implementierung und Test vor. Der Ansatz ist somit flexibel gestaltet und unterstützt lineare und agile Entwicklungsprojekte. Das Testen wird als eigenständige Phase betrachtet, wobei kein ausdifferenziertes Vorgehensmodell oder eine Bewertungsgrundlage für Smart Services bereitgestellt wird.

### 2.2.2.2 Aachener Modell des Smart-Service-Engineerings

Das Aachener Modell des Smart-Service-Engineerings ist durch drei aufeinander folgende Entwicklungsschleifen mit jeweils drei Aufgaben charakterisiert, welche die Möglichkeit einer agilen, sich mehrfach wiederholenden Durchführung verdeutlichen sollen (vgl. Jussen et al. 2019, S. 385). Es wird bewusst auf eine Nummerierung von Schleifen oder Aufgaben verzichtet, um ein flexibles, einem spezifischen Entwicklungsprojekt angepasstes Vorgehen zu ermöglichen. Das Modell wurde auf Basis von Erkenntnissen aus mehreren Fallstudien gestaltet (vgl. Senderek et al. 2019, S. 5).

Die Entwicklungsschleife „Strategie entwickeln“ fokussiert zunächst die Analyse des Ökosystems sowie die Erarbeitung einer strategischen Positionierung des Unternehmens darin. Darauf aufbauend erfolgt die Entwicklung von Anwendungsszenarien, die Identifikation von möglichen Problemen der Nutzer sowie daraus abgeleitet erste Nutzenhypothesen für einen Smart Service, welche als Grundlage für die nachfolgende Schleife dienen (vgl. Moser/Faulhuber 2020, S. 50). Der Phase sind bekannte Methoden des Service Design zugeordnet, wie z. B. das Value-Proposition-Design (vgl. Osterwalder et al. 2014) oder das Customer-Journey-Mapping (vgl. Lemon/Verhoef 2016). In der Schleife „Prototypen realisieren“ werden die Kernfunktionalitäten zur Erstellung eines ersten Prototyps abgeleitet, welcher entwickelt und mit Kunden getestet wird (vgl. Hicking 2020, S. 65). Dabei wird einer agilen Vorgehensweise folgend zunächst ein sogenannter Minimum-Viable-Service (MVS) funktional entwickelt und sukzessive ergänzt und getestet. Die zentrale Positionierung verdeutlicht die hohe Bedeutung des Testens und der Sammlung von

Kundenfeedback zu den entwickelten Funktionalitäten im Modell (vgl. Gudergan et al. 2020, S. 70). Trotz der Betonung der Bedeutung von Tests und des hohen Komplexitätsgrades wird in dem Modell zwar eine detaillierte Beschreibung zur Erstellung des Prototyps, nicht jedoch ein Vorgehen oder eine Methode zur Durchführung des Tests bereitgestellt (vgl. Jussen et al. 2019, S. 386; Hicking 2020, S. 71f.). Die Entwicklungsschleife des Prototyping ist, wie in Abbildung 2-9 verdeutlicht, wiederkehrend zu durchlaufen.



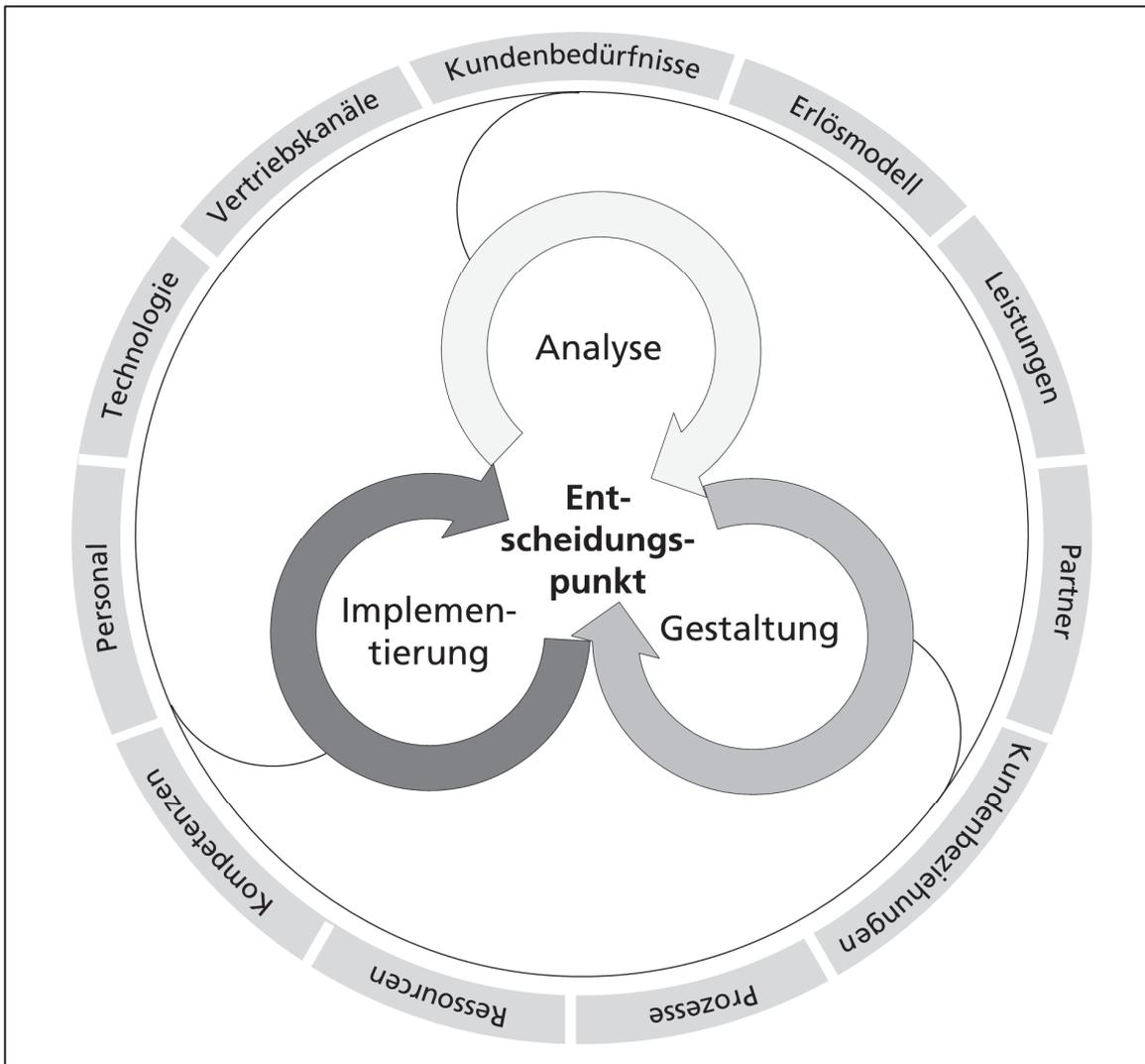
**Abbildung 2-9:** Aachener Modell des Smart-Service-Engineerings  
(Quelle: Jussen et al. 2019, S. 385)

In der Schleife „Märkte erschließen“ erfolgt die Entwicklung einer Markteintrittsstrategie, der Aufbau der notwendigen Erbringungsressourcen sowie die Entwicklung eines Geschäftsmodells. Für die Erstellung geeigneter Erlösströme werden verschiedene direkte und indirekte Erlösmechanismen vorgestellt (vgl. Enders/Schüritz 2020, S. 81). Das Modell stellt einen auf die iterative Entwicklung von Prototypen und das kontinuierliche Testen mit Kunden gerichteten Ansatz dar, der jedoch keine weitere Ausdifferenzierung der Durchführung von Tests vornimmt.

### 2.2.2.3 Referenzprozess der DIN SPEC 33453

Mit der DIN SPEC 33453 „Entwicklung digitaler Dienstleistungssysteme“ sollen Defizite des traditionellen Service Engineerings bei der Anwendung für digitalisierte Ressourcen, Aktivitäten und Ergebnisse durch einen neuen Referenzprozess adressiert werden. Dieser ermöglicht eine agilere und flexiblere Entwicklung von Smart Services (vgl. Gudergan et al. 2020, S. 75). Dabei soll neben der Entwicklung von Smart Services als Leistungsergebnis auch die Entwicklung der digitalen Ökosysteme im Vordergrund stehen. Den Phasen des Referenzprozesses werden Methoden aus dem Service Engineering, dem Business Analytics sowie der Softwareentwicklung zugeordnet (vgl. DIN SPEC 33453 2019, S. 7). Damit folgt der Ansatz dem Grundprinzip des Service Engineerings, welches die Übertragung geeigneter Methoden aus angrenzenden Disziplinen für eine systematische Entwicklung beschreibt. Für die Entwicklung werden drei Phasen vorgestellt, welche iterativ angeordnet sind und mit flexiblen Einstiegspunkten sowohl eine Neu- als auch eine Weiterentwicklung bestehender Smart Services ermöglichen (vgl. Winkler et al. 2020, S. 9). Die Phasen werden mehrfach durchlaufen und führen jeweils zu einem Entscheidungspunkt, an dem über das weitere Vorgehen entschieden wird. Der Ansatz ähnelt dem Vorgehen von Beverungen et

al. 2018 des Service-Systems-Engineerings und betont die Entwicklung aus der Perspektive eines Ökosystems (vgl. Beverungen et al. 2018, S. 386). Abbildung 2-10 zeigt den Referenzprozess.



**Abbildung 2-10:** Referenzprozess zur Entwicklung digitaler Dienstleistungssysteme (Quelle: DIN SPEC 33453:2019, S. 10)

Den drei Phasen „Analyse“, „Gestaltung“ und „Implementierung“ sind elf teilweise überlappende Dimensionen zugeordnet. Die Analysephase zielt darauf ab, neue Ideen zu finden und zu bewerten. Dazu werden zunächst Kundenbedürfnisse analysiert sowie bestehende Ressourcen, Prozesse und Lösungen aus dem Ökosystem identifiziert. Aus dem Abgleich werden Ideen für die Entwicklung von neuen digitalen Dienstleistungen abgeleitet und priorisiert. Für ausgewählte Ideen werden Anforderungen, Funktionalitäten, Erfolgsfaktoren und eine erste Geschäftslogik definiert. Im Anschluss wird am Entscheidungs-knotenpunkt festgestellt, ob die Ideen weiterverfolgt werden und ob weitere Analysen notwendig sind. Damit ähneln die Aufgaben den Phasen „Ideation“ und „Anforderungsanalyse“ aus dem Ansatz des Fraunhofer IAO, allerdings wird die Identifikation bestehender Leistungsbestandteile aus dem Ökosystem explizit erwähnt.

In der Gestaltungsphase wird die Entwicklung eines Dienstleistungsentwurfs adressiert und eine Zuordnung der Partnerrollen aus dem Ökosystem zu diesem vorgenommen (vgl. Winkler et al. 2020, S. 10). Die Konzeption umfasst, ähnlich zum Vorgehen des Aachener Modells, die Entwicklung von

MVS-Prototypen. Zusätzlich wird auf den Bedarf zur Entwicklung neuer Sachleistungen verwiesen (vgl. DIN SPEC 33453 2019, S. 14). Neben internen Konzepttests im Hinblick auf die Kriterien Leistungsfähigkeit, Kontinuität und Wirtschaftlichkeit, wird die Bedeutung des Testens unter Einbezug von Kunden hervorgehoben und als eigenständige Aufgabe beschrieben. Ziel ist die Evaluation der Vorteilhaftigkeit der Werterzeugung bei Nutzern (vgl. Gudergan et al. 2020, S. 77). Allerdings werden im Referenzprozess keine weiteren Angaben dazu gemacht, wie oder auf welche Weise dieser Test durchgeführt werden soll. Auch die der DIN SPEC 33453 anhängenden Methodensteckbriefe zur Gestaltungsphase adressieren im Wesentlichen Methoden und Konzepte der Prototyperstellung (z. B. Digital Mock-Up oder Low-Resolution-Prototyping), stellen jedoch keine Hinweise auf eine Vorgehensweise oder eine Bewertungsstruktur für die Evaluation mit Anspruchsgruppen bereit. Am zugewiesenen Entscheidungspunkt ist zu bestimmen, ob sich weitere Gestaltungszyklen oder die Implementierung anschließen sollen. Wird das Entwicklungsprojekt weitergeführt, werden in der Implementierungsphase Aktivitäten zur technischen und organisatorischen Verankerung der digitalen Dienstleistung im Unternehmen vorgenommen (vgl. Winkler et al. 2020, S. 10). Dazu erfolgt die Entwicklung einer Markteinführungsstrategie, die Evaluation und Konkretisierung des Geschäftsmodells sowie der Implementierung und Einführung des Dienstleistungssystems. Darüber hinaus werden die Erfahrungen und das Wissen mit der Anwendung des Referenzprozesses im Rahmen einer sich anschließenden Reflexion gesichert. Am Entscheidungspunkt ist zu prüfen, ob die Implementierung der neuen Dienstleistung vollständig erfolgt ist oder ob ein weiterer Transformationsbedarf besteht (vgl. DIN SPEC 33453 2019, S. 15). Die DIN SPEC 33453 stellt damit einen iterativen und flexiblen Ansatz zur Entwicklung von Smart Services vor, welche insbesondere den systemischen Charakter von Smart Services und den Aufbau und Einbezug von Ökosystemen in deren Entwicklung in den Vordergrund rückt. Das Testen von Prototypen mit Kunden wird als eigenständige Aufgabe definiert, eine weitere Ausdifferenzierung erfolgt jedoch nicht.

### **2.2.3 Zwischenfazit zur Entwicklung von Smart Services**

Aus dem Stand der Technik ergeben sich mehrere, für diese Arbeit relevante Erkenntnisse. Zunächst kann festgestellt werden, dass die grundlegenden Prinzipien des Service Engineerings auch für die Entwicklung von Smart Services gültig sind. Dazu zählen die Übertragung von geeigneten Ansätzen, Methoden und Werkzeugen aus angrenzenden Entwicklungsdisziplinen und deren Anpassung auf die spezifischen Merkmale von Smart Services. Darüber hinaus bedarf es zur Unterstützung von Unternehmen einer detaillierten Darstellung von Entwicklungszielen, auszuführenden Tätigkeiten, unterstützenden Methoden und Werkzeugen sowie Empfehlungen zur erfolgreichen Durchführung. Weiterhin hervorzuheben ist die Übertragbarkeit der übergeordneten Zielstellungen des Service Engineerings auf Smart Services: Das Sicherstellen einer hohen Qualität bei effizientem Ressourceneinsatz stellt auch für das Smart-Service-Engineering das zentrale Ziel dar.

Neben Gemeinsamkeiten lassen sich in den ersten dedizierten Ansätzen des Smart-Service-Engineerings jedoch auch neue Aspekte erkennen, welche den spezifischen Merkmalen Rechnung tragen. Hierzu gehört eine zunehmend flexible und agile Entwicklungslogik, welche das kontinuierliche Testen der Entwicklungsgegenstände mit Anspruchsgruppen als zentrale Aufgabe in den Mittelpunkt der Entwicklung rückt. Da sich trotz der zunehmenden Bedeutung in keinem der Ansätze eine integrative, methodische Unterstützung für das Testen findet, kann ein Bedarf nach einem Verfahren zum Testen der Qualität von Smart Services festgehalten werden.

## 2.3 Testen im Kontext von Smart Services

In Kapitel 2.3 wird der aktuelle Wissensstand der Entwicklungsaufgabe „Testen“ untersucht und dargestellt. Da bisher kein dedizierter Ansatz für das Testen von Smart Services vorliegt, wird dabei auf Erkenntnisse aus den angrenzenden Entwicklungsdisziplinen der einzelnen Leistungsbestandteile zurückgegriffen.

### 2.3.1 Grundlagen des Testens

#### 2.3.1.1 Begriffe und Ziele des Testens

Über die Hälfte aller neu eingeführten Smart Services scheitern im ersten Jahr nach ihrer Markteinführung (vgl. Leiting/Rix 2020, S. 17). Ein Grund für das Scheitern wird darin gesehen, dass bei der Entwicklung von neuen Marktleistungen die Bedürfnisse und Präferenzen von Nutzern und Kunden nicht in ausreichendem Maß berücksichtigt werden (vgl. Backhaus 2019, S. 8). In diesem Zusammenhang stellt das kontinuierliche Testen die zentrale Entwicklungsaktivität dar, da es die Wissensbasis über die zu entwickelnde Leistung stetig erweitert (vgl. Albers 2010, S. 5). Darüber hinaus sind Testaktivitäten für Unternehmen wichtig, um die Qualität der Leistungen noch vor der Markteinführung zu steigern und damit die Erfolgswahrscheinlichkeit zu erhöhen (vgl. Spath et al. 2014a, S. 163). Insbesondere bei der Entwicklung von Smart Services, bei welchen Unternehmen mit einer Unsicherheit über nachfrageseitigen Qualitätsanforderungen konfrontiert sind, nimmt die Bedeutung des Testens als wiederkehrend durchgeführte Aktivität zu.

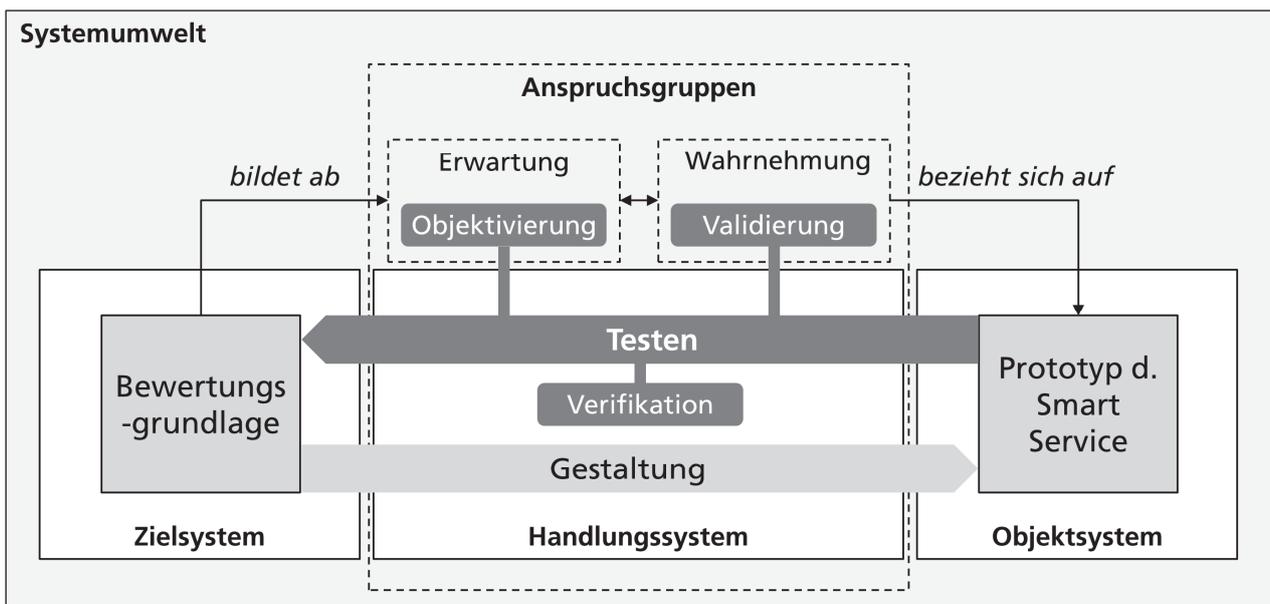
Unter dem Begriff Testen werden alle Tätigkeiten zusammengefasst, bei welchen ein System oder zugehörige Komponenten unter bestimmten Bedingungen ausgeführt werden und auf Basis der beobachteten Ergebnisse eine Bewertung im Hinblick auf einen bestimmten Aspekt vorgenommen wird (vgl. VDI/VDE:4004 2020, S. 3). Diese weit gefasste Begriffsdefinition führt dazu, dass dem Testbegriff zur Präzisierung oftmals ergänzende Beschreibungen zugewiesen werden. Diese beziehen sich beispielsweise auf das Testziel (z. B. Qualitätstest), das Testobjekt (z. B. Smart-Service-Test), die Teststufe (z. B. Integrationstest) oder die Testperson (z. B. Nutzertest) und schließen einander daher nicht aus (vgl. Spillner/Linz 2019, S. 15). Darüber hinaus werden in Abhängigkeit der jeweiligen Fachdisziplin oder Anwendungsdomäne für das Testen auch weitere Begriffe, wie Evaluation, Absicherung oder Experiment synonym verwendet (vgl. Exner 2019, S. 34).

Als zentrale Aktivität der Entwicklung zielt das Testen darauf ab, einen Beitrag zu den Zielen des Service Engineerings, also einer Qualitätssteigerung des Entwicklungsgegenstands und einer effizienten Durchführung, zu leisten (vgl. Meiren/Burger 2010, S. 621; Richter/Tschandl 2017, S. 161). Durch wiederkehrendes Testen wird die Leistungsfähigkeit des Entwicklungsgegenstandes kontinuierlich gesteigert und damit Risiken systematisch gesenkt. Das wiederum wirkt sich positiv auf die Erfüllung von Kundenbedürfnissen aus (vgl. DIN SPEC 33453:2019, S. 14). Das frühzeitige Aufdecken von Unzulänglichkeiten oder Fehlern reduziert zudem den Aufwand von nachträglichen Anpassungen. Darüber hinaus können im Rahmen von Tests auch die Akzeptanz und das Marktpotenzial abgeschätzt, Mitarbeitende qualifiziert oder Aufmerksamkeit auf die neu entwickelte Leistung gelenkt werden (vgl. Spath et al. 2014a, S. 157f.). Ein weiterer Beitrag des Testens besteht darin, dass unterschiedliche Varianten eines Entwicklungsgegenstandes miteinander verglichen und Präferenzen von Anspruchsgruppen erhoben werden können (vgl. Sarodnick/Brau 2016, S. 24).

### 2.3.1.2 Bestandteile und Aktivitäten des Testens

Da es sich bei Smart Services um komplexe Leistungsbündel handelt, können die relevanten Bestandteile und Aktivitäten des Testens anhand einer Herangehensweise aus dem Systems Engineering aufgezeigt werden. Das sogenannte ZHO-Modell charakterisiert den Entwicklungsprozess als Transformation eines Zielsystems unter Anwendung eines Handlungssystems in ein Objektsystem (vgl. Albers/Braun 2011, S. 16). Das Zielsystem beschreibt die Vorstellung des Entwicklungsteams über den gewünschten Zustand des Entwicklungsgegenstandes (vgl. Ropohl 2009, S. 152). Es leitet sich aus den zu einem bestimmten Zeitpunkt bekannten Anforderungen, Rahmenbedingungen und Eigenschaften ab und wird im Verlauf der Entwicklung konkretisiert und erweitert. Das Objektsystem umfasst alle Teillösungen des Entwicklungsgegenstandes zu einem bestimmten Entwicklungszeitpunkt. Dazu gehören neben Beschreibungen und Dokumenten auch materielle Modelle sowie physische und digitale Prototypen (vgl. Ehrlenspiel/Meerkamp 2013, S. 24). Das Handlungssystem beschreibt die Aktivitäten, Ressourcen, Prozesse und Methoden, welche zur Transformation des Zielsystems in das Objektsystem eingesetzt werden. Auch werden die individuelle Wissensbasis und der mentale Lösungsraum von beteiligten Personen als Teil des Handlungssystems verstanden (vgl. Lohmeyer 2013, S. 115). Die Entwicklung stellt im ZHO-Modell eine wiederkehrende Abfolge von gestaltenden und testenden Aktivitäten dar, was in Abbildung 2-11 ersichtlich wird.

In der Abbildung werden die drei Teilaufgaben des Testens verdeutlicht, die zum Erreichen der Ziele notwendig sind: *Verifikation – Validierung – Objektivierung*. Die Überprüfung, ob Elemente aus dem Objektsystem die im Zielsystem festgelegten Spezifikationen erfüllen, wird als *Verifikation* bezeichnet (vgl. Klingler 2016, S. 17). Dieser Abgleich zwischen den bereits vorab definierten Anforderungen und deren Überführung in Eigenschaften des Objektsystems kann ohne Einbindung von Anspruchsgruppen durchgeführt werden. In Bezug auf die oben genannten Testziele stehen hierbei eher eine Überprüfung der Kontinuität und Leistungsfähigkeit bzw. das Aufdecken von Entwicklungsfehlern im Fokus der Betrachtung.



**Abbildung 2-11:** Bestandteile und Aufgaben des Testens in der Entwicklung (Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Albers et al. 2016, S. 545)

### **2.3.1.3 Umsetzung von Dienstleistungstests in der Unternehmenspraxis**

In der Wissenschaft haben sich bislang nur wenige Arbeiten mit dem aktuellen Stand zum Testen von Dienstleistungen in der Unternehmenspraxis auseinandergesetzt. Zu den wenigen Arbeiten zählen eine qualitative Studie von BURGER unter 21 Experten aus Unternehmen sowie eine darauf aufbauende quantitative Breitenerhebung von BURGER und SCHULTZ unter 205 Dienstleistungsanbietern (vgl. Burger 2014, S. 12; Burger/Schultz 2014, S. 15). Die beiden Studien stellen die letzten praxisbezogenen Veröffentlichungen zum Thema dar und bilden daher einen wichtigen Anknüpfungspunkt für die vorliegende Arbeit. Nachfolgend werden die zentralen Erkenntnisse von Burger und Schultz zusammengefasst:

Knapp 75 % der Unternehmen der Breitenerhebung schätzten eine eigenständige Testphase im Rahmen der Dienstleistungsentwicklung als wichtig oder sehr wichtig ein, was die in Bedeutung des Testens unterstreicht (vgl. Burger/Schultz 2014, S. 29). Darüber hinaus wurde die Bedeutung verschiedener Testziele abgefragt. Dabei wurden die beiden Zielsetzungen „Bestätigung des angestrebten Kundennutzens“ sowie „Steigerung der Qualität von Dienstleistungen“ als besonders bedeutsam bewertet (vgl. Burger/Schultz 2014, S. 33). Die weiteren Testziele „Abschätzung des Marktpotenzials“, „Qualifizierung von Mitarbeitern“, „Überprüfung des Reifegrads“ sowie „Ermittlung des Qualifizierungsbedarfs“ wurden im Vergleich als weniger bedeutsam beurteilt. Laut Aussagen der befragten Experten werden die Testaktivitäten häufig projektweise organisiert und sind dabei mehrheitlich dem Entwicklungsprojekt unterstellt (vgl. Burger 2014, S. 43). Hier zeigen sich Unterschiede zur Testorganisation im Software Engineering, welches eine strikte Trennung zwischen der Entwicklung und dem Testen empfiehlt (vgl. Spillner/Linz 2019, S. 222). Testprojekte werden dort üblicherweise als eigenständige Projekte in der Qualitätsmanagement-Abteilung durchgeführt (vgl. Baumgartner 2018, S. 11).

Die Antworten der befragten Unternehmen zur Testdurchführung verdeutlichen darüber hinaus, dass Tests in vielen Fällen ohne eine strukturierte Vorgehensweise oder den Einsatz von dienstleistungsspezifischen Methoden erfolgen (vgl. Burger/Schultz 2014, S. 40). Darüber hinaus verlassen sich Unternehmen bei der Bewertung in früheren Entwicklungsphasen auf implizite Kundenkenntnisse der Entwickler und nutzen selten die Vorteile von Prototypen zur Einbindung von Anspruchsgruppen. Den größten Handlungsbedarf sehen die Befragten daher in der Bereitstellung von geeigneten Methoden und Werkzeugen zur Durchführung von Tests (vgl. Burger/Schultz 2014, S. 58). Über 72 % der befragten Unternehmen gaben darüber hinaus an, dass ein Bedarf für einen Leitfaden zur Testdurchführung besteht.

### **2.3.2 Testansätze in den verschiedenen Entwicklungsdisziplinen**

Der Bedarf nach systematischen Ansätzen zum Testen wurde im vorangehenden Abschnitt sowie in den vorgestellten Ansätzen des Smart-Service-Engineerings deutlich. In den nachfolgenden Abschnitten werden bereits bestehende Ansätze aus der Entwicklung von persönlichen Dienstleistungen und digitalen Diensten vorgestellt.

#### **2.3.2.1 Testen im Service Engineering**

In der Literatur finden sich bisher nur vereinzelt Ansätze, welche das systematische Testen von Dienstleistungen als eigenständige Entwicklungsaufgabe beschreiben (vgl. Bae/Leem 2014, S. 341). Als Grund hierfür wird der immaterielle Charakter von Dienstleistungen angeführt, der die Visualisierung und Bewertung mit Kunden erschwert (vgl. Meiren/Burger 2010, S. 623). Das

Vorgehen von BURGER ET AL. stellt den ersten strukturierten Ansatz zum Testen von Dienstleistungskonzepten dar (vgl. Burger et al. 2010, S. 12ff.). Zeitgleich wurde ein zweiter Ansatz von MEIREN und BURGER zum Thema veröffentlicht, dessen Fokus eher auf operativen Aktivitäten als auf der Darstellung von Testphasen oder dem Testmanagement liegt (vgl. Meiren/Burger 2010, S. 621ff.).

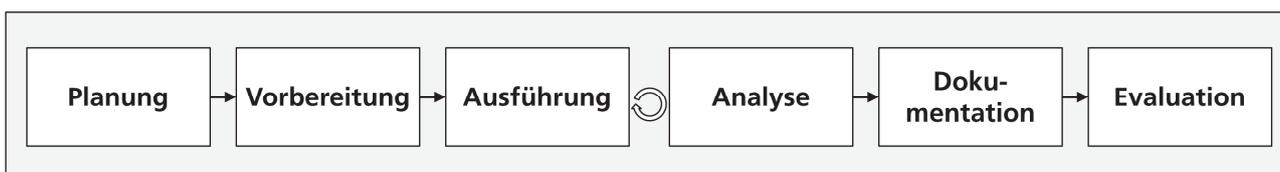
Das Vorgehensmodell von BURGER ET AL. umfasst sechs Testphasen (siehe Abbildung 2-12). Die erste Phase beschreibt die Testplanung, welche eine strukturierte Vorgehensweise und Testausführung sicherstellen soll und in vier Aktivitäten unterteilt ist: Dazu gehört das Festlegen von zentralen Testrollen und -verantwortungen, die Auswahl der zu testenden Funktionen, das Festlegen der Testumgebung sowie die Identifikation von geeigneten Testszenarien. Der Ablauf zur Identifikation der Testszenarien wird im Ansatz von MEIREN und BURGER detailliert. Mit Hilfe von Service Blueprints werden die geplanten Erbringungsprozesse hinsichtlich kritischer Schwachstellen analysiert, welche anschließend zu Testszenarien zusammengeführt werden (vgl. Meiren/Burger 2010, S. 626).

Die zweite Phase umfasst Vorbereitungsaktivitäten, zu welchen die Bereitstellung von Testumgebung, -objekten und -subjekten sowie von relevantem Wissen für die am Test beteiligten Personen und die Interaktionsgestaltung gehören (vgl. Burger et al. 2010, S. 19). In beiden vorgestellten Beiträgen erfolgt der Test in einem Service-Labor des Fraunhofer IAO, dem sogenannten ServLab, bei dem es sich um eine Plattform zur Visualisierung und zum Testen von Dienstleistungen handelt (vgl. Freitag 2016, S. 553).

In der dritten Testphase erfolgt die eigentliche Durchführung, in der die geplanten und vorbereiteten Testszenarien durchgeführt und von Anspruchsgruppen bewertet werden (vgl. Burger et al. 2010, S. 15). In der sich anschließenden Analysephase werden die gesammelten Bewertungsdaten (z. B. Kameraaufnahmen, Bilder oder Geräusche) ausgewertet und weitere Rückmeldungen vom Testteam eingeholt.

Um Verbesserungsvorschläge direkt einfließen zu lassen, werden die Durchführungs- und Analysephase iterativ ausgeführt, was eine schrittweise Verbesserung des Testszenarios ermöglicht. Die sich anschließende Dokumentation hat zum Ziel, alle Aktivitäten und Ergebnisse zu dokumentieren und einen Aktionsplan für die weiteren Entwicklungsschritte zu entwickeln. Anschließend erfolgt eine Evaluation des Testprozesses, um die Effektivität und Effizienz von Testprojekten kontinuierlich zu verbessern (vgl. Burger et al. 2010, S. 15).

Die beiden vorgestellten Ansätze bieten eine Grundlage für einen systematischen Dienstleistungstest unter Einbezug von Anspruchsgruppen. Der Fokus der Beiträge liegt auf der Darstellung von Vorgehensmodellen sowie der Vorstellung des ServLab anhand eines praktischen Beispiels. Eine detaillierte Beschreibung darüber, wie die Testaktivitäten auszuführen sind und welche Methoden und Werkzeuge dabei einzusetzen sind, erfolgt in beiden Beiträgen nicht.



**Abbildung 2-12:** Generisches Vorgehensmodell zum Testen von Dienstleistungen (Quelle: Burger et al. 2010, S. 14)

Diese Einschätzung deckt sich mit den Erkenntnissen von SPATH ET AL. Die Autoren erachten die Entwicklung von spezifischen Vorgehensmodellen, Methoden und Werkzeugen als eine zentrale Aufgabe für nachfolgende Forschungsaktivitäten (vgl. Spath et al. 2014a, S. 164). BURGER leitet in diesem Zusammenhang aus der bereits genannten Expertenstudie fünf neue Testphasen ab (Teststrategie und -ziele formulieren; Testplanung und -design; Testdurchführung; Abschluss und Evaluation; Testdokumentation), welche knapp beschrieben werden, jedoch keine weiteren Informationen zur Operationalisierung aufweisen (vgl. Burger 2014, S. 37f.). Die Dokumentationsphase wird parallel zu den weiteren Phasen ausgeführt.

Der Ansatz von BURGER ET AL. wird in weiteren Beiträgen aufgegriffen und auf die Anwendung in der Entwicklung von Produkt-Service-Systemen übertragen (vgl. Freitag/Schiller 2017, S. 363-339; Meiren/Freitag 2018, S. 79-88). Die Testphasen selbst bleiben dabei gleich, die Ablauflogik dagegen wird auf eine integrierte Entwicklung der unterschiedlichen Bestandteile angepasst (vgl. Freitag/Schiller 2017, S. 338). Neben der getrennten Bewertung von Service- und Produktkomponenten wird in den Ansätzen zusätzlich eine Bewertung des Zusammenwirkens der Komponenten vorgenommen. Daraus resultiert der Vorschlag von vier unterschiedlichen Empfehlungen für das weitere Vorgehen, zu denen die Freigabe von keiner, von beiden, oder von nur jeweils einer Komponente des Produkt-Service-Systems zählen (vgl. Meiren/Freitag 2018, S. 83). Ein weiteres Vorgehen, das eng mit der Erstellung von Service-Prototypen verbunden ist, stellen OH ET AL. vor (vgl. Oh et al. 2013, S. 304ff). Der Ansatz umfasst die folgenden fünf Testaufgaben: Definition des Projekts – Gestaltung des Tests – Entwicklung eines Dienstleistungsprototyps – Testen und Messen – Analysieren und Optimieren. OH ET AL. beziehen sich dabei auf ein Service-Labor, in dem mithilfe von virtueller Realität Prototypen entwickelt und von verschiedenen Anspruchsgruppen bewertet werden können (vgl. Oh et al. 2013, S. 305).

### 2.3.2.2 Testen im Software Engineering

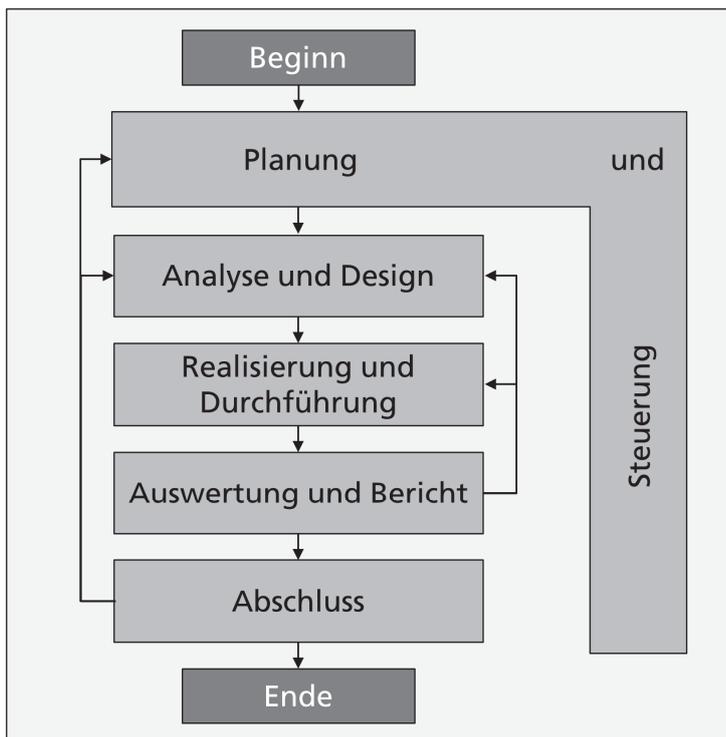
Eines der bekanntesten Modelle des Software Engineerings stellt das allgemeine V-Modell dar, welches auf die Arbeiten von BOEHM 1979 zurückgeht. Der Entwicklungsansatz betont dabei die Bedeutung von Verifikation und Validierung in besonderem Maß. Es ist die grundlegende Idee des allgemeinen V-Modells, dass Entwicklungs- und Testaktivitäten gleichberechtigte und zueinander korrespondierende Tätigkeiten darstellen (vgl. Spillner/Linz 2019, S. 55). Der linke Ast des V-förmigen Modells stellt die kognitiven Entwicklungsschritte dar, wobei der Entwicklungsgegenstand ausgehend von Anforderungen durch Dekonstruktion vom Systementwurf bis hin zu einzelnen Komponenten zunehmend spezifiziert wird. Nach der Programmierung der Komponenten erfolgt auf dem rechten Ast eine den jeweiligen Entwicklungsstufen zugeordnete Abfolge von Testaktivitäten, in sogenannten Teststufen.

Zu diesen gehören

- der **Komponententest**, in dem die einzelnen Module und Komponenten getestet werden,
- der **Integrationstest**, der das Zusammenspiel der Komponenten überprüft,
- der **Systemtest**, der das gesamte System hinsichtlich der Erfüllung von Anforderungen prüft (vgl. Spillner et al. 2014, S. 63),
- der **Abnahmetest**, der die Systemqualität mit Anspruchsgruppen prüft. Er erfolgt nach der Verifikation, in der Validierungsphase.

Die Grundidee des allgemeinen V-Modells wurde auf die Entwicklung von mechatronischen Systemen sowie von hybriden Leistungsbündeln übertragen und entsprechend weiterentwickelt (vgl. VDI:2206 2004, S. 29; Spath/Demuß 2006, S. 496).

Für jede der Teststufen im V-Modell kann der fundamentale Testprozess des International Software Testing Qualifications Board (ISTQB) eingesetzt werden (vgl. Spillner 2008, S. 13). Das ISTQB stellt eine internationale Organisation für Softwaretester dar, deren Arbeiten sich in Unternehmen als Quasi-Standard etabliert haben (vgl. Lütze 2015, S. 44). Der von SPILLNER 2008 vorgestellte fundamentale Testprozess umfasst dabei fünf unterschiedliche Phasen, welche in Abbildung 2-13 dargestellt sind (vgl. Spillner 2008, S. 12).



**Abbildung 2-13:** Fundamentaler Testprozess des ISTQB  
(Quelle: Spillner 2008, S. 12)

Die fünf Testphasen lassen sich wie folgt charakterisieren:

- In der **Planungs- und Steuerungsphase** wird zunächst festgelegt, welche Systembestandteile mit welchem technischen Verfahren getestet werden sollen und welche Ressourcen dabei zur Verfügung stehen. Darüber hinaus werden Steuerungsmechanismen etabliert, welche die Einhaltung der geplanten Ziele und Aktivitäten sicherstellen sollen.
- In der sich anschließenden **Analyse- und Designphase** werden bestehende Dokumente analysiert und Testbedingungen abgeleitet (vgl. Spillner 2008, S. 13). Es sind zudem Testziele und -kriterien sowie erste Testfälle und -umgebungen zu definieren.
- Die dritte Phase, **Realisierung und Durchführung**, konkretisiert die Testfälle anhand von Ein- und Ausgabewerten und umfasst die Durchführung der Tests.

- Im Anschluss erfolgt ein Abgleich der Testergebnisse mit den definierten Zielen. Dies findet in der **Auswertungs- und Berichtsphase** statt, welche auch die Erstellung eines Ergebnisberichts adressiert.
- In der **Abschlussphase** wird sichergestellt, dass die erzielten Testergebnisse im Hinblick auf die Qualität als ausreichend angesehen werden und weitergehenden Maßnahmen festgelegt.

Von diesem Vorgehen ausgehend stellen SPILLNER und LINZ eine veränderte Version des Testprozesses vor, dessen Unterschiede nachfolgend kurz aufgezeigt werden (vgl. Spillner/Linz 2019, S. 29). Der Testprozess umfasst sieben Aktivitäten, von denen die Testplanung und die Teststeuerung als getrennte und parallel zu den anderen Phasen zu durchlaufenden Aktivitäten dargestellt werden und eine Art projektbezogenes Testmanagement bilden. Zu den inhaltlichen Aktivitäten zählen Testanalyse, -entwurf, -realisierung, -durchführung und -abschluss. Die Testaktivitäten und die dargestellten Inhalte ähneln damit sehr denen des fundamentalen Testprozesses. Eine Neuerung stellt die explizit genannte Möglichkeit dar, die Testaktivitäten entweder sequenziell oder in einem iterativen Zyklus durchlaufen zu können (vgl. Spillner/Linz 2019, S. 30f.). In Verbindung mit den Teststufen aus dem V-Modell eignet sich der iterative Testzyklus auch für agil organisierte Entwicklungsprojekte.

Beide Versionen des fundamentalen Testprozesses zielen auf das Sicherstellen und die Steigerung der Softwarequalität ab (vgl. Spillner et al. 2014, S. 18). Neben der Überprüfung von funktionalen Qualitätsaspekten wird explizit auf die Validierung mit Nutzern hingewiesen (vgl. Spillner/Linz 2019, S. 27). Die dargestellten Methoden und Werkzeuge sind jedoch stark auf die Verifikation und das Aufdecken von Fehlern in Dokumentationen oder Software-Codes durch automatisierte Testprogramme oder interne Experten gerichtet. Vorgehensmodelle oder Methoden zur Einbindung von Anspruchsgruppen oder zur Bewertung der wahrgenommenen Qualität im Sinne einer Dienstleistungsperspektive werden nicht dargestellt. Dies gilt auch für weitere Testansätze des Software Engineerings, wie zum Beispiel den dynamischen Testansatz des ISO/IEC/IEEE 29119-2:2013 (vgl. Richter/Flückinger 2016, S. 29; ISO/IEC/IEEE 29119-2:2013, S. 28). Daher werden im nachfolgenden Abschnitt die Testansätze des Usability-Engineerings betrachtet, welche explizit auf die Einbindung von Nutzern und weiteren Anspruchsgruppen gerichtet sind.

### 2.3.2.3 Testen im Usability Engineering

Das Usability-Engineering versteht sich als Erweiterung üblicher Herangehensweisen zur Entwicklung interaktiver Systeme (z. B. Software Engineering), welchen es die Aspekte der Nutzerorientierung und der Gebrauchstauglichkeit („Usability“) hinzufügt (vgl. Sarodnick/Brau 2016, S. 23). In einer engen Sichtweise bemisst sich die Gebrauchstauglichkeit eines Systems daran, wie leicht erlernbar und einprägsam seine Nutzung ist, wie effizient Aufgaben gelöst werden können, wie zufriedenstellend die Benutzung ist und ob Fehler im Umgang geschehen (vgl. Nielsen 1993, S. 26). Andere Definitionen gehen über dieses Verständnis hinaus und definieren Gebrauchstauglichkeit als Ausmaß, in dem ein System durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Kontext genutzt werden kann, um festgelegte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen (vgl. DIN EN ISO 9241-210:2011, S. 7). In den Ausführungen der Beiträge wird jedoch deutlich, dass sich die dargestellten Attribute insbesondere auf die Benutzerschnittstelle der interaktiven Systeme beziehen (vgl. Richter/Flückinger 2016, S. 16). Um den Software-Engineering-Prozess von Beginn an mit nutzerzentrierten Aktivitäten zu ergänzen, wird ein paralleler Prozess mit vier Schritten empfohlen (vgl. DIN EN ISO 9241-210:2011, S. 15): Zunächst gilt es, den Nutzerkontext zu verstehen und zu beschreiben, woraufhin Anforderungen

spezifiziert und Gestaltungslösungen entworfen werden. Der vierte Schritt umfasst die Evaluation der Gebrauchstauglichkeit, welche bei negativem Ergebnis zu erneutem Durchlaufen der ersten drei Schritte führt (vgl. Richter/Flückinger 2016, S. 29). Der Evaluation kommt damit eine entscheidende Rolle zu.

Zur Umsetzung der Evaluation stellt das Usability-Engineering eine Vielzahl an Methoden vor, wobei sich analytische und empirische Verfahren unterscheiden lassen. Zu den bekannten analytischen Methoden gehört die Experten-Inspektion, bei der die entwickelten Systeme hinsichtlich der Erfüllung von vordefinierten Heuristiken untersucht werden (vgl. Nielsen 1994, S. 413). Bei Heuristiken handelt es sich um allgemeine Gestaltungsprinzipien, die beschreiben, wie gebrauchstaugliche Systeme gestaltet sein sollten (vgl. Barnum 2020, S. 46; Schmid/Maier 2017, S. 162). Die Evaluation erfolgt durch interne Experten, weshalb sich Inspektionen lediglich anhand ihrer Bewertungsgrundlage von der Verifikation des Software Engineerings unterscheiden. Neben analytischen Methoden stellt das Usability-Engineering jedoch mit empirischen Methoden eine zweite Evaluationskategorie vor, welche die Einbindung von Anspruchsgruppen adressieren.

Der Usability-Test stellt dabei das fundamentale Verfahren zur Untersuchung der Gebrauchstauglichkeit dar, da Nutzer für die Bewertung eigenständig Aufgaben mit dem entwickelten System durchführen und dabei vorgegebene Ziele erreichen sollen (vgl. Dumas/Redish 1999, S. 23f.). Da Probanden nur wenige Instruktionen erhalten, zeigt sich zum Beispiel direkt, wie selbsterklärend die Benutzerschnittstelle des interaktiven Systems ist oder wie schnell Nutzer die gestellte Aufgabe erledigen können. Für die Bewertung werden die Probanden durch das Testteam bei der Durchführung der Aktivitäten beobachtet. Aus diesem Grund finden Usability-Tests oftmals in einem speziellen Testlabor statt, in dem neben den Testrechnern zur Durchführung der Aufgaben auch ein Kontrollraum für eine unauffällige Beobachtung der Nutzer existiert (vgl. Rubin/Chisnell 2008, S. 101ff.). Im Anschluss an die Bearbeitung können die Probanden zusätzlich subjektive Einschätzungen zur Gebrauchstauglichkeit, zu ausgewählten Situationen sowie zu Schwierigkeiten äußern, welche z. B. mit Fragebögen erhoben werden (vgl. Sarodnick/Brau 2016, S. 164). Aufgrund der Beobachtung der Nutzungssituation führen Usability-Tests zu ungefilterten Erkenntnissen. Allerdings sind sie mit einem hohen Aufwand verbunden und können erst in späten Phasen durchgeführt werden, wenn funktionsfähige Prototypen der Systeme vorliegen.

Einen Mittelweg stellen sogenannte Usability-Walkthroughs dar, welche auch zur Evaluation von weniger ausgereiften Prototypen in frühen Phasen der Entwicklung eingesetzt werden. Dabei werden Nutzer bei der Bearbeitung von Aufgaben von einem Moderator aus dem Testteam begleitet (vgl. Richter/Flückinger 2016, S. 110). Der Moderator kann in Abhängigkeit des Reifegrades entweder den Prototypen vorführen oder simulieren, und den Testproband bei Fragen oder Problemstellungen direkt unterstützen. Für die unterschiedlichen Evaluationsansätze des Usability-Engineering finden sich in der Literatur ausführliche Beschreibungen zum Vorgehen und den einzusetzenden Methoden. Damit stellen sie eine wichtige Ergänzung zu den auf funktionale Aspekte gerichteten Testansätzen des Software Engineerings dar. Mit dem Fokus auf die Gebrauchstauglichkeit einer elektronischen Schnittstelle (z. B. grafische Benutzeroberfläche) wird allerdings nur ein Teilbereich der wahrnehmbaren Qualitätsmerkmale berücksichtigt, die den meinungsbildenden und handlungsinduzierenden Gesamteindruck adressieren (vgl. Leimeister 2020, S. 370).

### 2.3.3 Prototypen und Testlabore

Damit ein Entwicklungsstand im Rahmen von Tests durch Anspruchsgruppen bewertet werden kann, muss er für diese greif- und erlebbar gemacht werden. Dabei ist zum einen der Entwicklungsgegenstand selbst durch geeignete Prototypen darzustellen, welche den immateriellen und prozessualen Charakter von Dienstleistungen berücksichtigen. Zum anderen müssen aufgrund der Bedeutung des situativen Nutzwertes auch Kontextfaktoren der Erbringung simuliert werden, z. B. in Testlaboren.

#### 2.3.3.1 Dienstleistungsprototypen

In den verschiedenen Entwicklungsdisziplinen finden sich neben dem Begriff des Prototyps auch weitere, teilweise synonym verwendete Begriffe, wie z. B. Simulation, Entwurf, Skizze oder Modell (vgl. Exner 2019, S. 56). Ein Dienstleistungsprototyp bezeichnet eine erste oder noch unvollständig entwickelte Version der Dienstleistung, welche eine Untersuchung und Verbesserung von zentralen Eigenschaften ermöglicht (vgl. Meiren/Münster 2011, S. 124). Das übergeordnete Ziel besteht also darin, diese Version bereits während ihrer Entwicklung zu bewerten und damit eine hohe Dienstleistungsqualität zu sichern und Risiken zu senken (vgl. Abdel Razek et al. 2020, S. 29). Zur Erfüllung dieser Ziele können Prototypen die Entwicklung auf unterschiedliche Weise unterstützen. Zum einen ermöglichen sie es, gemeinsam mit potenziellen Nutzern zu experimentieren, um erste Ideen oder Lösungen zu erkunden und Anforderungen an die Dienstleistung zu erheben (vgl. van Husen et al. 2019, S. 390). Zum anderen fördern Prototypen die interne Kommunikation zwischen den interdisziplinären Entwicklungsteams, welche gemeinsam an einem Smart Service arbeiten, und unterstützen eine fundierte Entscheidungsfindung (vgl. Exner et al. 2014, S. 71). Der Hauptzweck von Prototypen besteht jedoch darin, den Entwicklungsgegenstand für das Testen mit verschiedenen Anspruchsgruppen erlebbar zu machen, um Qualitätswahrnehmungen bewerten zu können (vgl. Bae/Leem 2014, S. 342; Oberhofer/Maier 2018, S. 2). Dabei wirken Prototypen wie ein Filter, der die für den Test unwesentlichen Bestandteile ausblendet und damit die zu prüfenden Bestandteile in den Fokus rückt (vgl. Lim et al. 2008, S. 7:7). Bilden Prototypen viele Merkmale in geringer Detailtiefe ab, werden sie als horizontale Prototypen bezeichnet. Stellen sie jedoch einzelne Merkmale detailliert dar, handelt es sich um vertikale Prototypen (vgl. Nielsen 1994, S. 95).

Zur Entwicklung und Charakterisierung von Dienstleistungsprototypen stellen ABDEL RAZEK ET AL. einen umfassenden Ansatz vor, der die drei Perspektiven „Entwicklung“, „Bestandteile“ und „Schlüsselattribute“ unterscheidet (vgl. Abdel Razek et al. 2017a, S. 589). In der Perspektive „Entwicklung“ wird zunächst ein generisches Verfahren für das Prototyping im Service Engineering vorgestellt. Außerdem lassen sich die bereits angedeuteten Funktionen entlang der verschiedenen Entwicklungsphasen einordnen. Während in frühen Phasen weniger ausgeprägte Prototypen hauptsächlich zur Objektivierung genutzt werden, können Prototypen mit einem hohen Reifegrad zur Verifikation und Validierung eingesetzt werden (vgl. Blomkvist 2011, S. 57). Der wesentliche Unterschied zwischen Prototypen in der Produkt- und in der Dienstleistungsentwicklung ergibt sich aus dem integrativen und immateriellen Charakter der Dienstleistungserbringung, welcher auch die benötigten Bestandteile von Prototypen definiert (vgl. Diana, et al. 2009, S. 8).

Die in der zweiten Perspektive dargestellten „Bestandteile“ von Dienstleistungsprototypen lassen sich aus den bereits erwähnten Dimensionen Potenzial, Prozess und Ergebnis ableiten. Das Ergebnis, welches den subjektiven Nutzwert repräsentiert, der sich aus der Integration von Kunden in den Erstellungsprozess ergibt, kann nicht ohne Weiteres dargestellt werden. Stattdessen muss er von Nutzern im Rahmen simulierter Prozesse selbst erlebt werden. Die Potenzialfaktoren der

Dienstleistung lassen sich dagegen darstellen und in die Bestandteile Artefakte, Umgebung und Akteure unterteilen (vgl. Abdel Razek et al. 2017b, S. 136). Artefakten beschreiben alle physischen und digitalen Objekte und Werkzeuge, mit welchen Testprobanden interagieren können. In Bezug auf Smart Services zählen dazu beispielsweise die vernetzten physischen Objekte oder mobilen Endgeräte, auf denen die erzeugten Daten visualisiert oder die Interaktion mit digitalen Diensten ermöglicht wird. Den zweiten Bestandteil stellen die an der Erbringung beteiligten Akteure dar, zu denen alle internen oder externen Anspruchsgruppen gehören, welche an der Dienstleistungserbringung beteiligt sind (vgl. van Husen/Razek 2020, S. 392). Im Kontext von Smart Services können hier z. B. die Mitarbeitenden eines Anbieters oder seiner Partner aus dem Ökosystem sowie weitere Kunden genannt werden, deren Aktionen die Qualitätsbewertung in einem Testszenario beeinflussen. Den dritten Bestandteil stellt die physische oder digitale Umgebung dar, in der die Dienstleistung erbracht wird. Umfeldfaktoren haben einen starken Einfluss auf das Dienstleistungserlebnis und spielen daher eine wichtige Rolle bei der Erstellung von Prototypen (vgl. Roth/Jonas, 2018, S. 68). Zu den spezifischen Umgebungsfaktoren von Smart Services können unter anderem die in der physischen Umgebung installierten Sensornetze oder die virtuelle Umgebung und Atmosphäre von digitalen Infrastrukturen gehören. Den letzten Bestandteil eines Dienstleistungsprototyps stellen die Prozesse dar, welche zwischen einem Testprobanden und den verschiedenen Akteuren, digitalen und physischen Artefakten sowie der Umgebung stattfinden. Darüber hinaus können auch die überwiegend immateriellen Prozesse, die durch die Inanspruchnahme einer Leistung ausgelöst werden, als Bestandteil aufgefasst werden. Dazu zählen beispielsweise kognitive, emotionale oder informative Prozesselemente (vgl. Abdel Razek et al. 2020, S. 38). In Bezug auf Smart Services können diese beispielsweise neue, datenbasierte Erkenntnisse oder spieltypische Ansätze zur Verhaltensänderung auf Basis erfasster Daten darstellen. Je nach Einsatzzweck können Prototypen entweder ganze Prozessabläufe oder einzelne situative Interaktionen simulieren (vgl. Stickdorn et al. 2017, S. 65).

Die dritte Perspektive „*Schlüsselattribute*“ adressiert die Wiedergabetreue eines Prototyps. VAN HUSEN ET AL. unterscheiden dabei den zur Erstellung benötigten Aufwand, die Ähnlichkeit zur fertig entwickelten Dienstleistung und die Funktions- und Detailtiefe (vgl. van Husen et al. 2019, S. 393). LIM ET AL. beschreiben die Anatomie von Prototypen dagegen anhand von zwei Perspektiven: Prototypen als Filter adressieren die Dimensionen Erscheinung, eingesetzte Daten, Funktionalität, Interaktivität und räumliche Struktur (vgl. Lim et al. 2008, S. 7:11). Ihre Manifestationen lassen sich dagegen anhand des eingesetzten Materials (z. B. real oder virtuell), der Auflösung (z. B. Detailgrad der eingebauten Funktionalitäten) und dem Umfang der adressierten Bestandteile beschreiben. In vielen Fällen wird die Wiedergabetreue von Prototypen vereinfachend in gering („low-fidelity“) oder hoch („high-fidelity“) unterteilt (vgl. Exner 2019, S. 58). Low-Fidelity-Prototypen sind dabei durch eine geringe, High-Fidelity-Prototypen durch eine hohe Funktionalität und Abbildungstreue charakterisiert. Low-Fidelity-Prototypen sind oftmals einfach verbalisierte oder visualisierte Beschreibungen des Dienstleistungskonzepts als Ergebnis der Aktivitäten früher Entwicklungsphasen (z. B. aus dem Design Thinking). Dazu zählen beispielsweise Customer-Journey-Maps, Personas, Ökosystem-Maps oder Service Blueprints (vgl. Stickdorn et al. 2017, S. 37ff). Darüber hinaus können auch einfache, nicht-funktionsfähige Modelle (sogenannte Mock-Ups) mit physischen Materialien, wie Papier oder Bausteinen, oder auch digital visualisiert werden. Damit stellen Low-Fidelity-Prototypen eine ressourceneffiziente Möglichkeit zur Kommunikation von Ideen dar, welche mit Anspruchsgruppen diskutiert und bewertet werden können. Für die Erstellung von High-Fidelity-Prototypen werden dagegen oftmals aufwändigere Visualisierungsformen genutzt. DECKER ET AL. identifizieren hierfür als wesentliche Entwicklungen immersive Technologien, die Anwendung von Theaterkonzepten sowie die Einrichtung von ganzheitlichen

Entwicklungsplattformen, welche als Service-Labore bezeichnet werden (vgl. Decker et al. 2011, S. 48).

Eine weitere Herangehensweise des Prototyping stellt EXNER vor, der sich auf die Konzeptphase von Produkt-Service-Systemen und darauf aufbauend von Smart Services richtet. Im Mittelpunkt des Ansatzes steht die Identifikation von potenziellen Nutzungsszenarien der Produkt-Service-Systeme und deren Darstellung in Form von „hybriden Prototypen“. Diese umfassen neben den hier bereits genannten Formen der virtuellen und gemischten Realität zusätzlich auch digitale Modelle und Simulationen (vgl. Exner 2019, S. 115). Eine detaillierte Anleitung darüber, wie mithilfe der Prototypen ein Test im Sinne der oben beschriebenen Validation erfolgen kann, wird in dem Beitrag nicht dargestellt. Die Prototypisierung von Smart Services erfolgt anhand einer papierbasierten Abbildung des Geschäftsmodells und richtet sich auf die Ableitung einer Roadmap zur Entwicklung und Umsetzung (vgl. Exner 2019, S. 115ff).

### **2.3.3.2 Service-Labore**

Aufgrund des interaktiven Charakters von Dienstleistungen und der Bedeutung von Kontextfaktoren für die wahrgenommene Qualität erscheint es sinnvoll, das Testen von Dienstleistungen an Orten durchzuführen, in welchen auch Faktoren wie die Atmosphäre, das Layout oder die Beziehungen zwischen den involvierten Akteuren simuliert werden können (vgl. Roth/Jonas 2018, S. 69). In den vergangenen Jahren haben sich für die Entwicklung und das Testen neuer Dienstleistungen weltweit solche Orte, hier auch als Service-Labore bezeichnet, entwickelt (vgl. Freitag et al. 2016, S. 551f.). Service-Labore sind dabei als spezielle Orte für das schnelle Visualisieren und Simulieren neuer Konzepte zu verstehen, welche es ermöglichen, direktes Feedback von ausgewählten Anspruchsgruppen zu erhalten (vgl. DIN SPEC 91364:2018, S. 30). Bei den Orten kann es sich dabei entweder um physische Räumlichkeiten oder auch virtuelle Orte handeln. Der Mehrwert solcher Labore liegt neben der Tatsache, dass sie als Plattform für die Vernetzung unterschiedlicher Akteure dienen, in den verfügbaren Ressourcen. Dazu zählen neben der technischen Ausstattung und Werkzeugen auch die methodische Expertise und Moderation im Innovationsprozess (vgl. Memon/Meyer 2017, S. 33).

Um Dienstleistungen für eine Anspruchsgruppe erlebbar zu machen und ihnen ein Eintauchen in den interaktiven Erbringungsprozess zu ermöglichen, werden oftmals immersive Technologien genutzt. Diese können entlang des Virtualitätskontinuums von MILGRAM und KISHINO zwischen der realen Umwelt und einer vollständig virtuellen Umwelt eingeordnet werden (vgl. Milgram/Kishino 1994, S. 1321). Unter Nutzung der virtuellen Realität, welche eine durch einfache 3D-Visualisierungen oder stereoskopische Darstellungsformen erzeugte, digitale Wirklichkeit darstellt, kann zum Beispiel ein realistisches Erleben der Ausstattung und Umgebung ermöglicht werden (vgl. Spath et al. 2008, S. 3). Darüber hinaus können in der virtuellen Realität auch sogenannte Avatare eingesetzt werden, um die Interaktion zwischen Akteuren zu simulieren. Allerdings wirken diese oftmals künstlich und können das emotionale Erlebnis, welches aus der persönlichen Interaktion entsteht, nicht vermitteln (vgl. Meiren/Burger 2010, S. 625). Daher werden Dienstleistungen oftmals mithilfe von gemischter Realität simuliert. Eine Variante stellt die erweiterte Realität („Augmented Reality“) dar, welche eine computergestützte Anreicherung der wahrgenommenen Wirklichkeit darstellt (vgl. Bauer/Dangelmaier 2016, S. 942). Hier können z. B. Testprobanden an einem realen physischen Objekt Tätigkeiten ausüben und relevante Informationen, wie zum Beispiel eine Anleitung, über eine Datenbrille zur Verfügung gestellt bekommen. Darüber hinaus können persönliche Interaktionen in einem Service-Labor auch durch den Einsatz von Schauspielern simuliert werden, welche in einer mithilfe von virtueller Realität simulierten Umgebung agieren. Im

sogenannten Service-Theater nehmen Schauspieler vordefinierte Rollen von Nutzern oder Mitarbeitenden ein und simulieren den Ablauf der Interaktion (vgl. Böttcher 2011, S. 52). Mithilfe eines Publikums, das sich z. B. aus Kunden, Mitarbeitenden oder Entscheidern zusammensetzt, können dann verschiedene Varianten erprobt und bewertet werden (vgl. Grove/Fisk 1992b, S. 457). Der Mehrwert von Service-Laboren besteht darin, Tests unter Berücksichtigung von zentralen Einflussfaktoren zu wiederholen, die Verlässlichkeit durch ein kontrollierbares Umfeld zu erhöhen und damit gültige und auf die reale Dienstleistung übertragbare Aussagen treffen zu können (vgl. Bruhn 2006, S. 237).

Neben eher geschlossenen Laborkonzepten gewinnen auch sogenannte „Living Labs“ im Sinne von offenen Innovationslaboren an Bedeutung, welche eine Umgebung für gemeinsame Innovationsaktivitäten von unterschiedlichen Akteuren über einen längeren Zeitraum und in einem realitätsnahen Umfeld ermöglichen (vgl. Greve 2018, S. 27). Durch das Verbinden der Konzepte Service Engineering und Open Innovation, sollen Innovationsprozesse gezielt aus abgeschlossenen Umgebungen einzelner Fachbereiche in offene Umgebungen überführt werden, in denen verschiedene Anspruchsgruppen gemeinsam an neuen Lösungen arbeiten (vgl. Fritzsche et al. 2018, S. 58). Der offene Charakter soll dabei die kontinuierliche Integration von verschiedenen Nutzergruppen in den Entwicklungs- und Evaluationsprozess fördern und der Zugang zu Probanden erleichtern (vgl. Roth/Jonas 2018, S. 79).

### 2.3.3.3 Unterschiedliche Testarten

In Abhängigkeit der unterschiedlichen Formen und Reifegrade von Prototypen sowie der Testumgebung lassen sich mit dem Konzepttest, dem Labortest und dem Pilottest drei Arten des Testens unterscheiden (vgl. Spath et al. 2001, S. 119). In frühen Phasen der Entwicklung kann es sinnvoll sein, erste Ideen und Konzepte im Rahmen eines *Konzepttests* von relevanten Anspruchsgruppen bewerten zu lassen. Hierbei liegen in der Regel lediglich Low-Fidelity-Prototypen vor, also verbalisierte oder mit einfachen Mitteln visuell aufbereitete Formen des Dienstleistungskonzepts. Entsprechend eignen sich Konzepttests für die Bewertung und Auswahl erster Konzeptvarianten oder dienen der Sammlung von Ideen und Anforderungen. Vorteile ergeben sich aus der Möglichkeit, frühzeitig und ohne großen Aufwand an relevante Entwicklungsinformationen zu gelangen. In *Labortests* wird den Anspruchsgruppen ein aktueller Entwicklungsstand in einem Laborumfeld präsentiert. Mit der Nutzung der Service-Labore geht in der Regel auch ein erhöhter Testaufwand einher. Daher sollten die eingesetzten Prototypen zumindest in einigen Bestandteilen einen höheren Reifegrad im Hinblick auf ihre Wiedergabetreue und Funktionsfähigkeit aufweisen, um eine aussagekräftige Bewertung und Identifikation von konkreten Verbesserungsmaßnahmen zu ermöglichen. Durch die Laborressourcen und -ausstattung können nicht-funktionsfähige Bestandteile entsprechend simuliert werden. Ein *Pilottest* beschreibt den Einsatz eines nahezu vollständig funktionierenden und detailgetreuen Prototyps bei einer Auswahl von Testkunden im realen Erbringungsumfeld (vgl. Albers et al. 2016, S. 548). Hierbei kann eine umfassende und detaillierte Bewertung der wahrgenommenen Qualität von entwickelten Smart Services unter Berücksichtigung des konkreten Anwendungskontexts und der Umfeldfaktoren ermöglicht werden. Aufgedeckte Fehler erfordern aufgrund des hohen Reifegrades jedoch komplexe Anpassungs- und Korrekturmaßnahmen. Die drei Testarten unterscheiden sich hinsichtlich des erzielbaren Erkenntnisgewinns, des benötigten Aufwands und des Einsparpotenzials von Folgekosten voneinander.

## 2.3.4 Zwischenfazit zum Testen im Kontext von Smart Services

Die Validierung und Objektivierung beschreiben die Testaktivitäten mit Anspruchsgruppen und sind daher für die Entwicklung von Smart Services von besonderer Bedeutung. Nur unter dem Einbezug von Anspruchsgruppen können die Erfüllung von Qualitätsanforderungen verlässlich geprüft und entsprechende Maßnahmen abgeleitet werden. Bislang finden sich in der wissenschaftlichen Literatur keine dedizierten Ansätze oder Methoden zum Testen im Rahmen eines systematischen Smart-Service-Engineerings (vgl. Neuhüttler et al. 2019a, S. 175). In den angrenzenden Disziplinen des Service Engineerings, des Software Engineerings und des Usability Engineerings existieren dagegen Ansätze, aus welchen sich jeweils spezifische Erkenntnisse und grundlegende Prinzipien mit Relevanz für Smart Services ableiten lassen. Auch für die Prototypisierung von immateriellen Leistungen mit einem prozesshaften Charakter kann auf bestehende Ansätze zurückgegriffen werden. Diese zusammenzuführen und auf die spezifischen Merkmale von Smart Services anwendbar zu machen, stellt eine wesentliche Aufgabe dieser Arbeit dar.

## 2.4 Qualitätsbewertung im Kontext von Smart Services

Das Sicherstellen einer durchgängig hohen Qualitätswahrnehmung wurde als zentrales Entwicklungs- und Testziel im Smart-Service-Engineering identifiziert. Für die Zielerreichung muss zunächst ein Verständnis dafür geschaffen werden, was genau unter Qualität im Kontext von Smart Services zu verstehen ist. In Kapitel 2.4 werden daher bestehende Definitionen sowie Ansätze zur Analyse und Bewertung von Qualität untersucht.

### 2.4.1 Grundlagen und Begrifflichkeiten

#### 2.4.1.1 Definition und Abgrenzung des Qualitätsbegriffs

Für den Qualitätsbegriff existiert in der wissenschaftlichen Literatur eine Vielzahl an unterschiedlichen Definitionen, welche aus verschiedenen Blickwinkeln aufgestellt wurden (vgl. Schmitt/Pfeiffer 2015, S. 18). Ein weitverbreiteter Definitionsansatz stammt von GARVIN, der fünf Perspektiven für den Qualitätsbegriff unterscheidet (vgl. Garvin 1984, S. 25ff):

- Die *transzendente* Perspektive beschreibt Qualität als eine immanente und absolute Größe, welche jedoch nicht exakt analysiert oder definiert werden kann und sich erst aus Erfahrungen im Umgang mit einem Produkt ergibt.
- In der *herstellungsorientierten* Perspektive wird Qualität dagegen als eine interne Größe im Kontext der Produktentstehung verstanden. Sie ergibt sich aus der Umsetzung von objektiven oder kundenorientierten Anforderungen in Spezifikationen. Diese Perspektive ist eng mit verifizierenden Testaktivitäten verbunden.
- Der *wertorientierte* Begriff setzt die Qualität einer Leistung in ein Verhältnis zum Preis oder zu Kosten. Aus Kundensicht bestimmt sich Qualität aus dem Verhältnis zwischen der erhaltenen Leistung und ihrem Preis, aus Herstellersicht aus dem Verhältnis zwischen der erbrachten Leistung und den dabei anfallenden Kosten.
- Die *produktorientierte* Perspektive beschreibt Qualität als ein präzises und objektiv bewertbares Konstrukt, welches sich aus der Erfüllung von objektiven Merkmalen der

Leistung ergibt (vgl. Garvin 1984, S. 26). Die Gesamtqualität wird dabei als Summe des Erfüllungsgrades der einzelnen Qualitätsmerkmale verstanden.

- Qualität in der *kundenorientierten* Perspektive betont dagegen die subjektive Wahrnehmung darüber, ob individuelle Erwartungen eines Kunden an die Leistung erfüllt werden. Entsprechend ist Qualität eng mit dem Nutzwert der dienstleistungsorientierten Wertschöpfungsperspektive verbunden.

Ein ebenfalls weit verbreiteter Definitionsansatz stammt aus der Norm DIN ISO 9000:2015. Hier wird Qualität als der Grad definiert, in dem ein Satz inhärenter Merkmale eines Objektes Anforderungen erfüllt (vgl. DIN 9000:2015-11, S. 39). Weiter wird ausgeführt, dass es sich bei Anforderungen um Erwartungen handelt, welche üblicherweise von interessierten Parteien vorausgesetzt werden oder verpflichtend sind (vgl. DIN 9000:2015-11, S. 45). Diesem Verständnis folgend lässt sich zum einen feststellen, dass es sich bei der Qualität nicht um eine absolute Größe handelt, da diese immer in Bezug auf bestimmte Anforderungen zu verstehen ist (vgl. Martini 2008, S. 25). Zum anderen wird zur Bewertung der Qualität ein Satz inhärenter, also dem Objekt innewohnende Merkmale herangezogen. Für die Bewertung der Qualität von Dienstleistungen stellt dieser Aspekt eine Herausforderung dar, da aufgrund ihres immateriellen und prozesshaften Charakters sowie der Kontextbezogenheit nur wenige eindeutig überprüfbare Merkmale vorliegen (vgl. Zeithaml 1981, S. 186f.). Vielmehr basieren viele der von Kunden und Nutzern wahrgenommenen Qualitätsmerkmale auf individuellen Erwartungen, deren Erfüllung einer subjektiven Wahrnehmung unterliegen (vgl. Leimeister 2020, S. 346).

Für die Bewertung von immateriellen Leistungen wird daher nicht das produktorientierte, sondern das kundenorientierte Verständnis einer wahrgenommenen Qualität herangezogen. BRUHN verwendet hierfür explizit den Begriff der Dienstleistungsqualität und definiert diese wie folgt:

*„Dienstleistungsqualität ist die Fähigkeit eines Anbieters, die Beschaffenheit einer primär intangiblen und der Kundenbeteiligung bedürftigen Leistung gemäß den Kundenerwartungen auf einem bestimmten Anforderungsniveau zu erstellen. Sie bestimmt sich aus der Summe der Eigenschaften bzw. Merkmale der Dienstleistung, bestimmten Anforderungen gerecht zu werden.“* (Bruhn 2019, S. 37).

Für das Qualitätsverständnis bei Smart Services lassen sich aus dieser Definition zwei Aspekte festhalten. Zum einen ergibt sich die Smart-Service-Qualität als subjektives und aggregiertes Urteil eines Kunden über die Gesamtheit der Eigenschaften der Leistungsbestandteile (vgl. Homburg/Kebbel 2001, S. 482). Zum anderen stellen die Erwartungen von Kunden und Nutzern sowie ihre Wahrnehmung der erbrachten Leistung die zentralen Einflussfaktoren der Qualität dar (vgl. Grönroos 1984, S. 37).

Ein eng mit der Dienstleistungsqualität verbundenes und in der aktuellen wissenschaftlichen Betrachtung viel beachtetes Konzept stellt das Kundenerlebnis dar (engl. „Customer Experience“). Für ein besseres Verständnis dieser Arbeit wird es nachfolgend kurz abgegrenzt. Während die wahrgenommene Qualität sich auf eine konkrete Leistung bezieht, stellt das Kundenerlebnis ein auf den Kunden oder Nutzer bezogenes Konstrukt dar (vgl. Sundbo 2015, S. 115). Das Kundenerlebnis kann daher als Reaktion eines Kunden auf die angebotene Dienstleistungsqualität verstanden werden, die jedoch nicht ausschließlich von der Leistung selbst, sondern auch von einer Vielzahl an weiteren Kontextfaktoren beeinflusst wird (vgl. Goncalves et al. 2020, S. 726). Diese können sich einerseits aus persönlichen, situativen oder umweltbezogenen Reizen ergeben (vgl. Hirschman/Holbrook 1986, S. 219). Andererseits werden bei der Analyse des Kundenerlebnisses auch nutzerseitige Erfahrungen mit weiteren, vor- oder nachgelagerten Angeboten von einem oder

verschiedenen Anbietern in einer bestimmten Betrachtungssituation einbezogen (vgl. Lemon/Verhoef 2016, S. 77). Während die Literatur zum Kundenerlebnis sich also mit der Entfaltung des Kundennutzens beschäftigt, adressiert das Konzept der wahrgenommenen Qualität die hierfür in einer konkreten Dienstleistung umzusetzenden Merkmale. In Bezug auf die Ziele eines systematischen Smart-Service-Engineerings stellt die leistungsbezogene Sicht der wahrgenommenen Qualität die vorrangig zu betrachtende Bezugsgröße dar. Allerdings lassen sich Erkenntnisse aus der wissenschaftlichen Betrachtung von Kundenerlebnissen auch auf die Gestaltung von qualitativ hochwertigen Smart Services und deren Merkmale übertragen.

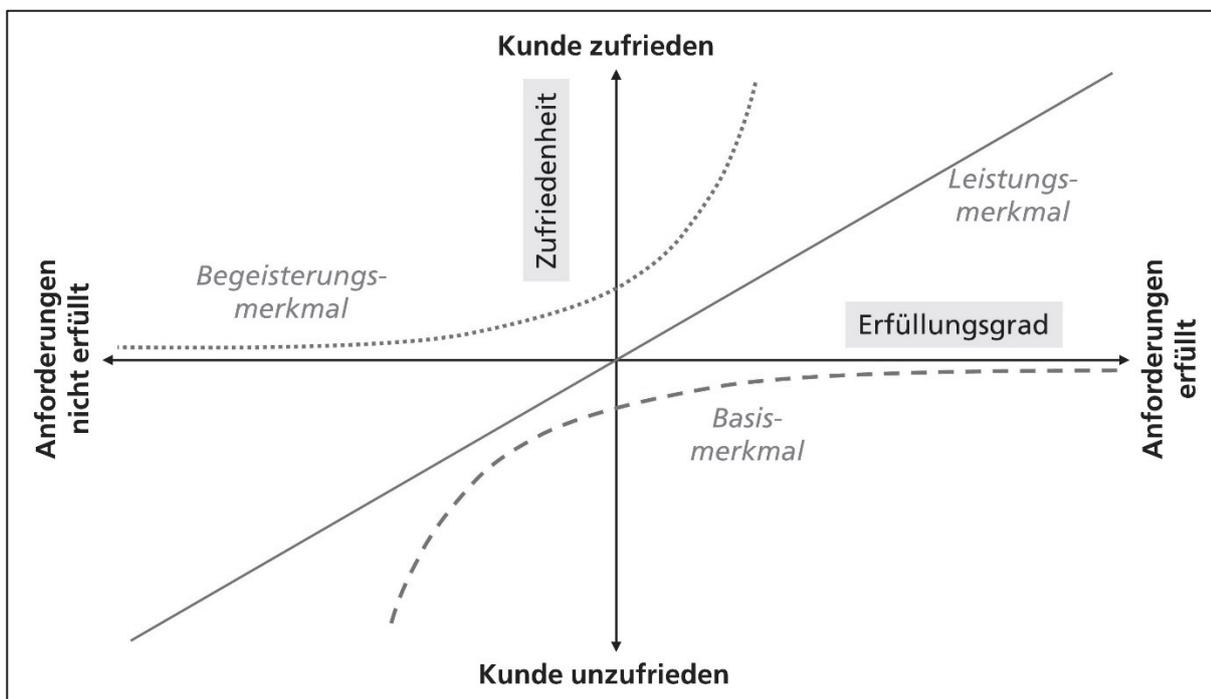
#### **2.4.1.2 Bedeutung und Wirkung der wahrgenommenen Qualität**

Die Bedeutung der wahrgenommenen Qualität für die Entwicklung von erfolgreichen Leistungsangeboten lässt sich zunächst anhand ihrer psychologischen Wirkung darstellen. Einerseits gilt die Qualitätswahrnehmung als zentrale Determinante für den subjektiven Nutzwert einer Leistung (vgl. MacDonald et al. 2011, S. 671; Hadwich/Bruhn 2014, S. 19). Dieser ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen der erhaltenen Qualität und dem Aufwand, der einem Nutzer durch die Inanspruchnahme der Leistung entsteht (vgl. Sweeny et al. 1997, S. 45). Eine aktuelle Untersuchung vermutet darüber hinaus, dass beide Konstrukte dasselbe empirische Phänomen beschreiben und die Bewertungsinstrumente der wahrgenommenen Qualität daher als Indikator für den Nutzwert („Value-in-Use“) herangezogen werden können (vgl. Medberg/Grönroos 2020, S. 521). Andererseits ist die wahrgenommene Qualität auch eng mit dem Konstrukt der Kundenzufriedenheit verbunden. Diese entsteht durch den unterbewussten Abgleich einer Person zwischen der wahrgenommenen Leistung und einem erwarteten Vergleichsstandard (vgl. Oliver 1980, S. 460ff.). Erfüllung oder Übererfüllung führen dabei zu Zufriedenheit des Kunden und Untererfüllung bewirkt das Gegenteil. Obwohl der genaue Wirkzusammenhang zwischen Qualität und Kundenzufriedenheit nicht vollständig geklärt ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Qualitätsbewertung sich eher auf die Erfüllung einzelner Leistungsmerkmale bezieht und die Kundenzufriedenheit das Ergebnis der kundenseitig wahrgenommenen Gesamtleistung darstellt und damit ebenfalls eng mit dem Kundenerlebnis verbunden ist (vgl. Haller/Wissing 2020, S. 67).

Da die wahrgenommene Qualität den Nutzwert und die Zufriedenheit direkt determiniert, wird sie oft als Beginn einer Wirkkette dargestellt, die zudem verhaltensbezogene und ökonomische Wirkungen berücksichtigt (vgl. Hadwich/Bruhn 2017, S. 13). Zunächst führt eine qualitativ hochwertige Gestaltung dazu, dass eine komplexe immaterielle Leistung (z. B. ein Smart Service) von Kunden akzeptiert und erstmalig genutzt wird (vgl. Dreyer et al. 2019, S. 60). Der bei der Nutzung entstehende Wert beeinflusst die Kundenzufriedenheit positiv, was zur Verhaltensabsicht für eine wiederholte Nutzung sowie zu einer erhöhten Kundenbindung und -loyalität führen kann (vgl. Homburg 2017, S. 22). Darüber hinaus gilt der vom Kunden wahrgenommene Wert einer Leistung als zentrale Determinante für das Vorhandensein und die Höhe der Zahlungsbereitschaft und trägt damit direkt zu deren wirtschaftlichen Erbringung bei (vgl. Voeth/Bertels 2014, S. 286). Durch weitere Effekte einer wiederkehrenden Inanspruchnahme, wie entstehende Cross-Selling-Potenziale und sinkende Transaktionskosten, beeinflusst die Dienstleistungsqualität damit die Profitabilität eines Anbieters positiv (vgl. Heskett et al. 1994, S. 166).

Allerdings gilt es zu beachten, dass die Erfüllung von Anforderungen nicht bei jedem Leistungsmerkmal auch zu den gleichen Auswirkungen auf die Gesamtqualität und die daraus abgeleitete Kundenzufriedenheit führt. Das Kano-Modell unterscheidet dabei entlang des Zusammenhangs zwischen dem Erfüllungsgrad und der Auswirkung auf die Kundenzufriedenheit unterschiedliche Kategorien von Qualitätsmerkmalen (vgl. Kano et al. 1996, S. 165ff.).

Abbildung 2-14 stellt die drei zentralen Kategorien *Basismerkmale*, *Leistungsmerkmale* und *Begeisterungsmerkmale* dar. Die Erfüllung von Anforderungen führt bei Basismerkmalen nicht zu Zufriedenheit, da sie explizit erwartet und als selbstverständlich vorausgesetzt werden. Eine Nichterfüllung führt dagegen zu großer Unzufriedenheit. Leistungsmerkmale sind Merkmale, bei denen ein proportionaler Zusammenhang zwischen dem Erfüllungsgrad der Anforderung und der ausgelösten Zufriedenheit besteht. Sie werden oftmals von Kunden zum Vergleich von alternativen Leistungsangeboten bei der Kaufentscheidung herangezogen (vgl. Matzler et al. 1996, S. 6). Die dritte Kategorie, Begeisterungsmerkmale, adressiert die Erfüllung von Anforderungen, welche von Kunden nicht explizit geäußert und damit auch nicht erwartet werden. Ihre Erfüllung überrascht Kunden und führt daher zu großer Zufriedenheit bis hin zu Begeisterung, eine Nichterfüllung hat dagegen keine negativen Konsequenzen (vgl. Schmitt/Pfeiffer 2015, S. 571). Die Identifikation solcher Anforderungen und deren Erfüllung durch entsprechend gestaltete Merkmale stellen wichtige Voraussetzungen zur Erreichung von Dienstleistungsqualität dar und dienen als Möglichkeit, sich von Wettbewerbern zu differenzieren und eine Zahlungsbereitschaft hervorzurufen (vgl. Gouthier et al. 2012, S. 453). Das Angebot von Smart Services, welche den Kundenbedarf in einem situativen Kontext erfassen und durch individuelle Leistungskonfiguration präzise adressieren können, birgt dabei das Potenzial, Kunden durch Erfüllung von nicht explizit geäußerten Anforderungen positiv zu überraschen und zu begeistern (vgl. Kapitel 2.1). Dabei bleibt jedoch anzumerken, dass die Anforderungserfüllung bei Begeisterungsmerkmalen eine Nichterfüllung bei Basismerkmalen nicht kompensieren kann (vgl. Matzler et al. 2006, S. 19). Daher gilt es ein möglichst ganzheitliches Verständnis für die relevanten Qualitätsmerkmale von Smart Services zu erlangen.



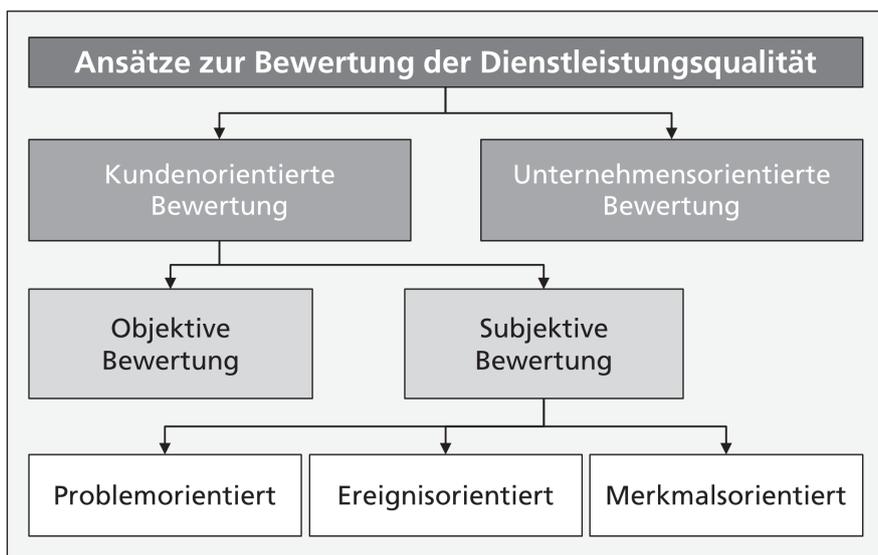
**Abbildung 2-14:** Vereinfachte Darstellung des Kano-Modells  
(Quelle: in Anlehnung an Kano et al. 1996, S. 170)

Im Hinblick auf die Aufgabenstellung dieser Arbeit stellt die wahrgenommene Qualität den zentralen Betrachtungsgegenstand dar. Um sie gezielt in der Entwicklung adressieren zu können, muss die

Qualität jedoch bewertbar gemacht werden. Im nachfolgenden Abschnitt werden daher bestehende Ansätze zur Qualitätsbewertung betrachtet.

### 2.4.1.3 Identifikation relevanter Ansätze zur Qualitätsbewertung

Für die Bewertung und Messung der Dienstleistungsqualität stehen unterschiedliche Ansätze zur Verfügung. Während unternehmensorientierte Ansätze bei der Qualitätsbewertung die Perspektive der Unternehmensmitglieder einnehmen, zielen kundenorientierte Ansätze auf die Bewertung aus Kunden- und Nutzersicht ab (vgl. Bruhn 2019, S. 151). Aus den bereits genannten Gründen werden im Weiteren lediglich kundenorientierte Bewertungsansätze betrachtet. Diese umfassen quasi-objektive Ansätze, bei denen der Anbieter versucht, die Sicht von Kunden einzunehmen und ihre Bewertung zu simulieren (z. B. im Rahmen von Expertenreviews oder dienstleistungsspezifischen Fehlermöglichkeits- und -einflussanalysen (FMEA)). Da bislang wenig über die Qualitätswahrnehmungen bei Smart Services bekannt ist, lassen sich valide Erkenntnisse nur durch subjektive Bewertungsverfahren erzielen, bei welchen potenzielle oder bestehende Kunden oder Nutzer ihre individuelle Einschätzung vornehmen (vgl. Woratschek 2017, S. 83). Abbildung 2-15 zeigt eine Übersicht über kundenorientierte Ansätze zur Bewertung von Dienstleistungsqualität.



**Abbildung 2-15:** Systematisierung von Ansätzen zur Bewertung der Dienstleistungsqualität (Quelle: Bruhn 2019, S. 152)

Zu den subjektiven Bewertungsansätzen zählen problemorientierte, ereignisorientierte und merkmalsorientierte Verfahren.

#### **Problemorientierte Verfahren:**

In problemorientierten Verfahren werden qualitätsrelevante Probleme unter dem Aspekt „Erbringung“ identifiziert und bewertet, wobei meist persönliche Interviews mit Kunden durchgeführt werden (vgl. Bruhn 2019, S. 205). Ein Beispiel stellt die Frequenz-Relevanz-Analyse dar, die identifizierte Probleme hinsichtlich ihrer Häufigkeit und Bedeutung kategorisiert. Die Eignung von problemorientierten Verfahren zum Testen der Qualität in der Entwicklung ist begrenzt, da hierbei auf Erfahrungsberichte von Kunden oder Daten aus dem Beschwerdemanagement zurückgegriffen wird. Diese Daten existieren jedoch nur für bereits auf dem Markt existierende Leistungen.

### **Ereignisorientierte Verfahren:**

Auch ereignisorientierte Verfahren richten sich auf den Erbringungsprozess der Dienstleistung und basieren auf Techniken des Storytellings (vgl. Stauss/Weinlich 1997, S. 38). Entlang von Prozessabbildungen (z. B. Service Blueprints) sollen Kunden den Dienstleistungsprozess gedanklich nachempfinden und sich im Hinblick auf ihre Erfahrungen an den Kundenkontaktpunkten äußern. In der Critical-Incident-Technique werden Kunden zusätzlich aufgefordert, besonders kritische Situationen ausführlich zu beschreiben und zu bewerten. Auch hier wird die Inanspruchnahme der Leistung vorausgesetzt, weshalb die Ansätze sich erst für den Einsatz bei Dienstleistungsprototypen mit einem hohen Reifegrad eignen, der alle relevanten Aspekte abdeckt. Zudem erfolgt die Identifikation von potenziellen Ereignissen wenig systematisch und verlässt sich vollständig auf die Kreativität der Testprobanden.

### **Merkmalsorientierte Verfahren:**

Die dritte Kategorie der subjektiven Bewertungsansätze umfasst die merkmalsorientierten Verfahren. Die grundlegende Annahme ist, dass die Gesamtqualität sich aus mehreren Teilqualitäten zusammensetzt, die sich über die ihnen zugehörigen Qualitätsmerkmale von Kunden bewerten lassen (vgl. Meffert et al. 2018, S. 216). Bei der Bewertung wird Nutzern und Kunden eine Auswahl an relevanten Qualitätsmerkmalen vorgelegt, welche sie im Hinblick auf den wahrgenommenen Erfüllungsgrad auf Rating-Skalen bewerten sollen. Eine zentrale Voraussetzung für den Einsatz der merkmalsbasierten Verfahren besteht darin, die aus Nutzersicht relevanten Qualitätsmerkmale zu identifizieren und für die Bewertung heranzuziehen (vgl. Bruhn 2019, S. 162). Viele Verfahren basieren daher auf theoretisch fundierten und empirisch validierten Qualitätsmodellen, welche Informationen zu relevanten Qualitätsmerkmalen und teilweise auch konkreten Messkriterien beinhalten.

Für die Bewertung im Rahmen der Entwicklung bieten merkmalsorientierte Verfahren mehrere Vorteile: Zum einen ermöglichen die bereitgestellten Qualitätsmerkmale eine systematische Bewertung, welche bei entsprechender Zuweisung zu Leistungsbestandteilen auch direkt zur Identifikation von Handlungsempfehlungen führen. Insbesondere bei komplexen und überwiegend immateriellen Leistungsbündeln, welche potenziellen Kunden noch nicht bekannt sind, stellt sich eine Abfrage von kundenseitigen Erwartungshaltungen als herausfordernd dar (vgl. Kandt et al. 2016, S. 176). Bestehende Qualitätsmodelle und -merkmale können dabei als strukturierende Bewertungsgrundlagen herangezogen werden. Teilweise werden die Qualitätsmerkmale durch Überführung in Spezifikationen in der Entwicklung auch als Gestaltungsparameter oder Entwurfsmuster verwendet (vgl. Knote et al. 2020, S. 121). Zum anderen können auch nicht vollständige Entwicklungsgegenstände bewertet werden, indem nur die bereits bewertbaren Bestandteile der relevanten Merkmale betrachtet werden. Darüber hinaus ermöglichen merkmalsbasierte Verfahren die Verdichtung von Bewertungen zu aggregierten Qualitätswerten, anhand derer verschiedene Leistungsvarianten oder Entwicklungsgegenstände im Rahmen von Tests miteinander verglichen werden können.

Teilweise werden merkmals- und ereignisorientierte Verfahren miteinander kombiniert, um deren Vorteile zu vereinen. Während des gedanklichen Durchlaufens der Dienstleistungserbringung erfolgt eine strukturierte Abfrage anhand der Merkmale (vgl. Benkenstein/Senglin 2006, S. 61). Da merkmalsbasierte Ansätze Unternehmen dabei unterstützen, die bedürfnisbefriedigenden Aspekte der Leistungen besser zu verstehen, diese zu bewerten und damit qualitativ hochwertige Leistungen zu entwickeln, werden bestehende Ansätze im nachfolgenden Teilkapitel betrachtet.

## 2.4.2 Bestehende Qualitätsansätze für Bestandteile von Smart Services

### 2.4.2.1 Qualitätsbewertung bei persönlichen Dienstleistungen

Einer der ersten Ansätze, der sich mit der Erklärung von Dienstleistungsqualität auseinandersetzt, stammt von DONABEDIAN. Um eine strukturierte Untersuchung und Bewertung zu ermöglichen, wird dort die Qualität medizinischer Pflegedienstleistungen in eine Struktur-, Prozess- und Ergebnisdimension unterteilt (vgl. Donabedian 1966, S. 167f.). In weiteren Arbeiten werden die Dimensionen konkretisiert und weitere Einflussfaktoren hinzugefügt. So werden z. B. für die Strukturdimension die Qualifikation, die materielle Ausstattung, das Personal sowie finanzielle Ressourcen genannt. Der Prozess umfasst alle durchzuführenden Aktivitäten und das Ergebnis ergibt sich aus der immateriellen Wirkung im Vergleich zur versprochenen Leistung (vgl. Donabedian 1985, S. 250ff.). Die Besonderheit des Ansatzes liegt in der Erweiterung eines rein ergebnisbezogenen Qualitätsverständnisses um weitere Dimensionen. Konkrete Merkmale zur Bewertung von komplexeren Dienstleistungen werden jedoch nicht aufgezeigt. Dennoch ist der Ansatz bedeutsam, weil aus ihm die definitorischen Phasen des Dienstleistungsbegriffs und die Gestaltungsdimensionen des Service Engineerings abgeleitet werden. Zudem wird die Strukturierung in vielen hierarchischen Qualitätsmodellen von persönlichen Dienstleistungen und digitalen Diensten herangezogen (vgl. z. B. Brady/Cronin 2001, S. 37 oder Hadwich et al. 2010, S. 129).

Der Ansatz von GRÖNROOS fokussiert die wahrgenommene Qualität, welche aus dem subjektiven Vergleich zwischen der erwarteten und erhaltenen Leistung resultiert (vgl. Grönroos 1984, S. 38f.). Die wahrgenommene Qualität wird dabei von einer technischen („Was“) und einer funktionalen Qualität („Wie“) beeinflusst, wobei zur Bewertung alle Kontaktpunkte des Kunden vor, während und nach der Leistungserbringung herangezogen werden. Die Wirkung von beiden Faktoren wird durch die Reputation des Anbieters beeinflusst (vgl. Grönroos 1988, S. 12). Die technische Qualität ergibt sich aus der Bewertung der Problemlösungsfähigkeit, des Wissens, der Fähigkeiten und der Ausstattung des Anbieters. Die funktionale Qualität definiert sich durch die Erreichbarkeit, das Erscheinen und Benehmen der Mitarbeitenden, dem Betriebsklima und einer kundenorientierten Grundeinstellung. Die Strukturierung wurde von weiteren Arbeiten aufgegriffen und erweitert, z. B. von RUST und OLIVER, welche die funktionale Qualität in eine Erbringungs- und Umgebungsqualität unterteilen (vgl. Rust/Oliver 1994, S. 11).

Das Modell von MEYER und MATTMÜLLER verbindet die beiden Ansätze von DONABEDIAN und GRÖNROOS, indem es die Strukturierung der Potenzial-, Prozess- und Ergebnisqualität übernimmt und die Dimensionen jeweils in eine technische und eine funktionale Perspektive unterteilt (vgl. Meyer/Mattmüller 1987, S. 191). Darüber hinaus betont das Modell die Bedeutung der Kundenpotenziale und ihre Integration bei der Erbringung von qualitativ hochwertigen Dienstleistungen.

Die bisher vorgestellten Modelle eignen sich für eine systematische Analyse der wahrgenommenen Qualität und der Ableitung von relevanten Einflussfaktoren. Für eine Bewertung anhand von konkreten Merkmalen sind sie jedoch weniger gut geeignet. Darüber hinaus handelt es sich um konzeptionelle Modelle, welche nicht im Rahmen von empirischen Studien validiert wurden. Ein kombinierter Ansatz, welcher sowohl zur konzeptionellen Erklärung als auch zur Bewertung geeignet ist, ist das GAP-Modell, auf dem die Bewertungsmethodik SERVQUAL von PARASURAMAN ET AL. aufbaut (vgl. Parasuraman et al. 1985, S. 44; Parasuraman et al. 1988, S. 23).

### **Das GAP-Modell:**

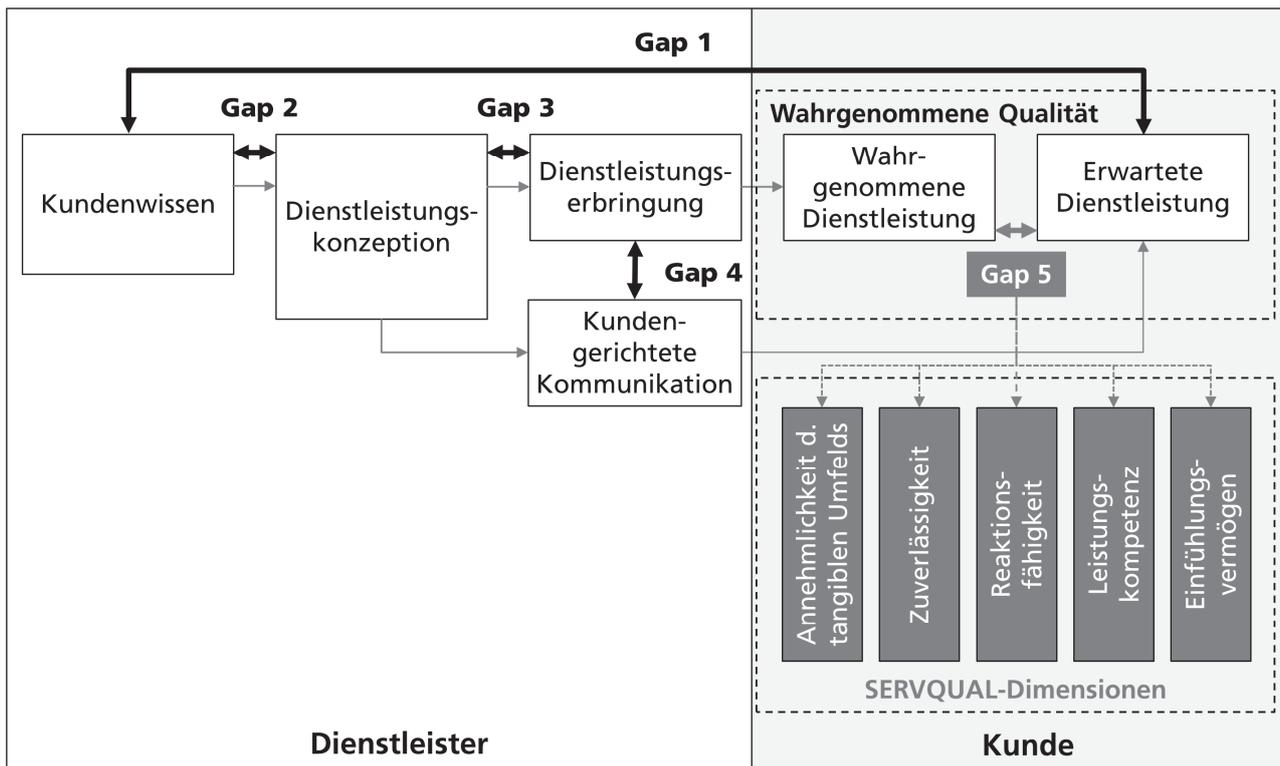
Das GAP-Modell, welches auf Basis von Fokusgruppeninterviews entwickelt wurde, definiert die kundenorientierte Qualität als Abgleich der erwarteten und der wahrgenommenen Leistung. Potenziell auftretende Differenzen ergeben sich aus dem Fehlverhalten des Anbieters und werden anhand von verschiedenen Lücken, den sogenannten GAPs erklärt. Das erste GAP beschreibt unzureichende Vorstellungen des Unternehmens darüber, was Kunden tatsächlich erwarten. Darüber hinaus kann es zu Problemen bei der Überführung der wahrgenommenen Erwartungen in konkrete Spezifikationen der Dienstleistung (GAP 2) sowie deren praktische Ausführung durch Mitarbeitende (GAP 3) kommen. Das vierte GAP beschreibt eine unvollständige oder fehlerhafte Kommunikation des Leistungsangebots an den Kunden, welche sowohl die erwartete als auch die wahrgenommene Leistung beeinflusst. Den vier GAPs wurden jeweils verschiedene Einflussfaktoren zugeordnet, welche als konkrete Stellhebel zur Verbesserung der Qualität verstanden werden können (vgl. Zeithaml et al. 1988, S. 46). Das GAP 5 resultiert aus den anderen Lücken und stellt die für die Qualitätsbewertung relevante Diskrepanz zwischen der wahrgenommenen und der erwarteten Dienstleistung dar.

### **Die SERVQUAL-Methode:**

An der Bewertung der fünften Lücke setzt die SERVQUAL-Methode an, welche fünf unterschiedliche Qualitätsdimensionen unterscheidet und diese durch einen Fragebogen mit 22 Kriterien direkt messbar macht (vgl. Parasuraman et al. 1988, S. 23). Bei den Dimensionen handelt es sich um die Annehmlichkeit des materiellen Umfelds, die Zuverlässigkeit, die Reaktionsfähigkeit, die Leistungskompetenz und das Einfühlungsvermögen. Für die Bewertung der wahrgenommenen Qualität werden die Kriterien in Bezug auf Erwartung und Wahrnehmung anhand einer siebenstufigen Likert-Skala bewertet. Durch Summenbildung der Differenzen zwischen beiden Werten je Kriterium ergibt sich die vom Kunden wahrgenommene Gesamtqualität. Abbildung 2-16 verdeutlicht den Zusammenhang.

Der große Vorteil von SERVQUAL besteht darin, dass ein empirisch erhobenes Bewertungsinstrument mit generischen Qualitätsdimensionen und -merkmalen entwickelt wurde, dessen praktische Anwendbarkeit für verschiedene Branchen und in unterschiedlichen Ländern durch weitere empirische Studien belegt wurde (vgl. Ladhari 2008, S. 66f.). Neben den Vorteilen gibt es jedoch auch Kritik an SERVQUAL, die sich auf die Validität der Erwartungsabfrage (vgl. Teas 1993, S. 18f.) und auf die Vernachlässigung spezifischer Merkmale bei der Übertragung auf weitere Anwendungsfälle bezieht (vgl. Dabholkar et al. 1996, S. 14). Als besonders kritisch kann die Abfrage von Erwartungen an die einzelnen Qualitätsdimensionen gesehen werden, deren Validität angezweifelt wird.

Als Reaktion auf diese Kritik entwickelten CRONIN und TAYLOR mit SERVPERF ein Instrument, das lediglich die Abfrage der wahrgenommenen Leistung anhand der fünf Dimensionen von SERVQUAL vornimmt (vgl. Cronin/Taylor 1992, S. 62). Neben der deutlichen Reduktion an Bewertungselementen besteht ein weiterer Vorteil von SERVPERF in der höheren Vorhersagekraft zur wahrgenommenen Qualität, welche in mehreren empirischen Studien nachgewiesen wurde (vgl. Park/Yi 2016, S. 744f.). Trotz der Bedenken stellt SERVQUAL immer noch einen weitverbreiteten Ansatz zur Qualitätsbewertung dar und findet in leicht modifizierter Version praktische Anwendung in verschiedenen Branchen (vgl. Leimeister 2020, S. 365).



**Abbildung 2-16:** Zusammenhang zwischen GAP-Modell und SERVQUAL-Bewertungsansatz  
(Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Parasuraman et al. 1985, S. 44)

Ein weiterer Kritikpunkt an SERVQUAL besteht darin, dass die dargestellten Dimensionen teilweise Ausprägungen von Qualitätsdimensionen, nicht jedoch die Dimensionen selbst darstellen (vgl. Bruhn 2019, S. 48). So können sich die Dimensionen Sicherheit und Zuverlässigkeit beispielsweise sowohl auf die Umgebung als auch auf die Mitarbeitenden oder ihre technische Ausrüstung beziehen. Damit verbunden ist einerseits das Problem, dass sich aus der Qualitätsbewertung keine inhaltlichen Rückschlüsse auf Verbesserungspotenziale ableiten lassen. Andererseits weist es darauf hin, dass es sich bei der Dienstleistungsqualität um ein hierarchisches Konstrukt handelt, das Dimensionen und Merkmale auf mehreren, voneinander zu unterscheidenden Ebenen beinhaltet (vgl. Gounaris 2005, S. 430). Solche mehrdimensionalen Konstrukte zeichnen sich dadurch aus, dass sie empirisch nicht greifbar und damit auch nicht direkt bewertbar sind (vgl. Homburg/Giering 1996, S. 5). Um eine Bewertung zu ermöglichen, erfolgt eine schrittweise Dekonstruktion in bewertbare Merkmale (vgl. Schmitt/Pfeiffer 2015, S. 102). Die Gesamtqualität kann also zunächst inhaltlich in verschiedene Teilqualitäten unterteilt werden, für welche wiederum Einflussfaktoren und greifbare Kriterien identifiziert werden. Dieses Vorgehen verfolgen BRADY und CRONIN. Auf Basis von qualitativen und quantitativen Erhebungen in vier unterschiedlichen Branchen wird die Dienstleistungsqualität als ein Konstrukt dritter Ordnung dargestellt, welches sich aus den inhaltlichen Teilqualitäten einer Ergebnis-, Interaktions- und Umgebungsdimension ergibt (vgl. Brady/Cronin 2001, S. 37). Dabei fällt die Ähnlichkeit zu den von DONABEDIAN vorgeschlagenen Dimensionen auf. Jede der Dimensionen wird von drei Faktoren beeinflusst, für deren Bewertung Kriterien vorgestellt werden, welche sich an die aus SERVQUAL bekannten Dimensionen Zuverlässigkeit, Reaktionsfähigkeit und Empathie anlehnen.

Neben den hier dargestellten Ansätzen finden sich in der Literatur viele weitere Modelle zur Analyse und Messung der Dienstleistungsqualität. Diese unterscheiden sich durch ihre Fokussierung auf unterschiedliche Anwendungsbereiche oder Fragestellungen. JOHNSTON untersucht beispielsweise

entlang von 18 Qualitätsdeterminanten, die sich inhaltlich mit SERVQUAL-Kriterien überschneiden, inwieweit deren Erfüllung zur Zufriedenheit oder Unzufriedenheit führt, und welcher Effekt überwiegt (vgl. Johnston 1995, S. 63). Eine Übersicht über weitere Qualitätsmodelle findet sich in Anhang 10-2 dieser Arbeit.

#### **2.4.2.2 Qualitätsbewertung bei digitalen Diensten**

Auch bei der Entwicklung von digitalen Diensten besteht eine zentrale Aufgabe darin, geeignete Qualitätsmerkmale zu identifizieren, welche eine erfolgreiche Gestaltung ermöglichen und als Grundlage für das Testen herangezogen werden können (vgl. Praeg/Spath 2009, S. 384). Analog zur Analyse der Qualitätsmodelle bei persönlichen Dienstleistungen existiert auch bei digitalen Diensten eine große Anzahl an unterschiedlichen Modellen und Bewertungsinstrumenten. Diese lassen sich grundsätzlich in zwei Kategorien unterteilen: Die erste Kategorie umfasst Qualitätsmodelle für digitale Dienste im eigentlichen Sinne, welche eine Interaktion zwischen Anbietern und Kunden erfordern. Die zweite Kategorie umfasst Ansätze zur Bewertung von digitalen Self-Services, bei denen ein Anbieter seinen Kunden lediglich eine Software bereitstellt, welche diese unabhängig nutzen. Die wahrgenommene Qualität bezieht sich in diesem Fall ausschließlich auf die Eigenschaften der Software (vgl. Leimeister 2020, S. 367).

Einer der ersten wesentlichen Anwendungsbereiche für digitale Dienste stellte der Bereich des elektronischen Handels dar, aus dem auch einige der bedeutsamsten Qualitätsmodelle hervorgingen. Eines davon stellt zum Beispiel das konzeptionelle Modell von SANTOS dar (vgl. Santos 2003, S. 239). Dieses unterscheidet zwei Qualitätsdimensionen, welche jeweils durch Einflussfaktoren und konkrete Qualitätsaspekte beschrieben werden. In der sogenannten Inkubativdimension wird der grundlegende Aufbau und die Gestaltung einer Website anhand der Benutzerfreundlichkeit, des Erscheinungsbildes, der Vernetzung mit weiteren Webseiten, ihrer Struktur und ihrem Layout sowie den vorgeschichteten Inhalten bewertet (vgl. Santos 2003, S. 238). Die Dimension weist inhaltliche Parallelen zur Potenzialdimension im Gedankenmodell von DONABEDIAN auf.

Mit der Aktivdimension wird dagegen die Erbringung und die Wirkung des digitalen Dienstes adressiert, welche analog zur Prozess- und Ergebnisdimension verstanden werden kann (vgl. Santos 2003, S. 241). Zu den beeinflussenden Faktoren gehören die Zuverlässigkeit, die Effizienz, die Unterstützung sowie die Möglichkeiten zur Kommunikation mit dem Anbieter, die Sicherheit und Anreize zur Nutzung des digitalen Dienstes. Auch die Einflussfaktoren weisen eine inhaltliche Nähe zu Qualitätsmodellen für persönliche Dienstleistungen auf.

PARASURAMAN ET AL. stellen einen ebenfalls häufig zitierten und empirisch validierten Ansatz vor (vgl. Parasuraman et al. 2005, S. 220). Dieser beinhaltet gleich zwei Messinstrumente: Mit E-S-Qual wird die eigentliche Bewertung der Qualität des Dienstes anhand von vier Dimensionen (Effizienz, Verfügbarkeit, Erfüllungsgrad und Privatsphäre) durchgeführt. Darüber hinaus wird im Modell berücksichtigt, dass durch den fehlenden persönlichen Kontakt der Umgang mit Fehlern oder offenen Fragen in der Wahrnehmung von Nutzern eine wichtige Rolle einnimmt. Daher wird mit E-RecS-QUAL ein zweites Messinstrument eingeführt, das die Dimensionen Reaktionsfähigkeit, Entschädigung und Kontaktmöglichkeiten bei auftretenden Problemen für die Bewertung heranzieht.

In einer Meta-Studie zu Qualitätsdimensionen im Online-Handel kommen BLUT ET AL. zu dem Ergebnis, dass die Qualität im Wesentlichen von der Leistungserfüllung, der Gestaltung der Website, der Zuverlässigkeit sowie der Sicherheit und Privatsphäre beeinflusst werden, deren Bedeutung

jedoch auch von länder-, umfeld- und branchenspezifischen Besonderheiten abhängen (vgl. Blut et al. 2015, S. 684).

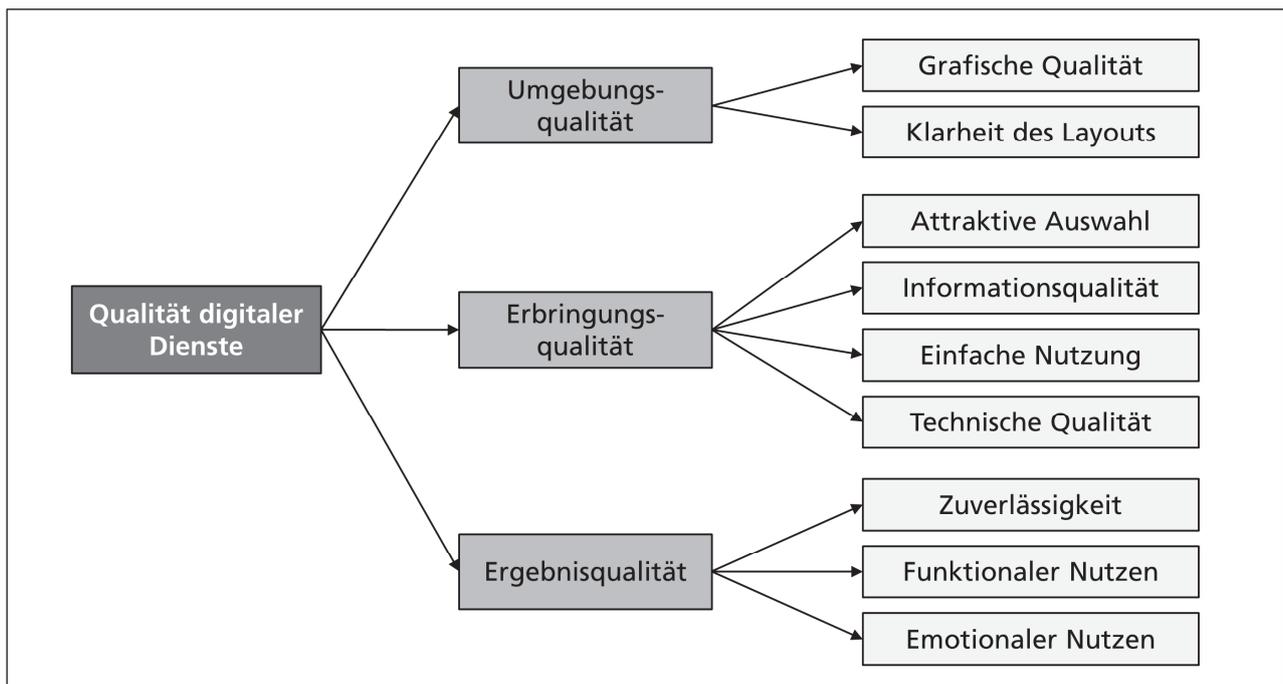
Neben dem Anwendungsbereich des elektronischen Handels wurden auch in anderen Bereichen eigenständige Qualitätsmodelle für digitale Dienste entwickelt. Für das Online-Banking identifizierten beispielsweise WU, TAO und YANG in einer Meta-Studie die Effizienz, Privatsphäre und Sicherheit, Zuverlässigkeit, Reaktionsfähigkeit und Kontaktmöglichkeiten als zentrale Qualitätsdimensionen (vgl. Wu et al. 2012, S. 487).

Für mobile Gesundheitsdienste stellen AKTER ET AL einen ähnlichen Ansatz vor, der ebenfalls drei Dimensionen unterscheidet (Akter et al. 2013, S. 186): Dazu gehören die Systemqualität, welche von der Zuverlässigkeit, Effizienz und Privatsphäre beeinflusst wird, und die Interaktionsqualität mit den Einflussfaktoren Kooperation, Vertrauen und Pflege. Darüber hinaus ergibt sich die Informationsqualität aus dem utilitaristischen, also dem funktionalen Nutzen und dem hedonischen Nutzen.

Ein weiteres interessantes Bewertungsmodell, das auf Basis von zwei qualitativen Studien kritische Einflussfaktoren auf die Nutzerzufriedenheit mit Remote-Dienstleistungen untersucht, stellen PALUCH und BLUT vor (vgl. Paluch/Blut 2013, S. 419). Zu den relevanten Einflussfaktoren zählen die Sicherheit, die Zuverlässigkeit, der Grad der Prozessintegration, der wirtschaftliche Nutzen, die Dokumentation nach der Bereitstellung, Kontaktmöglichkeiten, die Individualisierung der Leistungserstellung sowie das Angebot von Unterstützungsleistungen.

Insgesamt lassen sich zwischen den Qualitätsmodellen der unterschiedlichen Anwendungsbereiche große Überschneidungen erkennen. Ein Modell, das für drei unterschiedliche Arten von digitalen Diensten valide Ergebnisse erzielt, stellen FASSNACHT und KOESE vor (vgl. Fasnacht/Koese 2006, S. 19). Das Modell ist hierarchisch strukturiert und umfasst die drei Qualitätsdimensionen Umwelt-, Erbringungs- und Ergebnisqualität, welche Ähnlichkeiten zum Ansatz von DONABEDIAN aufweisen. Für jede Dimension werden Unterdimensionen und entsprechende Messkriterien identifiziert (vgl. Abbildung 2-17). Die Umweltqualität wird beispielsweise durch die Grafik und Klarheit bei der Website-Gestaltung beeinflusst. Die Attraktivität der Auswahl, die Informationsqualität, die Bedienfreundlichkeit sowie die technische Qualität beeinflussen die wahrgenommene Erbringungsqualität. Die Ergebnisqualität wird durch die Verlässlichkeit, den funktionalen Nutzen und den emotionalen Nutzen bewertbar gemacht (vgl. Fasnacht/Koese 2006, S. 27).

LADHARI fasst in einer literaturbasierten Meta-Analyse häufig genannte Qualitätsdimensionen zusammen, welche ebenfalls aus verschiedenen Anwendungsbereichen stammen. Zu diesen zählen die Gestaltung der Website, die Benutzerfreundlichkeit, die Reaktionsfähigkeit, die Zuverlässigkeit und Erfüllung, Datenschutz und -sicherheit sowie die Informationsqualität und die Inhalte (vgl. Ladhari 2010, S. 473).



**Abbildung 2-17:** Konzeptuelles Modell der Qualität von digitalen Diensten  
(Quelle: eigene Darstellung nach Fassnacht/Koese 2006, S. 27).

Neben den Qualitätsmodellen von interaktiven, digitalen Diensten können auch Ansätze der Softwarequalität Erkenntnisse zur Gestaltung von digitalen Diensten geben. LIN und HSIEH beschreiben beispielsweise ein Modell zur Bewertung der Qualität von Self-Service-Technologien, welches sowohl für unterschiedliche Formen von Self-Services als auch deren Anwendungsbereiche genutzt werden kann (vgl. Lin/Hsieh 2011, S. 194). Das entwickelte Messmodell SSTQUAL umfasst dabei die sieben Dimensionen Funktionalität, Vergnügen, Sicherheit/Privatsphäre, Zusicherung, Design, Bequemlichkeit, individuelle Anpassbarkeit (vgl. Lin/Hsieh 2011, S. 199). Die Qualität der Bedienung von Software wird wesentlich durch die Gebrauchstauglichkeit beeinflusst. Im Vergleich zur Qualität adressiert diese jedoch nicht den Gesamteindruck der Dienstleistung, sondern die Wahrnehmung über die Bedienung der elektronischen Schnittstelle (vgl. Leimeister 2020, S. 370f.). Für die Bewertung der Gebrauchstauglichkeit kann dabei zum Beispiel auf die bereits erwähnte Norm DIN EN ISO 9241-210:2019 verwiesen werden, welche die Aufgabenangemessenheit, die Selbstbeschreibungsfähigkeit, die Konformität zur Benutzererwartung, die Lernförderlichkeit, die Steuerbarkeit, die Fehlertoleranz sowie die Individualisierbarkeit als zentrale Einflussfaktoren beschreibt (vgl. DIN EN ISO 9241-210:2019, S. 24).

Ein konkretes Messinstrument zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit wird von HASSENZAHN ET AL. vorgestellt (vgl. Hassenzahl et al. 2003, S. 189). Der Fragebogen AttrakDiff adressiert dabei die Bewertung der hedonischen und pragmatischen Qualität im Format eines semantischen Differenzials. Dabei werden 23 Messkriterien jeweils auf einer siebenstufigen Skala bewertet, deren Endpunkte gegensätzliche Adjektive darstellen. Neben einer Bewertung der Gebrauchstauglichkeit kann die Softwarequalität auch mithilfe des Standard ISO/IEC 25010 bewertet werden, der zwischen der Nutzungs- und die Produktqualität der Software unterscheidet (vgl. Spillner/Linz 2019, S. 24). Die Wahrnehmung der Nutzungsqualität ergibt sich aus der Bewertung von Effektivität, Effizienz, Nutzerzufriedenheit, Risikofreiheit und Kontextabdeckung. Die Produktqualität adressiert dagegen die funktionale Eignung, Leistungseffizienz, Kompatibilität, Bedienfreundlichkeit, Zuverlässigkeit, Sicherheit, Wartbarkeit und Portabilität der Software.

### 2.4.2.3 Qualitätsbewertung bei Technologien und Daten

Da im erweiterten Verständnis von Smart Services auch die intelligente Technik und Daten zentrale Leistungsbestandteile darstellen, wird an dieser Stelle ein kurzer Überblick über die bestehenden Ansätze zur Qualitätsbewertung von physischen Objekten, Technologien und Daten gegeben. Aufbauend auf den verschiedenen Perspektiven der Begriffsbestimmung stellt GARVIN ein Qualitätsmodell vor, das acht generische Dimensionen zur Bewertung von physischen Produkten umfasst (vgl. Garvin 1984, S. 29ff). Für die Bewertung lassen sich zum einen Leistungsmerkmale sowie die zusätzliche Ausstattung in Form von sekundären Produktmerkmalen heranziehen. Darüber hinaus lassen sich die Ausstattung, Zuverlässigkeit, Konformität mit Standards, Haltbarkeit, dazugehörige Dienstleistungen und die Ästhetik der Produkte im Hinblick auf ihre Qualität bewerten. Neben den objektiv bewertbaren Aspekten führt GARVIN die wahrgenommene Qualität als eigenständige Dimension ein, deren Bewertung als subjektive Einschätzung auf Basis von unvollständigem Wissen und Umwelteinflüssen verstanden wird (vgl. Garvin 1984, S. 32).

In einem Ansatz zur Entwicklung gut gestalteter Produkte nennt BUSSE vier zentrale Kriterien, welche unabhängig der jeweiligen Merkmale eines Produkts zu adressieren sind. Dabei handelt es sich um die Funktionen „sichere Technik“, „wirtschaftliche Fertigung“, „selbsterklärende Ergonomie“ und „zielgruppengerechte Ästhetik“ (vgl. Busse 1994, S. 815). Die Wertigkeit eines Produktes kann entlang der vier Kriterien anhand einer Rating-Skala bewertet werden.

HAZEN ET AL. stellen ein weiteres, empirisch validiertes Instrument zur Bewertung der wahrgenommenen Qualität von wiederaufbereiteten Produkten vor. Die Bewertung erfolgt anhand von vier Dimensionen (Lebensdauer, Merkmale, Leistung und Brauchbarkeit), denen jeweils vier Bewertungskriterien zugeordnet sind (vgl. Hazen et al. 2017, S. 725).

Da die Bewertung von physischen Objekten oftmals anhand von objektiv bewertbaren und produktspezifischen Kriterien durchgeführt wird, existiert eine vergleichsweise geringe Anzahl an generischen Qualitätsmodellen. Um dennoch eine Bewertung zu ermöglichen, wird teilweise auf das Technology-Acceptance-Model (TAM) als Hilfskonstrukt zurückgegriffen (vgl. z. B. Hubert et al. 2019; Schmidhuber et al. 2020). Das von DAVIS und BAGOZZI eingeführt Modell zur Erklärung und Bewertung der Akzeptanz neuer Technologien beschreibt den Zusammenhang zwischen dem subjektiven Empfinden für eine neue Technologie und die sich daraus ergebende Nutzungsabsicht (vgl. Davis/Bagozzi 1989, S. 985). Die Verhaltensabsicht wird dabei im Wesentlichen von der wahrgenommenen Nützlichkeit und der Benutzungsfreundlichkeit der neuen Technologien beeinflusst (vgl. Venkatesh/Bala 2008, S. 276).

Das Modell der „Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)“ bewertet ebenfalls die Akzeptanz von neuen Technologien (Venkatesh et al. 2003, S. 447). Gemäß dem Modell wird die Akzeptanz von vier Dimensionen beeinflusst, zu denen die Leistungserwartung, die Aufwandserwartung, der soziale Einfluss sowie die Umgebungskonditionen gehören. In weiteren Versionen des Modells wurden zusätzliche Aspekte, wie die hedonische Motivation, das Preisverhältnis sowie die Gewohnheit des Nutzers, als beeinflussende Faktoren hinzugefügt (vgl. Venkatesh et al. 2012, S. 160).

MAYER ET AL. nutzen die Modelle der Akzeptanzforschung zum Beispiel für smarte Produkte und konnten dabei empirisch belegen, dass die genannten Faktoren einen signifikanten Einfluss auf die Nutzungsabsicht aufweisen (vgl. Mayer et al. 2011, S. 1069).

Auch zur Analyse und Bewertung von Datenqualität existieren unterschiedliche Ansätze. Neben Metriken zur objektiven Überprüfung der Datenqualität finden sich darunter auch konzeptuelle

Ansätze zur Bewertung der subjektiven Datenqualität (vgl. Cichy/Rass 2019, S. 24639). Die Qualitätswahrnehmung wird dabei als zentrales Konstrukt zur Erhöhung des Vertrauens verstanden, welches die Grundlage für Nutzungsabsichten und die Entfaltung des Wertes von Daten ermöglicht (vgl. Kokemüller 2011, S. 4). Die subjektive Datenqualität kann dabei ebenfalls als hierarchisches, mehrdimensionales Konstrukt beschrieben werden, das vor dem Hintergrund konkreter Anwendungsfälle zu bewerten ist (vgl. Otto/Österle 2016, S.31).

Das von WANG und STRONG empirisch entwickelte Rahmenkonzept der Datenqualität fasst die von Nutzern als bedeutsam wahrgenommenen Aspekte zusammen (vgl. Wang/Strong 1996, S. 5). Das Modell umfasst vier Dimensionen, zu denen die intrinsische, die kontextbezogene, die repräsentative und die zugängliche Datenqualität gehören (vgl. Strong et al. 1997, S. 104). Die intrinsische Datenqualität adressiert dabei sowohl Aspekte der Genauigkeit und Objektivität als auch der Glaubwürdigkeit und der Reputation der Datenquelle. Bei der kontextbezogenen Dimension wird die Datenqualität im Verhältnis zu konkreten Anwendungen betrachtet, woraus sich Aspekte wie der Mehrwert, die Relevanz, die Pünktlichkeit, Vollständigkeit und die Angemessenheit der Datenmenge ergeben. Aspekte der repräsentativen Datenqualität legen nahe, dass Daten nicht nur prägnant und konsistent dargestellt werden müssen, sondern auch interpretierbar und leicht verständlich. Als eine wesentliche Grundlage der Datennutzung wird die Zugänglichkeit der Daten für Anwender beschrieben.

#### **2.4.2.4 Qualitätsbewertung bei hybriden Leistungsbündeln**

Die zunehmende Bedeutung von hybriden Leistungen, also die gezielte Kombination von physischen Objekten und Dienstleistungen oder von persönlichen und digitalen Dienstleistungen, hat ebenfalls zur Entwicklung von neuen Qualitätsansätze zur Bewertung und Analyse geführt. Der multimodale Ansatz von BÖHM ET AL. wurde beispielsweise für hybride Leistungsbündel im Gesundheitsbereich entwickelt (vgl. Böhm et al. 2010, S. 164). Im Ansatz wird eine separate Bewertung der Qualität der Dienstleistung entlang des SERVPERF-Ansatzes und des Informationssystems mit dem Technology-Acceptance-Model vorgenommen. Die Ergebnisse werden zu einem additiven, gewichteten Qualitätswert zusammengeführt.

HADWICH ET AL. stellen ebenfalls einen Bewertungsansatz für Gesundheitsdienstleistungen vor. Ihr Ansatz umfasst neben digitalen Diensten auch persönliche Dienstleistungen, welche über eine digitale Schnittstelle erbracht werden (vgl. Hadwich et al. 2010, S. 129). Im Gegensatz zum Ansatz von BÖHM ET AL. wird jedoch ein integriertes Bewertungsinstrument entwickelt, welches inhaltlich in die Qualitätsdimensionen von DONABEDIAN unterteilt ist. Die Potenzialqualität wird durch die Zugänglichkeit und Kompetenz beeinflusst und die Prozessqualität wird über die Faktoren Information, Usability, Sicherheit, Systemintegration, Vertrauen, Individualisierung, Empathie und ethische Grundsätze ermittelt. Für die Bewertung der Ergebnisdimension wird der Grad der Leistungserfüllung, die Zuverlässigkeit und Kommunikationsmöglichkeit herangezogen.

Einen dritten Ansatz, der die Qualität von Multi-Kanal-Dienstleistungen analysiert, stellen SOUSA und VOSS vor. Im Mittelpunkt stehen dabei Leistungsbündel, welche sowohl digital als auch persönlich oder in einer Mischform genutzt werden können (vgl. Sousa/Voss 2006, S. 358). Für die Bewertung werden einerseits Merkmale aus originären Qualitätsmodellen für digitale und persönliche Dienstleistungen herangezogen. Andererseits werden diese jedoch um eine gemeinsame Dimension der Integrationsqualität ergänzt. Die Integrationsqualität wird dabei als die Fähigkeit definiert, Kunden über die verschiedenen Kanäle hinweg ein nahtloses Erlebnis zu ermöglichen (vgl. Sousa/Voss 2006, S. 365). Die Bewertung erfolgt anhand von zwei Merkmalen.

Das Merkmal Kanalkonfiguration adressiert die Breite der verfügbaren Kanäle sowie die Transparenz möglicher Konfigurationen. Die Interaktionsintegration, welche durch die Konsistenz von Inhalten über verschiedene Kanäle hinweg und durch die Ähnlichkeit der digitalen und persönlichen Erbringungsprozesse beeinflusst wird, stellt das zweite Merkmal dar.

AURICH und WALTEMODE stellen einen weiteren Ansatz für die Qualitätsbewertung von technischen Produkt-Service-Systemen vor (vgl. Aurich/Waltermode 2012, S. 508). Auch hier erfolgt eine Strukturierung von Qualitätsmerkmalen entlang der von DONABEDIAN eingeführten Potenzial-, Prozess- und Ergebnisdimensionen. Für jedes Qualitätsmerkmal werden produkt-, service- und kundenbezogene Qualitätskriterien identifiziert, welche jedoch nicht detailliert ausgeführt werden (vgl. Aurich/Waltermode 2012, S. 510). Die Qualitätsmerkmale der Potenzialdimension zielen auf das physische Objekt, die Potenzialfaktoren der Dienstleistung sowie auf das eingebundene Partnernetzwerk ab. Die Prozessdimension umfasst folgende Merkmale: Individualität (die lösungsorientierte Anpassung der Leistungsbestandteile an den Kundenbedarf), die Interaktion, die Verfügbarkeit, die Flexibilität und die Effizienz der eingesetzten Ressourcen. Die Merkmale der Ergebnisqualität beziehen sich auf die Steigerung der Produktivität und Lebensdauer der Sachleistung sowie die Qualität von produzierten Endprodukten. Anhand von vier Anwendungsfällen eines Werkzeugmaschinenherstellers werden in einem darauf aufbauenden Ansatz neun Qualitätsmerkmale abgeleitet (vgl. Mert/Aurich 2015, S. 211). Dazu zählen die Dauer, die Flexibilität, das Preis-Leistungs-Verhältnis, die Genauigkeit, die Verlässlichkeit, die Verfügbarkeit, die Problemlösung, die Interaktion und das Material.

SCHILLER ET AL. untersuchen anhand von Self-Tracking-Lösungen, welche Faktoren die Qualität von smarten Produkten beeinflussen. Anhand einer systematischen Literaturanalyse werden dabei 98 Faktoren ermittelt, die in 19 Kategorien zusammengeführt werden (vgl. Schiller et al. 2020, S. 3693). Die Kategorien werden im Hinblick auf ihre Bedeutung für physische und digitale Bestandteile sowie für verschiedene Anspruchsgruppen im Ökosystem bewertet. Der Ansatz stellt eine Zusammenfassung bisheriger Erkenntnisse aus der wissenschaftlichen Literatur dar und liefert darüber hinaus neue Einsichten. Allerdings erfolgt keine hierarchische Dimensionierung und es wird kein Vorgehen zur Durchführung einer konkreten Bewertung ersichtlich.

### **2.4.3 Qualitätsbewertung von Smart Services**

Die vorangehenden Abschnitte haben verdeutlicht, dass die konzeptionellen und empirisch validierten Qualitätsmodelle und Bewertungsansätze einen wichtigen Beitrag für das Verständnis leisten, welche Aspekte bei der Gestaltung der einzelnen Leistungsbestandteile zu berücksichtigen sind. Darüber hinaus können die Qualitätsmerkmale auch als Grundlage einer systematischen Bewertung im Rahmen des Testens herangezogen werden.

Für die Bewertung der wahrgenommenen Qualität von Smart Services existiert bisher jedoch weder ein eigenständiger Ansatz noch ein Messinstrument. Allerdings ist der Bedarf nach solchen Modellen in der wissenschaftlichen Literatur gut dokumentiert. MAGLIO und LIM kommen nach Analyse von Unternehmensfallstudien zu dem Ergebnis, dass die Entwicklung von Konzepten zur Qualitätsanalyse und -bewertung aus Nutzersicht ein zentrales Forschungsthema für Smart Services darstellt (vgl. Maglio/Lim 2016, S. 16). Darüber hinaus wird explizit auf den Bedarf nach Bewertungsinstrumenten verwiesen, welche eine Evaluation von Smart Services ermöglichen. Auch DREYER ET AL., welche im Rahmen einer Literaturanalyse 109 aktuelle wissenschaftliche Artikel analysieren, definieren das Verständnis und die Messung von Smart-Service-Qualität als zentrale Forschungsthemen (vgl. Dreyer et al. 2019, S. 63). BEVERUNGEN ET AL. weisen darauf hin, dass

bestehende Konzepte der Dienstleistungsqualität aufgrund der spezifischen Charakteristika von Smart Services neu gedacht und überarbeitet werden müssen (vgl. Beverungen et al. 2019b, S. 16). LEIMEISTER sieht in der Analyse und Steuerung der Qualität von Smart Services ebenfalls eine große Herausforderung und verweist auf die Komplexität und die Vielzahl der dabei zu berücksichtigenden Leistungsbestandteile (vgl. Leimeister 2020, S. 386).

Ungeachtet des Defizits an Qualitätsmodellen existieren erste Beiträge, aus denen sich Implikationen über die nutzerseitige Wahrnehmung von Smart Services ableiten lassen. Im Rahmen einer qualitativen Untersuchung identifizieren WÜNDERLICH ET AL. zum Beispiel vier Kategorien, welche die Einstellung gegenüber Smart Services prägen und deren Nutzungsabsicht beeinflussen (vgl. Wunderlich et al. 2012, S. 11). Dazu gehören zum einen die Kontrollwahrnehmung und die Vertrauenswürdigkeit der eingesetzten intelligenten Technik. Beide Kategorien werden durch die soziale Präsenz, also dem Ausmaß, zu dem der Anbieter trotz des digitalen Kanals als natürliche Person wahrgenommen wird, beeinflusst. Darüber hinaus wirkt sich auch die wahrgenommene Kollaboration zwischen dem Nutzer und der Technologie auf die Einstellung gegenüber Smart Services aus.

In einem zweiten Beitrag untersuchen KABADAYI ET AL. potenzielle Dimensionen des Kundenerlebnisses von Smart Services im Anwendungsbereich Tourismus (vgl. Kabadayi et al. 2019, S. 335f.). Aus einer Literaturrecherche leiten sie vier zentrale Nutzenversprechen für Smart Services ab: Zum einen sollen Smart Services den Nutzer ermächtigen, sich stärker in den Erbringungsprozess einzubringen, um eine präzisere Leistungsbereitstellung zu ermöglichen. Zum anderen sollen Smart Services zu einem nahtlosen Kundenerlebnis führen, das zu Vergnügen führt. Die Privatsphäre und Sicherheit werden als essenzielle Bestandteile des Wertversprechens identifiziert.

Ein dritter Beitrag von GONCALVES ET AL. untersucht im Rahmen einer explorativen Studie das nutzerseitige Erlebnis von Smart Services, allerdings im Anwendungsumfeld von Energiedienstleistungen (vgl. Goncalves et al. 2020, S. 727). GONCALVES ET AL. identifizieren durch qualitative Interviews mit aktiven und potenziellen Nutzern von intelligenten Energiedienstleistungen drei Dimensionen, anhand derer sich das wahrgenommene Kundenerlebnis beschreiben lässt. Zur *Smart-Service-spezifischen* Wahrnehmungsdimension gehören die Kontrollierbarkeit, Sichtbarkeit, Selbstkonfiguration, Nachhaltigkeit und Autonomie der Leistungen. Die *Beziehungsdimension* adressiert die Beziehung zwischen dem Kunden und dem Anbieter und zu anderen Nutzern. Die *technologiebasierte* Wahrnehmung beschreibt den entstehenden Kostenvorteil, die Zugänglichkeit, die Bedienfreundlichkeit und die Erlernbarkeit. Neben den leistungsbezogenen Dimensionen wurden auch kontextuelle Faktoren ermittelt, welche das Kundenerlebnis beeinflussen. Dazu zählen die individuellen Ziele, Aktivitäten, Artefakte und Akteure (vgl. Goncalves et al. 2020, S. 729).

Die Beiträge liefern damit erste Erkenntnisse dazu, welche Dimensionen für das Kundenerlebnis mit Smart Services wichtig sind. Allerdings entsprechen sie nicht dem leistungsbezogenen Verständnis einer wahrgenommenen Qualität. Daher wird durch sie keine direkte Zuordnung zu Leistungsbestandteilen und das Ableiten von konkreten Entwicklungs- oder Bewertungsparametern ermöglicht. Darüber hinaus wurden die Dimensionen branchenbezogen untersucht und weisen daher keine Allgemeingültigkeit auf.

## **2.4.4 Zwischenfazit zur Qualitätsbewertung im Kontext von Smart Services**

Für überwiegend immaterielle und interaktive Leistungen wie Smart Services stellt die wahrgenommene Qualität die erfolgskritische Bewertungsgröße dar, da sie den Nutzwert und die Akzeptanz von Anspruchsgruppen direkt determiniert. Die wahrgenommene Qualität ergibt sich aus der Summe von Leistungsmerkmalen, welche den individuellen Erwartungen einer Anspruchsgruppe in ihrer subjektiven Wahrnehmung gerecht wird. Für die Bewertung der Qualitätswahrnehmung existieren unterschiedliche Verfahren, von denen sich besonders merkmalsbasierte Ansätze für eine Anwendung in der Entwicklung eignen. Diese basieren auf theoretisch hergeleiteten und empirisch validierten Qualitätsmodellen, welche die relevanten Bewertungsmerkmale beinhalten und als Grundlage für einen strukturierten Test dienen können. Für die Qualitätsbewertung von Smart Services liegen bislang weder ein dediziertes Qualitätsmodell noch ein Bewertungsinstrument vor (vgl. Neuhüttler et al. 2019b, S. 163). Zur Bewertung der einzelnen Leistungsbestandteile, wie persönliche Dienstleistungen, digitale Dienste, intelligente Technik und Daten, stellt die Literatur dagegen eine Vielzahl solcher Ansätze bereit. Diese unterscheiden sich teilweise im Hinblick auf ihre hierarchische Struktur und die zur Bewertung herangezogenen Dimensionen und Merkmale, weisen jedoch auch Ähnlichkeiten auf. Die daraus ableitbaren Erkenntnisse werden in den folgenden Teilkapiteln berücksichtigt.

## **2.5 Bewertung bestehender Test- und Qualitätsbewertungsansätze**

### **2.5.1 Ableitung von Anforderungen zur Bewertung**

Basierend auf den Erkenntnissen aus dem Stand der Technik zu Smart Services (Kapitel 2.1) und des Smart-Service-Engineerings (Kapitel 2.2) werden nachfolgend inhaltliche Anforderungen (IA) an ein Verfahren zum Testen der Qualitätswahrnehmung abgeleitet, anhand welcher die Eignung bestehender Test- und Qualitätsansätze bewertet wird.

#### **IA 1: Berücksichtigung aller relevanten Leistungsbestandteile**

Smart Services stellen komplexe Leistungsbündel dar, welche neben digitalen Diensten und persönlichen Dienstleistungen auch die intelligente Technik und die zur Konfiguration benötigten Daten umfassen. Für einen Test der wahrgenommenen Qualität müssen entsprechend alle wahrnehmbaren Leistungsbestandteile eines Smart Services berücksichtigt werden.

#### **IA 2: Berücksichtigung der spezifischen Merkmale von Smart Services**

Zum einen weisen Smart Services dienstleistungsspezifische Merkmale, wie einen hohen Grad an Immaterialität und eine interaktive Leistungserbringung, auf. Zum anderen ergeben sich aus der Sammlung und Verarbeitung von teilweise sensiblen Daten und dem Einsatz von Verfahren der künstlichen Intelligenz auch neue Charakteristika, welche die nutzerseitige Wahrnehmung der Leistung beeinflussen können. Ein Ansatz zum Testen von Smart Services sollte entsprechend sowohl dienstleistungsspezifische als auch Smart Service-spezifische Merkmale berücksichtigen.

#### **IA 3: Anpassbarkeit des Betrachtungsumfangs**

Eine flexible Anpassung ist notwendig, da nicht immer alle Leistungsbestandteile von Smart Services zugleich Teil eines spezifischen Absatzobjektes sein müssen. Darüber hinaus basieren Smart Services teilweise auf bereits bestehenden Bestandteilen, deren Qualität im Rahmen des Testens nicht in gleicher Weise geprüft werden muss.

#### **IA 4: Berücksichtigung der Entwicklung in Ökosystemen**

Smart Services werden oftmals nicht von einem Anbieter, sondern von verschiedenen Partnern eines Ökosystems erbracht. Das Verfahren sollte daher nicht nur die Qualität der kundenindividuellen Leistung fokussieren, sondern auch eine Bewertung der beteiligten Partner und Wirkweisen des Ökosystems ermöglichen sowie die Besonderheiten einer unternehmensübergreifenden Entwicklung berücksichtigen.

#### **IA 5: Methodische Unterstützung im Sinne des Service Engineerings**

Um die praktische Anwendbarkeit in Unternehmen zu fördern, sollte das Verfahren eine methodische Unterstützung im Sinne des Service Engineerings ermöglichen. Dazu gehört einerseits eine Kompatibilität mit weiteren Ansätzen und Verfahren des Service Engineerings. Andererseits sollte das Verfahren eine umfangreiche Darstellung der auszuführenden Aufgaben sowie der dabei unterstützenden Werkzeuge und Methoden beinhalten. Darüber hinaus sollten Ansätze des Service Engineerings einen normativ-idealtypischen Charakter aufweisen.

#### **IA 6: Beitrag zum Testen in verschiedene Entwicklungsstufen**

Die Entwicklung von Smart Services erfolgt zunehmend iterativ oder sogar agil. In solchen Entwicklungsprojekten wird kontinuierlich mit Anspruchsgruppen getestet, wobei die Entwicklungsgegenstände über unterschiedliche Reifegrade verfügen können. Das Verfahren sollte daher einen Beitrag in unterschiedlichen Entwicklungsstufen leisten können.

#### **IA 7: Identifikation konkreter Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung**

Damit Anwendern ein praktischer Nutzen entsteht, sollte der Test so gestaltet sein, dass sich aus der Bewertung konkrete Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung ableiten lassen. Voraussetzungen dafür sind eine ganzheitliche Qualitätsbetrachtung sowie eine direkte Verbindung zu den Leistungsbestandteilen des Entwicklungsgegenstandes.

### **2.5.2 Eignung für das Testen der Qualitätswahrnehmung von Smart Services**

Anhand der formulierten Anforderungen kann nun die Eignung bestehender Ansätze für die Zielstellung dieser Arbeit vorgenommen werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2-1 zusammenfassend dargestellt.

#### **Testverfahren und Prototyping:**

Die wenigen Ansätze zum Testen von Dienstleistungen aus dem *Service Engineering* zeichnen sich insbesondere durch die Berücksichtigung des immateriellen und prozesshaften Charakters des Entwicklungsgegenstandes aus, vernachlässigen jedoch weitere Bestandteile von Smart Services oder deren spezifische Merkmale. Es werden geeignete methodische Ansätze genannt, jedoch nicht detailliert und durchgängig beschrieben. Darüber hinaus wird keine flexible Anpassung der Methoden an verschiedene Entwicklungsstände ermöglicht, ein direkter Bezug zu einer umfassenden Qualitätsbewertung hergestellt oder die Perspektive einer Entwicklung im Ökosystem explizit berücksichtigt. Diese Bewertung gilt auch für den fundamentalen Testprozess, welcher stellvertretend für Ansätze des *Software Engineerings* betrachtet wird. Den Stärken einer systematischen Bewertung der funktionalen Qualität und ausdifferenzierten Methodenunterstützung stehen zudem die Schwächen einer fehlenden Integration von Anspruchsgruppen und Berücksichtigung der wahrgenommenen Qualität gegenüber. Die Ansätze des *Usability Engineerings* adressieren explizit die Wahrnehmung der Nutzer sowie umfangreiche Methoden zu deren Einbindung. Allerdings bezieht sich die Bewertung auf die Gebrauchstauglichkeit von elektronischen Schnittstellen, weshalb weder eine ganzheitliche Qualitätsbetrachtung noch die

Berücksichtigung aller Leistungsbestandteile und spezifischen Merkmale von Smart Services erfolgt. Die Ansätze des *Service-Prototyping* verdeutlichen, wie immaterielle und interaktive Leistungsbestandteile bereits während der Entwicklung für Kunden erleb- und bewertbar gemacht werden können. Bestehende Ansätze betrachten jedoch weder alle Leistungsbestandteile noch stellen sie eine Methodik zur systematischen Qualitätsbewertung und Ableitung von Handlungsmaßnahmen bereit.

#### **Ansätze der Qualitätsanalyse und -bewertung:**

Die merkmalsbasierte Qualitätsansätze aus den verschiedenen Fachdisziplinen ermöglichen eine systematische Bewertung und sind daher prinzipiell für den Einsatz in einem Testverfahren geeignet. In Abhängigkeit ihrer Struktur kann in entweder ein unmittelbarer oder mittelbarer Bezug zu Handlungsmaßnahmen in der weiteren Entwicklung hergestellt werden. Ein wesentliches Defizit ergibt sich daraus, dass es keinen Qualitätsansatz gibt, der alle Leistungsbestandteile integriert betrachtet und die spezifischen Merkmale von Smart Services berücksichtigt. Zudem fehlen Möglichkeiten zur flexiblen Anpassung der Ansätze sowie eine methodische Unterstützung, welche die Durchführung der Bewertung im Sinne eines systematischen Service Engineerings darstellt.

#### **Angrenzende Konzepte für Smart Services:**

Die angrenzenden Konzepte, welche die Wahrnehmung von Smart Services adressieren, umfassen dagegen mehrheitlich alle relevanten Leistungsbestandteile und spezifischen Merkmale. Allerdings fokussieren die Ansätze die Analyse der Wahrnehmung und stellen keine geeigneten Bewertungsinstrumente oder eine systematische Vorgehensweise zur Verfügung. Darüber hinaus wird kein Anknüpfungspunkt zur Entwicklung oder der Ableitung von konkreten Verbesserungsmaßnahmen hergestellt. Zudem handelt es sich bei den betrachteten Konstrukten des Kundenerlebnisses oder der Akzeptanz nicht um eine auf die Leistungsgestaltung fokussierte, ganzheitliche Qualitätsbetrachtung, sondern um kundenbezogene Größen.

Basierend auf der Betrachtung und Bewertung der bestehenden Ansätze im Hinblick auf ihre Eignung für das Testen der Qualitätswahrnehmung kann zusammenfassend festgehalten werden, dass keiner der Ansätze eine ausreichende Anforderungserfüllung aufweist. Daher besteht ein Bedarf zur Entwicklung und Gestaltung eines dedizierten Verfahrens zum Testen der wahrgenommenen Qualität in der Entwicklung von Smart Services. Aus den betrachteten Ansätzen lassen sich jedoch grundlegende Erkenntnisse für die Verfahrensentwicklung festhalten, welche im nachfolgenden Abschnitt zusammengefasst werden.

**Tabelle 2-1:** Bewertung bestehender Ansätze des Testens und der Qualitätsbewertung (Quelle: eigene Darstellung)

Legende:		Bewertungskriterien						
		Berücksichtigung aller relevanten Leistungsbestandteile	Berücksichtigung spezifischer Merkmale von Smart Services	Anpassbarkeit des Betrachtungsumfangs	Berücksichtigung der Ökosystem-Perspektive	Methodische Unterstützung im Sinne des Service Engineerings	Beitrag zum Testen in verschiedenen Entwicklungsstufen	Identifikation konkreter Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung
Bewerteter Ansatz bzw. Inhalt								
Testverfahren und Prototyping	Dienstleistungstest (Burger et al. 2010)	○	○	◐	○	◐	○	◐
	PSS-Test (Meiren/Freitag 2018)	◐	○	●	○	◐	◐	◐
	Dienstleistungstest (Oh et al. 2013)	○	○	◐	○	◐	○	◐
	Fundamentaler Softwaretest (ISTQB)	○	○	◐	○	●	◐	●
	Usability Testing (diverse)	○	○	◐	○	●	◐	◐
	Partizipative Walkthroughs (diverse)	○	○	◐	○	●	●	◐
	Service-Prototyping (van Husen et al. 2020)	○	○	◐	●	●	◐	◐
	Smart-Service-Prototyping (Exner 2019)	●	◐	◐	◐	○	○	○
Ansätze zur Qualitätsanalyse und -bewertung	Dienstleistungsqualität (Donabedian, 1988)	○	◐	◐	○	○	○	●
	SERVQUAL (Parasuraman et al. 1988)	○	◐	○	○	◐	○	◐
	Hierarchische Qualität (Brady/Cronin 2001)	○	◐	◐	○	○	◐	●
	E-S-QUAL (Parasuraman et al. 1988)	○	◐	○	○	○	○	◐
	Elektronische Dienste (Santos 2003)	○	◐	◐	○	○	○	◐
	Digitale Dienste (Fassnacht/Koese 2006)	○	◐	◐	○	○	◐	●
	Self-Service SSTQUAL (Lin/Hsieh 2011)	○	◐	○	○	○	◐	◐
	Datenqualität (Wang/Strong 1996)	○	○	◐	○	○	○	◐
	Hybride Produkte (Böhm et al. 2010)	◐	◐	◐	○	○	○	◐
	Multi-Channel-Service (Sousa/Voss 2006)	◐	◐	◐	◐	○	○	●
	E-Health-Service (Hadwich et al. 2010)	◐	◐	○	○	○	◐	◐
	Produkt-Service-System (Aurich et al. 2012)	◐	◐	●	○	●	○	●
	Smart Wearables (Schiller et al. 2020)	◐	●	○	◐	○	○	◐
Konzepte für Smart Services	Akzeptanz smarter Produkte (Mayer 2011)	◐	◐	○	○	○	○	◐
	Einstellung (Wunderlich et al. 2012)	●	●	○	○	○	○	○
	Kundenerlebnis (Kabadayi et al. 2019)	●	●	○	○	○	○	○
	Kundenerlebnis (Goncalves et al. 2020)	●	●	○	◐	○	○	◐

### **2.5.3 Zwischenfazit zur Eignung und Übertragbarkeit der Ansätze**

Auch wenn keiner der Ansätze sich für die zu Beginn der Arbeit skizzierte Problemstellung eignet, können doch zentrale Erkenntnisse aus der Analyse des Standes der Technik abgeleitet werden. Da diese die zentrale Grundlage für die Konzeption des Lösungsansatzes und die Entwicklung des Verfahrens darstellen, sollen sie an dieser Stelle kurz zusammengefasst werden.

#### **2.5.3.1 Erkenntnisse im Hinblick auf Testansätze**

Zunächst kann festgestellt werden, dass die Einbindung von Anspruchsgruppen in einen Test der Qualität im Rahmen des Smart-Service-Engineerings unerlässlich ist. Damit stellen die Validierung und Objektivierung die beiden zentralen Testaktivitäten dar, welche im weiteren Verlauf dieser Arbeit fokussiert werden. Darüber hinaus wurden die drei zentralen Bestandteile eines Tests identifiziert, zu welchen einerseits eine aufbereitete Form des zu bewertenden Entwicklungsgegenstandes und eine Bewertungsgrundlage zur strukturierten Erfassung der Qualitätswahrnehmung benötigt wird. Andererseits wird ein Testverfahren benötigt, welche die durchzuführenden Aktivitäten und unterstützenden Methoden und Werkzeuge beinhaltet. Aus der Analyse der bestehenden Testverfahren konnten dabei verschiedene Erkenntnisse abgeleitet werden. Die Verfahren des Service Engineerings zeigen beispielsweise auf, wie mit Hilfe von immersiven Technologien und spezifischen Techniken (z. B. Service Theater) die Visualisierung eines immateriellen und durch interaktive Prozesse charakterisierten Entwicklungsgegenstandes unterstützt wird. Mit dem fundamentalen Testprozess des Software-Engineerings liegt ein Ansatz vor, welcher zwar nicht die wahrgenommene Qualität fokussiert, aber viele Abläufe strukturiert, ein umfangreiches Testvokabular vorgibt und sich in einigen Anwendungsbereichen als Quasi-Standard etablieren konnte. Aus den Ansätzen des Usability-Engineerings lassen sich mit dem Usability-Test und den pluralistischen Walkthroughs zwei konkrete Verfahren zur strukturierten Durchführung unter Einbindung von Anspruchsgruppen erkennen. Diese weisen Ähnlichkeiten mit den ereignisorientierten Verfahren der Qualitätsbewertung auf und ermöglichen deren Anwendung in der Entwicklung. Da eine Kombination von ereignis- und merkmalsorientierten Verfahren für die Qualitätsbewertung als geeignet angesehen wird, bieten Usability-Tests oder Walkthroughs geeignete Ansatzpunkte für die Entwicklung eines eigenständigen Verfahrens.

#### **2.5.3.2 Erkenntnisse im Hinblick auf Ansätze der Qualitätsbewertung**

Für die Bewertung der Qualität von Smart Services sind die individuellen Erwartungen der Kunden und Nutzer sowie die subjektiv wahrgenommene Leistung zentrale Determinanten. Die Gesamtqualität ergibt sich dabei aus Teilqualitäten, welche sich aus der Bewertung von verschiedenen Leistungsmerkmalen aggregieren und über Bewertungskriterien direkt operationalisieren lassen. Zur Bewertung der Teilqualitäten mit Bezug auf konkrete Leistungsbestandteile eignen sich daher merkmalsorientierte Verfahren, welche auf Basis von theoretisch erarbeiteten und empirisch evaluierten Qualitätsmodellen beruhen. Die Bewertung erfolgt dabei anhand von Rating-Skalen. Die bisher bestehenden Ansätze betrachten die Qualität der einzelnen Leistungsbestandteile von Smart Services überwiegend unabhängig voneinander. Zwischen den jeweiligen, innerhalb und zwischen den Forschungsdisziplinen existierenden Modellen gibt es Unterschiede im Hinblick auf ihre hierarchische Struktur sowie auf die adressierten inhaltlichen Dimensionen. Allerdings lassen sich zwischen einigen Ansätzen über die Leistungsbestandteile hinweg auch Ähnlichkeiten und Überschneidungen erkennen, welche einen Anknüpfungspunkt für

eine integrierte Betrachtung bieten. Eine über die Fachdisziplinen hinweg verwendete Strukturierungsform stellen die Gestaltungsdimensionen Potenzial, Prozess und Ergebnis dar.

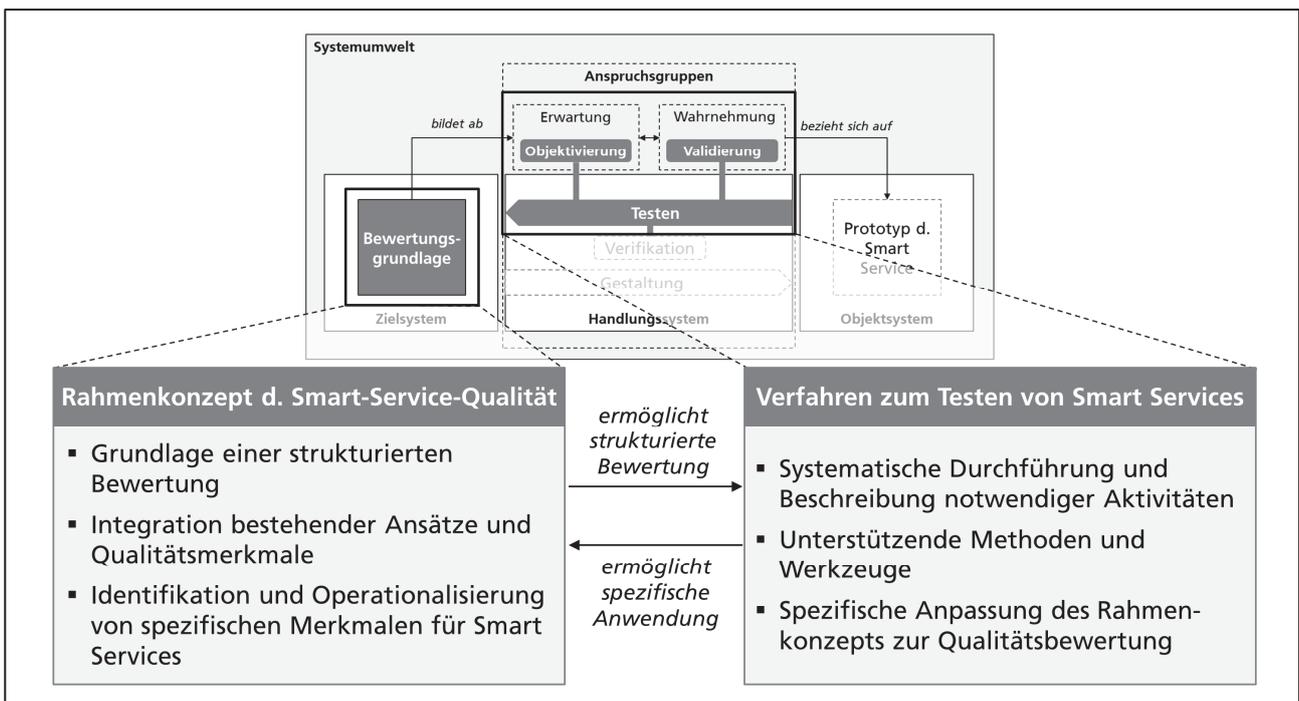
Darüber hinaus existieren Ansätze zur Qualitätsbewertung von hybriden Leistungsbündeln, wie zum Beispiel von Produkt-Service-Systemen. Einige der Ansätze verbinden dabei bestehende Qualitätsmodelle und -merkmale der einzelnen Teilleistungen und führen diese unter Berücksichtigung einer Gewichtung zu einem Indikator für die Gesamtqualität zusammen. Die Kombination von verschiedenen Ansätzen und ihre Verdichtung zu einer übergeordneten Bewertungsgröße stellt somit ein mögliches Vorgehen für die Bewertung von Smart Services dar. Ein eigenständiger merkmalsorientierter Ansatz zur Bewertung der Smart-Service-Qualität existiert bisher nicht. Der Bedarf nach dedizierten Ansätzen zur Qualitätsbewertung ist in der wissenschaftlichen Literatur jedoch gut dokumentiert (vgl. z. B. Dreyer et al. 2019, S. 63; Leimeister 2020, S. 386 oder Böhmman et al. 2020, S. 13). Insbesondere wird die Entwicklung von spezifischen Qualitätsmerkmalen und Bewertungskriterien gefordert. Erste wissenschaftliche Arbeiten, welche angrenzende Konstrukte für Smart Services betrachten, bieten für die Ableitung solcher Qualitätsmerkmale und Zielgrößen wichtige Erkenntnisse und können diese unterstützen. Um dem identifizierten Bedarf nach einem Verfahren zum Testen der Qualitätswahrnehmung in der Entwicklung von Smart Services zu entsprechen, werden in den nachfolgenden Kapiteln auf Basis der Erkenntnisse zentrale Lösungskomponenten abgeleitet, ausgearbeitet und praktisch erprobt.

### 3 Lösungsansatz

Im vorliegenden Kapitel wird ein Lösungsansatz beschrieben, der auf Erkenntnissen aus dem Stand der Technik aufbaut und das Erreichen der in dieser Arbeit verfolgten Zielstellung ermöglicht. Dazu werden zunächst die relevanten Lösungskomponenten abgeleitet und deren Aufgaben sowie Ziele dargelegt. Anschließend werden die inhaltlichen Anforderungen, welche zur Bewertung bestehender Ansätze herangezogen wurden, um Anforderungen der Verfahrensentwicklung ergänzt.

#### 3.1 Ableitung der Lösungskomponenten

Die übergeordnete Zielstellung dieser Arbeit ist es, ein Verfahren zum Testen der wahrgenommenen Qualität in der Entwicklung von Smart Services zu entwerfen. Aus dem ZHO-Modell, das in Kapitel 2.3 vorgestellt wurde, lassen sich die hierfür benötigten Lösungskomponenten ableiten (vgl. Abbildung 3-1).



**Abbildung 3-1:** Ableitung der Lösungskomponenten aus dem ZHO-Modell

Anhand des Modells wurde zunächst festgehalten, dass zur Durchführung von Testaktivitäten drei Bestandteile benötigt werden. Zunächst muss eine Version des Entwicklungsgegenstandes vorliegen, welche von den Anspruchsgruppen erlebt und damit bewertet werden kann. Bei der Erstellung solcher Smart-Service-Prototypen handelt es sich jedoch nicht um eine Test- sondern um eine zentrale Gestaltungsaufgabe. Die Prototypisierung wird deshalb nicht als originäre Komponente dieses Lösungsansatzes betrachtet. Vielmehr dienen Prototypen als Bewertungsgegenstände des hier zu entwickelnden Testverfahrens, deren Existenz vorausgesetzt wird. Darüber hinaus wird zur systematischen Durchführung von Tests eine strukturierende Bewertungsgrundlage benötigt, welche eine Repräsentation des Zielsystems darstellt und die zu bewertenden

Qualitätsmerkmale festlegt und operationalisiert. Der Zielstellung dieser Arbeit entsprechend wird als erste Lösungskomponente ein Rahmenkonzept der Smart-Service-Qualität entwickelt, welches die bisher monolithischen Qualitätsbetrachtungen der einzelnen Fachdisziplinen zu einer integrierten Bewertungsgrundlage zusammenführt.

Bei der zweiten Lösungskomponente handelt es sich um das Verfahren im eigentlichen Sinne, das einen systematischen Ablauf des Testens mit Anspruchsgruppen ermöglicht. Dafür beschreibt das Testverfahren, welche Aktivitäten durchzuführen sind, worauf zu achten ist und welche Werkzeuge und Methoden eingesetzt werden können. Die Aufgaben der beiden Lösungskomponenten sowie der Zusammenhang zwischen ihnen werden im nachfolgenden Kapitel näher ausgeführt.

## **3.2 Aufgaben der Lösungskomponenten**

### **3.2.1 Rahmenkonzept der Smart-Service-Qualität**

Die erste Aufgabe des Rahmenkonzepts besteht darin, den Entwicklungsgegenstand „Smart Service“ inhaltlich so zu strukturieren, dass für die einzelnen Leistungsbestandteile relevante Qualitätsmerkmale zugewiesen werden können. Eine leistungsbezogene Zuordnung von Qualitätsmerkmalen unterstützt potenzielle Anwender dabei, entwicklungsrelevante Erkenntnisse und Verbesserungsmöglichkeiten direkt aus der Bewertung abzuleiten. Bei der Gestaltung ist zu berücksichtigen, dass unterschiedliche Typen von Smart Services unterschiedliche Leistungsbestandteile umfassen. Darüber hinaus verfügen die einzelnen Bestandteile aufgrund einer verteilten oder agil organisierten Entwicklungslogik nicht immer über den gleichen Reifegrad. Es ist daher nicht möglich, zu jedem Zeitpunkt im Entwicklungsprozess alle Qualitätsaspekte in gleichem Detailgrad zu testen. Diese Erkenntnisse aus dem Stand der Technik verdeutlichen den Bedarf nach einer möglichst flexiblen Struktur des Rahmenkonzepts. Gleichzeitig sollte das Rahmenkonzept eine integrative Betrachtung der Smart-Service-Qualität ermöglichen.

Zur Bewertung der einzelnen Leistungsbestandteile von Smart Services existiert bereits eine Vielzahl an empirisch abgesicherten Qualitätsansätzen. Eine zweite Aufgabe besteht daher darin, die Erkenntnisse und Qualitätsmerkmale aus bestehenden Ansätzen hinsichtlich ihrer Relevanz für Smart Services zu prüfen und überschneidungsfrei in das Rahmenkonzept zu überführen. Da sich die bestehenden Ansätze in ihrer hierarchischen Struktur und den berücksichtigten Qualitätsdimensionen voneinander unterscheiden, ist zunächst eine einheitliche Form der Operationalisierung für Qualitätsmerkmale festzulegen und auf die zu überführenden Zielgrößen anzuwenden. Zudem soll die Verwendung von einheitlichen Bezeichnungen und Begrifflichkeiten dazu beitragen, eine integrierte und einheitliche Bewertung der Smart-Service-Qualität zu ermöglichen. Die gewählte Vorgehensweise verdeutlicht, dass der Charakter des zu entwickelnden Rahmenkonzepts nicht dem der bisher betrachteten Qualitätsmodelle entspricht. Diese Modelle wurden für die Qualitätsbewertung einer spezifischen Dienstleistung in einer konkreten Anwendungsdomäne entwickelt und empirisch validiert. Folglich ist ihr Einsatz auch auf das jeweilige Anwendungsfeld der Entwicklung begrenzt. Da es sich bei Smart Services um individuelle und datenbasierte Konfigurationen von Leistungen handelt, wäre die Entwicklung eines solchen Modells äußerst aufwendig und hätte nur einen begrenzten Anwendungsbereich. Stattdessen sollen im zu entwickelnden Rahmenkonzept eine Vielzahl von anwendungsneutral formulierten und gültigen Qualitätsmerkmalen redundanzfrei zusammengeführt werden. Diese werden dann im Rahmen des Testverfahrens für eine konkrete Anwendung ausgewählt und konkretisiert.

Die dritte und gleichzeitig bedeutsamste Aufgabe des Rahmenkonzepts ist es, die spezifischen Merkmale von Smart Services bei der Qualitätsbewertung zu berücksichtigen. Da es bisher weder einen Ansatz zur Betrachtung noch zur Bewertung von Smart-Service-Qualität gibt, müssen dafür neue und spezifische Qualitätsmerkmale identifiziert werden. Hierfür können einerseits die im Stand der Technik dargelegten Charakteristika und andererseits die ersten Erkenntnisse zur nutzerseitigen Wahrnehmung von Smart Services als Grundlage dienen. Darauf aufbauend sind in einem zweiten Schritt die identifizierten Qualitätsmerkmale für die Bewertung im Rahmen des Tests zu operationalisieren, wobei die gewählte Strukturierung des Rahmenkonzepts zu berücksichtigen ist. Die überführten Merkmale aus bestehenden Ansätzen und die neuen Merkmale sollen dabei derart miteinander verbunden werden, dass eine integrierte und ganzheitliche Bewertung ermöglicht wird. Eine detaillierte Darstellung der Strukturierung und der Vorgehensweise bei der Entwicklung des Rahmenkonzepts erfolgt in Kapitel 4.

### **3.2.2 Verfahren zum Testen von Smart-Service-Qualität**

Im Smart-Service-Engineering wird die Bedeutung des Testens als zentrale Aktivität hervorgehoben. Bislang existiert jedoch kein Verfahren, das die Durchführung des Testens strukturiert beschreibt oder unterstützende Methoden und Werkzeuge bereitstellt. An dieser Lücke setzt die zweite Lösungskomponente, das Testverfahren, an. Bei der Gestaltung ist zu beachten, dass das Verfahren als Teil eines systematischen Entwicklungsprozesses zu verstehen ist, in welchen es eingebettet werden muss. Hierfür muss das Testverfahren mit weiteren Entwicklungsmethoden und -verfahren im Hinblick auf die Struktur, Inhalte und Bezeichnungen möglichst kompatibel sein. Zudem sind bei der Verfahrensentwicklung sowohl der dienstleistungsspezifische Charakter als auch die Besonderheiten von Smart Services angemessen zu berücksichtigen. Wie bei der Gestaltung des Rahmenkonzepts erfordern die individuelle Leistungskonfiguration und die wiederkehrend durchzuführenden Tests in einer zunehmend agilen Entwicklungslogik eine entsprechende Anpassungsfähigkeit des Verfahrens. So sollte beispielsweise das Testen von unterschiedlichen Typen von Smart Services und von Entwicklungsgegenständen mit unterschiedlichem Reifegrad unterstützt werden. Bei der Gestaltung kann dabei auf die Erkenntnisse aus dem Stand der Technik zum Testen in verschiedenen Entwicklungsdisziplinen zurückgegriffen werden.

Wie bereits angedeutet, besteht eine wichtige Aufgabe des Verfahrens darin, das generisch beschriebene Rahmenkonzept der Smart-Service-Qualität für die Bewertung eines spezifischen Entwicklungsgegenstandes anzupassen und zu konkretisieren. Die Anpassung kann beispielsweise im Hinblick auf die Anwendungsdomäne, auf das Testziel, auf die unterschiedlichen Typen von Smart Services oder auf die Wiedergabetreue der vorliegenden Prototypen vorgenommen werden. Dabei gilt es zunächst herauszufinden, welche Leistungsbestandteile einem Test unterzogen und welche Anspruchsgruppen einbezogen werden sollten. Darauf aufbauend können die relevanten Qualitätsmerkmale identifiziert und für die Durchführung des konkreten Tests angepasst werden. Neben der Anpassung des Rahmenkonzepts hat das Testverfahren weitere Aufgaben zu erfüllen. Zum einen gilt es, den Anspruchsgruppen die zu bewertenden Smart-Service-Prototypen derart zu präsentieren, dass eine realitätsnahe Bewertung durchgeführt und valide Erkenntnisse erzeugt werden können. Zum anderen soll eine geeignete Vorgehensweise für die Bewertung bereitgestellt werden, welche unter angemessenem Ressourceneinsatz zu entwicklungsrelevanten Testergebnissen führt. Darüber hinaus gilt es, eine systematische Abfolge der Aktivitäten sicherzustellen und alle zentralen Erkenntnisse zu dokumentieren.

### 3.3 Anforderungen an den Lösungsansatz

Die Eignung des hier entwickelten Lösungsansatzes für die formulierte Zielstellung wird anhand von Anforderungen bewertet. Zum einen werden dazu die in Kapitel 2.5 abgeleiteten, inhaltlichen Anforderungen (IA) herangezogen. Analog zu bestehenden Ansätzen muss das Testverfahren alle relevanten Leistungsbestandteile und spezifischen Merkmale von Smart Services berücksichtigen und hinsichtlich des Betrachtungsumfangs anpassbar sein. Darüber hinaus soll die kollaborative Entwicklung in Ökosystemen berücksichtigt werden. Zudem soll eine methodische Unterstützung im Sinne des Services Engineerings gegeben und ein Einsatz bei unterschiedlichen Entwicklungsstufen möglich sein. Zusätzlich soll ein systematischer Test zu konkreten Erkenntnissen bezüglich einer Verbesserung der Qualitätswahrnehmung führen.

An die Konzeption und Entwicklung von neuen Verfahren werden zusätzlich weitere Anforderungen gestellt, welche die praktische Anwendbarkeit des Verfahrens sicherstellen sollen. Diese verfahrensbezogenen Anforderungen (VA) können aus den Grundsätzen der ordnungsgemäßen Modellierung von BECKER ET AL. abgeleitet werden (vgl. Becker et al. 2012, S. 31-37). Diese Grundsätze stellen Kriterien bereit, anhand derer sich die Konstruktionsgüte von Modellen und Verfahren bewerten lässt (vgl. Becker et al. 2012, S. 31). Nachfolgend werden die Grundsätze in Bezug auf den Lösungsansatz vorgestellt:

#### **VA 1: Richtigkeit**

Die Komponenten des Lösungsansatzes müssen sowohl syntaktisch als auch semantisch korrekt sein. Die syntaktische Richtigkeit erfordert die Einhaltung von formalen Regeln der gewählten Modellierungssprache und stellt damit die Vollständigkeit und Konsistenz sicher. Die semantische Richtigkeit zielt auf die Übereinstimmung zwischen der vom Entwickler eines Verfahrens intendierten Bedeutung der Sachverhalte und deren Wahrnehmung durch den Anwender ab. Sie erfordert daher eine korrekte Darstellung von Strukturen, Sachverhalten und der Abfolge aus Sicht von Anwendern.

#### **VA 2: Relevanz**

Das Verfahren umfasst ausschließlich Sachverhalte, Schritte und Techniken, die aus Sicht des Anwenders als zweckdienlich definiert werden. Die Bewertung der Relevanz erfordert die Formulierung von spezifischen Zielen innerhalb der einzelnen Lösungskomponenten, wie z. B. den Verfahrensphasen des Testens.

#### **VA 3: Wirtschaftlichkeit**

Die Anwendung des Verfahrens soll unter einem angemessenen Verhältnis von Kosten und Nutzen erfolgen. Damit wird einerseits die Effektivität, wie z. B. der Beitrag des Lösungsansatzes zur Sicherstellung der Qualität, und andererseits die Effizienz des Verfahrens adressiert, die sich z. B. aus dem entstehenden Aufwand des Anwenders ergibt.

#### **VA 4: Klarheit**

Klarheit bildet die Voraussetzung dafür, dass die Lösungskomponenten von Anwendern verstanden und angewendet werden können. Sie ergibt sich beispielsweise aus der Leserlichkeit, Verständlichkeit und Anschaulichkeit der Bestandteile und Teilelemente des Lösungsansatzes. Einen weiteren Aspekt stellt die Einheitlichkeit der Lösungsbausteine dar, die besagt, dass für gleiche Abläufe und Sachverhalte gleiche Beschreibungen und Strukturierungen zu verwenden sind.

### VA 5: Vergleichbarkeit

Zum einen sollen das Verfahren und seine Komponenten mit anderen Ansätzen vergleichbar sein, um eine Auswahl von bestmöglich geeigneten Ansätzen für einen konkreten Anwendungsfall zu erleichtern. Zum anderen bezieht sich die Vergleichbarkeit auch auf die Ergebnisse, die mit dem Verfahren erzielt werden können.

### VA 6: Systematischer Aufbau:

Ein systematischer Verfahrensaufbau erfordert, dass die Bestandteile des Lösungsansatzes sowohl in sich als auch zueinander konsistent sind und schlüssig ineinander überführt werden können. Die Konsistenz trägt dazu bei, dass unterschiedliche Akteure das Verfahren gemeinsam oder gleichzeitig anwenden können.

Die inhaltlichen und verfahrensbezogenen Anforderungen werden in eine integrierte Anforderungsbasis überführt, welche in Tabelle 3-1 dargestellt ist. Die Auflistung der Kriterien bildet die Grundlage für die spätere Bewertung des Verfahrens.

**Tabelle 3-1:** Anforderungsbasis zur Entwicklung des Lösungsansatzes

Art	Anforderung
IA 1	Berücksichtigung der relevanten Leistungsbestandteile
IA 2	Berücksichtigung der spezifischen Merkmale von Smart Services
IA 3	Anpassbarkeit im Hinblick auf den Betrachtungsumfang
IA 4	Berücksichtigung der Entwicklung in Ökosystemen
IA 5	Methodische Unterstützung im Sinne des Service Engineerings
IA 6	Beitrag zum Testen in verschiedene Entwicklungsstufen
IA 7	Identifikation konkreter Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung
VA 1	Semantische und syntaktische Richtigkeit
VA 2	Relevanz der Sachverhalte, Schritte und Techniken
VA 3	Wirtschaftlichkeit bei der Anwendung
VA 4	Klare und einheitliche Darstellung
VA 5	Vergleichbarkeit von Ergebnissen und mit anderen Verfahren
VA 6	Systematischer Aufbau des Verfahrens

## 4 Rahmenkonzept zur Bewertung von Smart-Service-Qualität

In diesem Kapitel wird ein Rahmenkonzept für die Qualitätsbewertung bei Smart Services entwickelt und beschrieben. Im ersten Teilkapitel werden die Vorgehensweise bei der Entwicklung und die grundlegende Konzeptualisierung aufgezeigt. In den weiteren Teilkapiteln erfolgt eine detaillierte Beschreibung der Operationalisierung der Smart-Service-Qualität, welche als Bewertungsgrundlage für das in Kapitel 5 entwickelte Testverfahren dient.

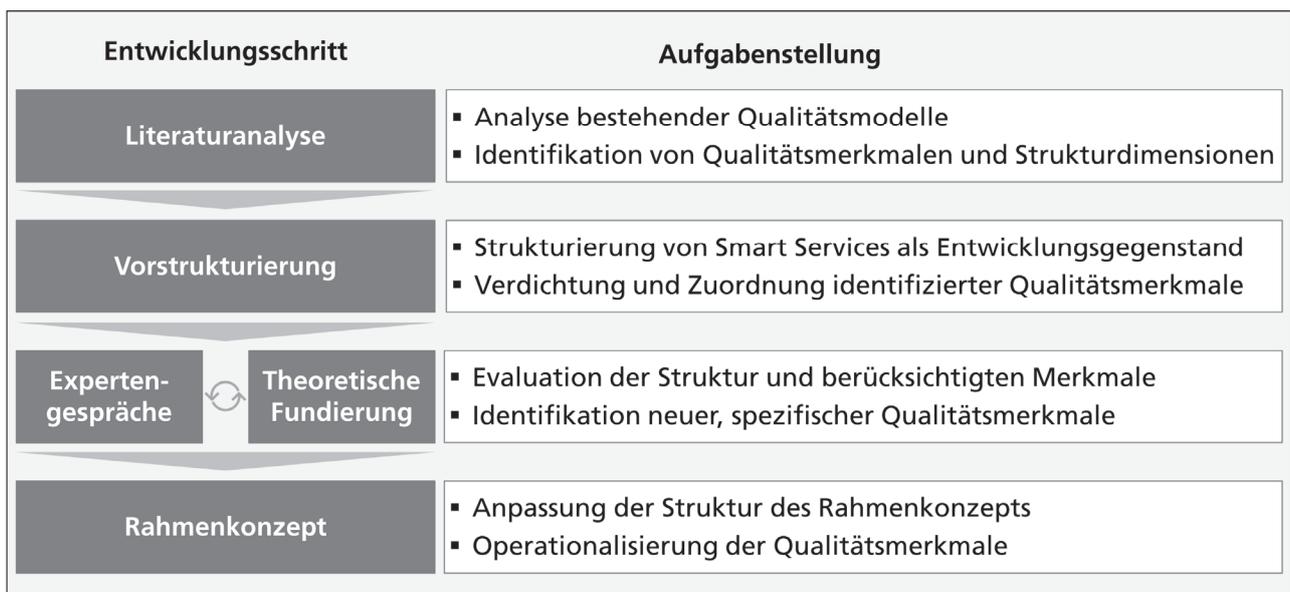
### 4.1 Entwicklung eines Rahmenkonzepts zur Qualitätsbewertung

In Anlehnung an die Definitionen der wahrgenommenen Qualität aus Kapitel 2.3 lässt sich die Qualität eines Smart Service als der Grad beschreiben, in dem seine Merkmale den Anforderungen einer Anspruchsgruppe in ihrer subjektiven Wahrnehmung gerecht werden. Daraus lassen sich zwei wesentliche Annahmen ableiten, die bei der Konzeptualisierung der Smart-Service-Qualität zu berücksichtigen sind. Zum einen ergibt sich die Gesamtqualität eines Smart Services aus den Teilqualitäten seiner inhaltlichen Leistungsbestandteile, da sich die Anforderungen auf deren Merkmale beziehen (vgl. Bruhn et al. 2010, S. 355). Folglich gilt es zunächst einen Rahmen zu entwickeln, der die Leistungsbestandteile von Smart Services inhaltlich so strukturiert, dass sich bewertbare Teilqualitäten ableiten lassen. Zum anderen handelt es sich bei der wahrgenommenen Qualität um ein latentes, also nicht direkt bewertbares Konstrukt (vgl. Homburg/Giering 1996, S. 5 und Bruhn 2019, S. 48). Im zweiten Schritt gilt es daher, entlang der Merkmale von Leistungsbestandteilen empirisch greifbare Indikatoren zu identifizieren, anhand derer eine Qualitätsbewertung von Smart Services ermöglicht wird. In den nachfolgenden Abschnitten wird zunächst das allgemeine Vorgehen bei der Konzeptualisierung beschrieben. Anschließend werden das Rahmenkonzept sowie die Qualitätsmerkmale näher erläutert.

#### 4.1.1 Vorgehen bei der Entwicklung

Ausgehend von den Erkenntnissen aus dem Stand der Technik wird für die Bewertung der Smart-Service-Qualität ein Rahmenkonzept mit integrativem Charakter entwickelt. Integrative Rahmenkonzepte verfolgen das Ziel, Erkenntnisse aus bestehenden Ansätzen aufzunehmen, zu strukturieren und in Beziehung zueinander zu setzen sowie durch neue Erkenntnisse zu ergänzen (vgl. MacInnis 2011, S. 138). Für die Entwicklung des integrativen Rahmenkonzepts der Smart-Service-Qualität wurden vier aufeinanderfolgende Schritte durchgeführt, die in Abbildung 4-1 dargestellt sind. Im ersten Schritt erfolgte eine systematische Literaturanalyse mit dem Ziel, bereits bestehende Qualitätsmodelle und -ansätze zu identifizieren und diese im Hinblick auf ihre Struktur und der für die Bewertung herangezogenen Qualitätsmerkmale zu untersuchen (vgl. zum Vorgehen vom Brocke et al. 2015 und Fettke 2006, S. 260). Dazu wurde in den Wissenschaftsdatenbanken „Web of Science“ und „Scopus“ nach relevanten Beiträgen gesucht, wobei folgende Schlagwörter verwendet wurden: Für die Analyse von relevanten Qualitätsmodellen in den einzelnen Disziplinen wurde der Suchstring („*service*“ OR „*product*“ OR „*information*“ OR „*technology*“ OR „*system*“ OR „*data*“) AND („*quality*“ OR „*perceived*“ OR „*perception*“) verwendet. Bei den Ergebnissen wurden Zeitschriften-, Buch- und Konferenzbeiträge berücksichtigt, deren Kurzübersicht hinsichtlich der Relevanz für das Rahmenkonzept geprüft wurde. Im Weiteren wurden nur methodisch-konzeptionelle Beiträge untersucht, welche die Bewertung oder Erklärung der

Qualitätswahrnehmung für einen oder mehrere Smart-Service-Leistungsbestandteile berücksichtigen. Aus den untersuchten Beiträgen wurde eine erste Struktur für das Rahmenkonzept abgeleitet, welche zunächst entlang der Bestandteile „Produkte“, „Digitale Dienste“ und „Persönlich erbrachte Dienstleistungen“ und der Qualitätsdimensionen „Potenzialqualität“, „Prozessqualität“ und „Ergebnisqualität“ als Neun-Felder-Matrix dargestellt wurde. Den neun Feldern wurden bereits identifizierte Merkmale der Qualitätsbewertung zugeordnet. Das daraus entstandene Rahmenkonzept ermöglichte zwar die Bewertung der einzelnen Leistungsbestandteile in einem gemeinsamen Rahmen, berücksichtigte dabei jedoch nicht die spezifischen Charakteristika von Smart Services. Ein Überblick über die betrachteten Beiträge kann Anhang 10-2 entnommen werden.



**Abbildung 4-1:** Vorgehen bei der Entwicklung des Rahmenkonzepts

Um für die Bewertung dedizierte Qualitätsmerkmale mit Bezug zu den Charakteristika von Smart Services zu identifizieren und den ersten Strukturierungsvorschlag des Rahmenkonzepts zu diskutieren, wurden im dritten Schritt 18 leitfadengestützte Expertengespräche geführt. Dabei wurde sowohl eine systematisierende als auch eine theoriegenerierende Zielstellung verfolgt (vgl. Bogner et al. 2014, S. 24f.). Der Ansatz, Qualitätsmerkmale mit Experten zu identifizieren, basiert dabei auf der Annahme, dass Nutzer ihre Gesamtwahrnehmung in Bezug auf einen konkreten Smart Services bewerten können, die explizite Äußerung der dabei herangezogenen Qualitätsmerkmale und Einflussfaktoren ihnen jedoch schwerfällt. Dieser Effekt wird durch die hohe Komplexität, die Immaterialität und den Innovationsgrad von Smart Services verstärkt. Von einer empirischen Erhebung mit Nutzern wurde daher abgesehen, stattdessen wurden Experten als Informationsquelle einbezogen (vgl. zu einem ähnlichen Vorgehen Schmitt/Pfeifer 2015, S. 103).

Als Experten wurden Personen ausgewählt, die über relevantes Wissen zur Entwicklung von Smart Services und der Bewertung von wahrgenommener Qualität verfügen (für eine Definition von Experten vgl. Kaiser 2014, S. 41). Die Experten stammten aus wissenschaftlichen Einrichtungen aus Deutschland (9 Experten), USA (3), Schweiz (3), Niederlande, Schweden und aus dem Vereinigten Königreich (jeweils ein Experte). Die Gespräche dauerten jeweils zwischen 30 und 60 Minuten. Eine Übersicht über die befragten Experten sowie das Vorgehen findet sich im Anhang 10-3 dieser Arbeit.

Die vorgestellte erste Strukturierung des Rahmenkonzepts wurde von den Experten als grundsätzlich sinnvoll und relevant bestätigt. Die Erkenntnisse aus den Gesprächen führten jedoch zu einer Neuordnung der strukturierenden Elemente. Zudem wurde empfohlen, die „Koordination“ von Leistungsbestandteilen, welche durch unterschiedliche Akteure eines Ökosystems erbracht werden, als ergänzendes Strukturelement zu verwenden. Nach Ansicht der Experten zählt die Koordination zu den wesentlichen Aufgaben eines Smart-Service-Anbieters und insbesondere von Plattformbetreibern. Auch die in der Literaturanalyse identifizierten Qualitätsmerkmale und -indikatoren wurden für die Bewertung von Smart Services als weiterhin relevant bewertet. Allerdings wurde darauf verwiesen, dass diese einerseits für datenbasierte und automatisiert erbrachte Dienstleistungssysteme neu zu interpretieren sind. Andererseits nannten die Experten auch neue Qualitätsaspekte mit konkretem Bezug zu Smart Services, zu denen beispielsweise eine ethisch vertretbare Gestaltung von Algorithmen, die Authentizität von innovativen Formen der Mensch-Computer-Interaktion oder die wahrgenommene Einbettung von Sensorik in den Lebensraum von Nutzern gehören. Insbesondere wurde auch auf die Bedeutung des Schutzes der Privatsphäre, der Vertrauenswürdigkeit und den wahrgenommenen Kontrolloptionen verwiesen.

Parallel zu den Expertengesprächen wurden die neu benannten Qualitätsmerkmale in einer erweiterten Literaturrecherche genauer untersucht und theoretisch fundiert beschrieben. Im vierten Entwicklungsschritt wurden die Erkenntnisse aus den Expertengesprächen und der theoretischen Fundierung in das Rahmenkonzept zur Bewertung der Smart-Service-Qualität überführt und ausdifferenziert. In den nachfolgenden Abschnitten wird die Konzeptualisierung des Rahmenkonzepts sowie die Operationalisierung der Teilqualitäten für die einzelnen Leistungsbestandteile näher erläutert.

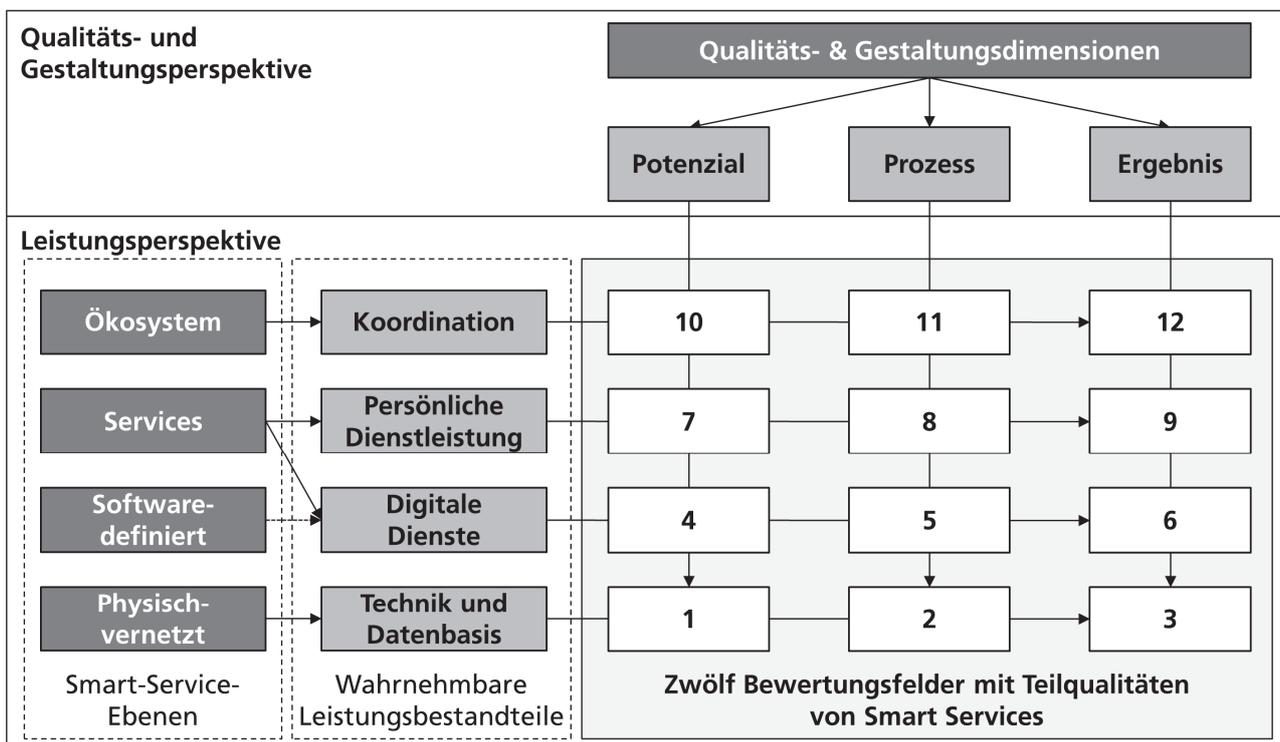
## **4.1.2 Allgemeine Beschreibung des Rahmenkonzepts**

### **4.1.2.1 Strukturierung des Rahmenkonzepts**

Das Rahmenkonzept soll als Grundlage für eine systematische Qualitätsbewertung in der Entwicklung von Smart Services eingesetzt werden. Ziel dabei ist es, möglichst konkrete Maßnahmen zur Verbesserung der Leistungsbestandteile während der Entwicklung abzuleiten. Daher gilt es zunächst, Smart Services in inhaltliche Leistungsbestandteile zu zerlegen, um durch deren Qualitätsbewertung entwicklungsrelevantes Wissen zu generieren. Für die Konzeptualisierung des Rahmenkonzepts werden daher die Qualitäts- und die Leistungsperspektive miteinander verknüpft (vgl. Abbildung 4-2). In der Qualitätsperspektive lassen sich dabei die drei Dimensionen Potenzial, Prozess und Ergebnis unterscheiden. Dies entspricht einerseits einer gängigen Strukturierung vieler Modelle zur Bewertung der wahrgenommenen Qualität von digitalen Diensten und persönlichen Dienstleistungen (vgl. z. B. Donabedian 1988, S. 177; Fasnacht/Koese 2006, S. 27). Darüber handelt es sich dabei um die Gestaltungsdimensionen des Service Engineerings, welche auch bei der strukturierten Gestaltung von Smart Services Anwendung finden (vgl. Bullinger/Schreiner 2006, S. 58; Beverungen et al. 2019a, S. 233ff.). Durch die Strukturierung des Rahmenkonzepts entlang dieser Qualitäts- und Gestaltungsdimensionen lassen sich einerseits die Merkmale von bestehenden Qualitätsmodellen direkt integrieren und andererseits werden Anknüpfungspunkte zu bestehenden Modellen und Methoden des Service Engineerings geschaffen, was in einer hohen Anwendungsnähe resultiert.

In der Leistungsperspektive bilden die Leistungsbestandteile, welche sich aus dem in Kapitel 2.1 vorgestellten Ebenen-Modell von Smart Services ableiten, die Grundlage der Strukturierung (vgl.

acatech 2015, S. 17; Bullinger et al. 2017, S. 100). Für die Qualitätsbewertung sind jedoch nicht die generischen Ebenen des Smart-Service-Systems, sondern die von Anspruchsgruppen wahrnehmbaren Leistungsbestandteile eines konkreten Absatzobjektes, also des Smart Services, relevant. Diese umfassen die „Technik und Datenbasis“, die „Digitalen Dienste“ und die „Persönlichen Dienstleistungen“. Da an der Entwicklung und Umsetzung der einzelnen Leistungsbestandteile von Smart Services unterschiedliche Abteilungen oder Partner aus dem Ökosystem beteiligt sein können, wird die „Koordination“ der von ihnen erbrachten Leistungsbestandteile und ihre Zusammenführung zu einer einheitlich wahrgenommenen Gesamtlösung als eigenständig wahrnehmbare Leistung verstanden, die es bei der Qualitätsbewertung zu berücksichtigen gilt.



**Abbildung 4-2:** Konzeption des Rahmenkonzepts zur Bewertung von Smart-Service-Qualität

Die Konzeptualisierung entlang der Qualitäts- und Gestaltungsperspektive sowie der Leistungsperspektive führt zu einer Strukturierung des Entwicklungsgegenstandes Smart Service in Form einer Matrix mit zwölf Bewertungsfeldern. Die Nummerierung der Bewertungsfelder folgt dabei zum einen der Logik der Dienstleistungserbringung, von der Bereitstellung von Ressourcen über deren Nutzung in einem interaktiven Prozess bis hin zu dem daraus resultierenden Ergebnis. Die horizontale Leserichtung in der Grafik erfolgt also von links nach rechts. Andererseits wird die Logik der Wertschöpfung von Smart Services berücksichtigt. Diese beginnt bei der Akquisition von Daten mittels vernetzter physischer Objekte und verläuft über deren digitalen Veredlung bis hin zur Erbringung von digitalen und persönlichen Dienstleistungen. Die vertikale Lesart von unten nach oben endet in der Grafik mit der Koordination dieser Leistungsbestandteile.

Durch den modularen Aufbau mit zwölf Bewertungsfeldern wird es möglich, für die Qualitätsbewertung nur die Bestandteile heranzuziehen, welche Teil eines konkreten Absatzobjektes sind oder zu einem bestimmten Entwicklungszeitpunkt relevant sind. Da sich die Qualitätsbewertung der Anspruchsgruppen nicht auf abstrakte Felder bezieht, erfolgt im nachfolgenden Abschnitt eine

Zuordnung von konkreten Bewertungsgegenständen von Smart Services zu den jeweiligen Bewertungsfeldern.

#### 4.1.2.2 Ableitung generischer Bewertungsgegenstände

Der Leistungsbestandteil „**Technik und Datenbasis**“ umfasst als zentralen Potenzialfaktor der Datenakquisition und -übertragung die vernetzten physischen Objekte. Dabei lassen sich zwei unterschiedliche Arten von Bewertungsgegenständen im ersten Feld unterscheiden. Zum einen handelt es sich dabei um unabhängige, von einem Kernprodukt losgelöste Sensoren, deren Kernaufgabe in der Datensammlung und -übertragung liegt (z. B. externe Sensorik zur Erfassung von Umweltdaten oder Fitness-Tracker zur Sammlung von Vitalparametern). Zum anderen existieren vernetzte physische Objekte, welche fernab der Akquisition von Daten ein Grundsystem mit eigenständigen Funktionalitäten (z. B. Produktionsmaschinen) besitzen. Da diese Funktionalitäten keine direkten Bestandteile eines Smart Service sind (vgl. Abbildung 2.1), werden sie im Weiteren nicht differenziert berücksichtigt. Lediglich ihre physische Gestalt wird betrachtet, welche sowohl die Erscheinung als auch ihre Nutzbarkeit im Prozess beeinflusst. Davon abgesehen fokussiert der Ansatz die in vernetzten physischen Objekten integrierte, intelligente Technik und deren Fähigkeit, eine Datenbasis für die Entwicklung und die Erbringung von Smart Services zu schaffen. Im zweiten Feld wird die Nutzung der vernetzten physischen Objekte als Bewertungsgegenstand adressiert. Diese kann durch eine aktive Interaktion mit den physischen Bestandteilen oder eine passive Einbindung der intelligenten Technik in das Nutzungsumfeld, also z. B. die Lebens- oder Arbeitswelt eines Nutzers, geprägt sein. Das dritte Bewertungsfeld umfasst die gesammelten Daten, welche als Grundlage für die Erbringung des Smart Services dienen. Die Bewertungsgegenstände sind in Abbildung 4-3 zusammenfassend dargestellt.

Einen wesentlichen Potenzialfaktor des Leistungsbestandteiles „**Digitale Dienste**“ stellt der Zugang zu den Daten aus den vernetzten physischen Objekten und weiteren, ergänzenden Datenquellen dar. Die der Erbringung eines digitalen Dienstes zugrunde liegende technische Infrastruktur ist größtenteils für den Nutzer nicht wahrnehmbar, weshalb sie nicht als direkter Bewertungsgegenstand berücksichtigt wird. Direkt wahrnehmbare Bewertungsgegenstände im vierten Feld sind dagegen die Benutzeroberfläche, die vorgeschichteten Inhalte sowie verfügbare Funktionalitäten und Schnittstellen zu weiteren Diensten oder Datenquellen. Im fünften Bewertungsfeld, also dem Nutzungsprozess des digitalen Dienstes, wird die aktive Interaktion zwischen dem Anwender und dem digitalen Dienst bewertet, jedoch auch die Verarbeitung der Daten und die dahinter liegende Algorithmik. Diese ist in vielen Fällen nicht direkt für Anspruchsgruppen erlebbar oder gar nachvollziehbar, beeinflusst aber die Qualitätswahrnehmung und ist daher für das Rahmenkonzept relevant. Die Interaktion mit dem digitalen Dienst oder dessen Verarbeitung von Daten führen zu konkreten Ergebnissen, welche die Bewertungsgegenstände des sechsten Feldes darstellen. Dabei lassen sich grundsätzlich drei verschiedene Ergebnisse eines datenbasierten, digitalen Dienstes unterscheiden (vgl. Wixom et al. 2017, S. 1): Die erste Form des Mehrwerts stellt das Verfügbarmachen von Informationen dar, z. B. in Form von Auswertungsberichten, Dashboards oder dem Verkauf von Rohdaten. Dabei entstehen neuartige Einsichten über den aktuellen Zustand oder den Nutzungsprozess eines vernetzten physischen Objekts oder eines anderen Bezugsobjektes. Darüber hinaus generieren digitale Dienste in Smart-Service-Systemen auf Basis der Daten Empfehlungen, um bessere Entscheidungen und Handlungen seitens der Anspruchsgruppen zu ermöglichen. Beispiele stellen die vorausschauende Planung von Routen oder die Identifikation eines optimalen Zeitpunkts zur Wartung einer Produktionsmaschine dar. Eine weitere Möglichkeit ist es, dass der digitale Dienst auf Basis der Daten selbst Aktionen auslöst, welche entweder das vernetzte physische Objekt oder ein anderes System betreffen und

sich in Form von autonomen Entscheidungen (z. B. automatisierte Bestellung von Ersatzteilen) oder physischen Manipulationen (z. B. Anhalten einer Produktionsmaschine) ausdrücken können. Da die automatisiert ausgeführten Aktionen einen wesentlichen Bestandteil des Gesamtwertversprechens eines Smart Services darstellen, werden sie im zwölften Bewertungsfeld als Bewertungsgegenstand adressiert. Das sechste Feld betrachtet somit lediglich die nutzerrelevanten Informationen und Empfehlungen als Bewertungsgegenstand.

Rahmenkonzept Smart Service		Qualitäts- und Gestaltungsdimensionen					
		Potenzial		Prozess		Ergebnis	
Leistungsbestandteile	Koordination	<b>Feld 10</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ökosystem-Partner</li> <li>Ressourcenintegration</li> </ul>		<b>Feld 11</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufgabenteilung</li> <li>Koordination von Prozessen</li> </ul>		<b>Feld 12</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wertversprechen des Smart Services</li> </ul>	
	Persönliche Dienstleistung	<b>Feld 7</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mitarbeitende</li> <li>Physische Umgebung</li> <li>Techn. Ausrüstung</li> </ul>		<b>Feld 8</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pers. Interaktion</li> <li>Mitarbeiterverhalten</li> <li>Nutzerintegration</li> </ul>		<b>Feld 9</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Persönliche Kundenbeziehung</li> </ul>	
	Digitaler Dienst	<b>Feld 4</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Benutzeroberfläche</li> <li>Gespeicherte Inhalte</li> <li>Funktionalitäten</li> </ul>		<b>Feld 5</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzerinteraktion</li> <li>Datenauswertung</li> <li>Prozessintegration</li> </ul>		<b>Feld 6</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Datenbasierte Informationen und Empfehlungen</li> </ul>	
	Technik & Datenbasis	<b>Feld 1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sensorik</li> <li>Vernetzung</li> <li>Physisches Objekt</li> </ul>		<b>Feld 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzung der Technik</li> <li>Integration in Anwendungsumfeld</li> </ul>		<b>Feld 3</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verfügbare Daten als Grundlage für Smart Services</li> </ul>	

**Abbildung 4-3:** Generische Bewertungsgegenstände im Rahmenkonzept der Smart-Service-Qualität

Bei der Bewertung des Leistungsbestandteils „**Persönliche Dienstleistung**“ stellen die Kundenkontaktmitarbeitenden eines Smart-Service-Anbieters wesentliche Potenzialfaktoren dar, welche durch die Anspruchsgruppen bewertet werden können. Außer der Beurteilung der Mitarbeitenden kann auch die Qualität ihrer technischen Ausrüstung bewertet werden, welche insbesondere im Kontext von Smart Services eine wichtige Rolle spielt. Dazu gehören mobile Endgeräte, welche den Zugriff auf die Daten der vernetzten physischen Objekte und die daraus abgeleiteten Informationen ermöglichen und so die Fähigkeit der Mitarbeitenden für die Ausführung von passfähigen Aktivitäten fördern (vgl. Marinova et al. 2017, S. 31). Darüber hinaus stellt auch das physische Dienstleistungsumfeld und dessen Gestaltung einen weiteren wahrnehmbaren Bewertungsgegenstand des siebten Feldes dar. Man spricht persönlich erbrachten Dienstleistungen eine besondere Bedeutung bei Aktivitäten mit einem hohen Bedarf an Empathie oder bei physischen Eingriffen am Menschen zu (vgl. Huang/Rust 2018, S. 166; Bieger/Beritelli 2020, S. 497). Das achte Bewertungsfeld adressiert daher die persönliche Interaktion zwischen den Mitarbeitenden und Nutzern als zentralen Bewertungsgegenstand. Diese beinhaltet sowohl die Kommunikation als auch das weitere wahrnehmbare Verhalten der Mitarbeitenden. Als Ergebnis der persönlichen Interaktion, welches im neunten Feld bewertet wird, steht neben dem Beitrag zum Gesamtergebnis die Auswirkung auf die persönliche Beziehung zwischen Anbieter und Nutzer im Fokus der Bewertung.

Der letzte Leistungsbestandteil „**Koordination**“ adressiert die Tatsache, dass Smart Services von verschiedenen Akteuren eines Ökosystems gemeinsam erbracht werden können (vgl. acatech 2015, S. 19; Meyer/Zinke 2018, S. 10). Die Bewertung durch die Anspruchsgruppen basiert aber auf der Wahrnehmung der Gesamtlösung. Daher gilt die Zusammenführung und Koordination aller Leistungsbestandteile zu einer kundenspezifischen Problemlösung und das Sicherstellen eines konstanten Qualitätsniveaus zu den zentralen Aufgaben von Smart-Service-Anbietern und insbesondere Plattformbetreibern (vgl. Senn/Bruhn 2019, S. 221; Scheer 2020, S. 20). Die Bewertungsgegenstände des zehnten Bewertungsfeldes sind daher die Auswahl und Struktur der beteiligten Ökosystem-Partner sowie die Integration ihrer Ressourcen. Das elfte Feld beinhaltet als Bewertungsgegenstände die Koordination der Prozesse sowie die Aufteilung der Aufgaben. Im zwölften Bewertungsfeld wird das Gesamtwertversprechen als Bewertungsgegenstand herangezogen, aus welchem sich ein höherer Nutzen für die Anspruchsgruppe im Vergleich zu anderen Leistungsangeboten ergeben soll (vgl. Lüttenberg et al. 2018, S. 32). Nachdem das Rahmenkonzept konzeptualisiert und seine wesentlichen Bewertungsgegenstände beschrieben wurden, erfolgt im nächsten Schritt eine nähere Betrachtung der Smart-Service-Qualität.

### 4.1.3 Allgemeine Beschreibung der Smart-Service-Qualität

#### 4.1.3.1 Generische Qualitätsmerkmale von Smart Services

Aus den Ergebnissen der Literaturrecherche sowie der Expertengespräche lassen sich für die den Potential-, Prozess- und Ergebnisdimensionen zugeordneten Bewertungsgegenstände generische, inhärente Merkmale ableiten, welche den Ausgangspunkt der Operationalisierung der Qualitätsbewertung darstellen.

In der **Potenzialdimension** werden die zentralen Ressourcen, wie physische oder digitale Artefakte sowie die Mitarbeitenden bewertet. Zu den generischen Qualitätsmerkmalen, welche bei der Bewertung der Wahrnehmung durch Anspruchsgruppen herangezogen werden können, zählen eine äußerlich ansprechende sowie eine funktionsunterstützende *Erscheinung* (vgl. Busse 1994, S. 821; Dhabolkar et al. 1996, S.8). Darüber hinaus werden die *Fähigkeiten* der Potenzialfaktoren zur Bewertung der Qualität herangezogen, zu denen z. B. die Funktionalitäten von Objekten oder das Wissen und die Kompetenzen von Personen zählen. Weitere Qualitätsmerkmale stellen *Sicherheit und Privatsphäre* der Anspruchsgruppen dar, welche die Freiheit von Gefahren, Risiken und Zweifeln bedeuten, und sich zum Beispiel in die Aspekte physische, emotionale und finanzielle Sicherheit unterteilen lassen. Bei der Betrachtung von Smart Services spielen diese Aspekte bei der Sammlung, Speicherung und Verarbeitung von teilweise sensiblen Daten eine zentrale Rolle (vgl. Ostrom et al. 2019, S. 87). Daher wird die besondere Bedeutung der Privatsphäre als Teil der Sicherheit hervorgehoben (vgl. Wunderlich et al. 2015, S. 443). Darüber hinaus stellt auch die wahrgenommene Vertrauenswürdigkeit einen wichtigen Faktor bei der Bewertung von subjektiver Sicherheit dar (vgl. Husmann 2020, S. 140).

In der **Prozessdimension** wird die Erbringung von Smart Services als eine interaktive Abfolge von Aktivitäten charakterisiert, in welcher die nutzer- und anbieterseitigen Ressourcen (z. B. Kompetenzen, Aktivitäten, Technologien oder Daten) integriert werden (vgl. Bullinger et al. 2017a, S. 105). Dabei wird die *Integrationsqualität*, also die Wahrnehmung über die Art und Weise, wie gut die anbieterseitigen Potenzialfaktoren untereinander sowie in die Lebenswelt der Nutzer integriert werden, als Qualitätsmerkmal herangezogen. Ein weiteres Qualitätsmerkmal der Prozessdimension stellt die *Interaktionsfreundlichkeit* dar, welche durch die Wahrnehmung der Vielzahl an unterschiedlichen Interaktionen zwischen Personen, Technologien und Objekten zählen (vgl.

Lim/Maglio 2019, S. 361). Die Werterzeugung eines Smart Services hängt im Wesentlichen davon ab, wie gut die Leistungsbestandteile sich auf Basis der gesammelten Daten an den situativen Kontext eines Nutzers anpassen können (vgl. Wixom/Schüritz 2017, S. 6). Folglich stellt die *Anpassungsfähigkeit* ein zentrales generisches Qualitätsmerkmal der Prozessdimension dar. Da für die Anpassung der Leistungsbestandteile die Verarbeitung von teilweise sensiblen Daten notwendig ist, sowie Entscheidungen zunehmend automatisiert durch Algorithmen getroffen werden und viele Leistungsbestandteile eines Smart Service einen immateriellen Charakter haben, wird auch dem Qualitätsmerkmal *Kontrollwahrnehmung* eine zentrale Bedeutung beigemessen (vgl. Wunderlich et al. 2012, S. 11). Der Begriff Kontrollwahrnehmung beschreibt in diesem Zusammenhang die Wahrnehmung von Nutzern darüber, inwiefern sie selbst die Leistungserbringung aktiv beeinflussen können und nicht durch die Datensammlung der vernetzten physischen Objekte sowie die automatischen Entscheidungen gesteuert und gar überwacht werden (vgl. Someh et al. 2019, S. 725).

In der **Ergebnisdimension** wird der wahrgenommene Nutzen, der durch einen Leistungsbestandteil oder den gesamten Smart Services gestiftet wird, bewertet. Dabei lassen sich grundsätzlich zwei verschiedene Ansätze unterscheiden: Zum einen wird das prozessuale Ergebnis der Leistungsbestandteile für die Qualitätsbewertung herangezogen, da ein effizienter und zuverlässiger Ablauf den wahrgenommenen Nutzwert positiv beeinflusst und erst nach der Inanspruchnahme durch den Nutzer bewertet werden kann (vgl. Grönroos 2001, S. 151). Darüber hinaus leisten die Leistungsbestandteile jeweils einen weiteren originären Beitrag zum übergeordneten Gesamtwertversprechen eines Smart Services, der bei der Qualitätsbewertung zu berücksichtigen ist. Originäre Wertbeiträge sind zum Beispiel die Vertiefung der Kundenbeziehung durch persönliche Interaktionen oder eine verbesserte Informationslage durch die Visualisierung von Daten über einen digitalen Dienst. Da die Wertbeiträge der Leistungsbestandteile teilweise sehr unterschiedlichen sind, erfolgt lediglich eine generisch formulierte Unterscheidung in prozessuales Ergebnis und originären Wertbeitrag.

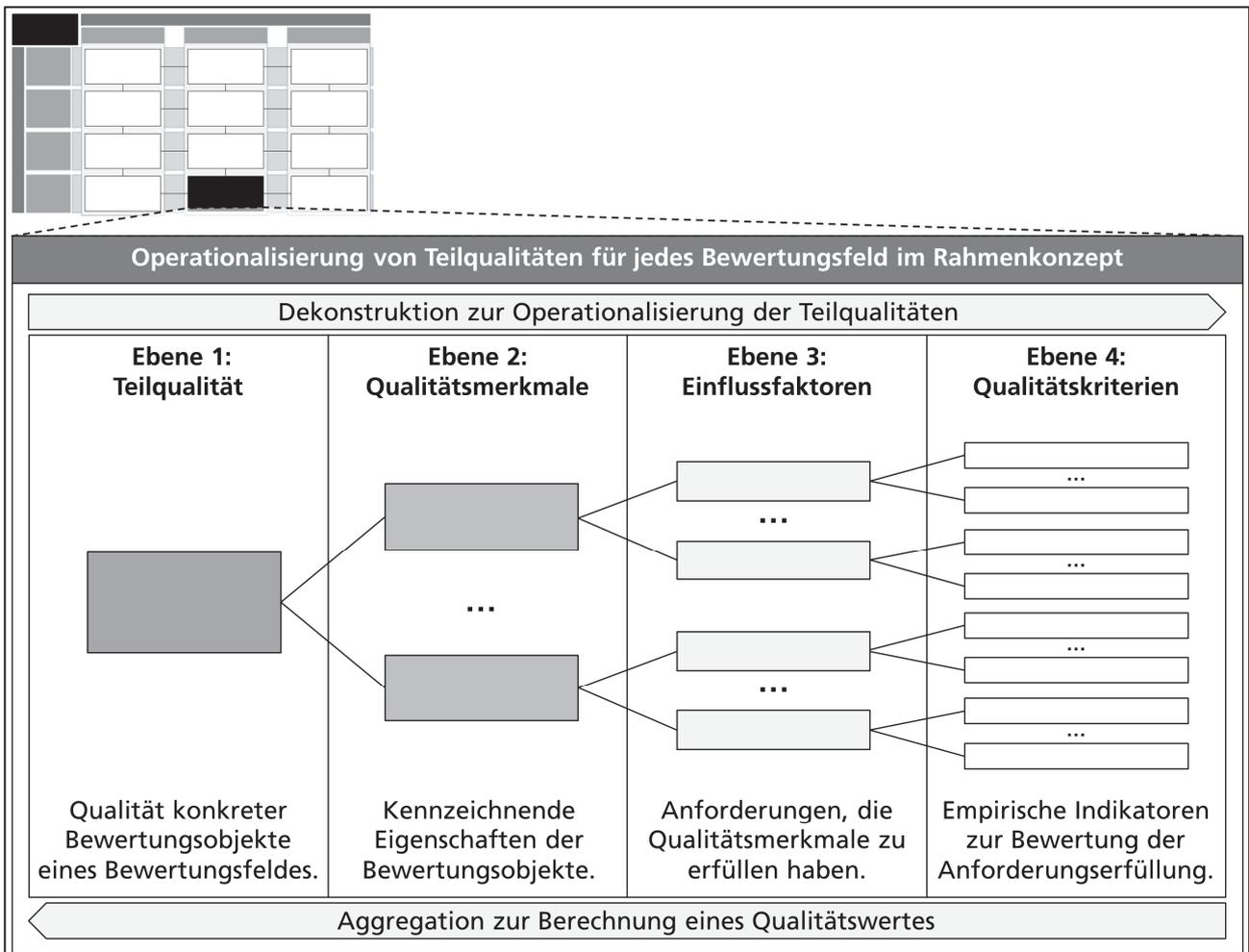
In Bezug auf die dargestellten, generischen Qualitätsmerkmale nimmt der Leistungsbestandteil „Koordination“ eine Sonderrolle ein. Koordination zielt auf die Erfüllung der Qualitätsmerkmale auf einem einheitlichen und ausreichenden Erfüllungsniveau über die einzelnen Bestandteile hinweg ab. Die Qualitätsmerkmale der Koordination stellen daher eine Art Metaebene der hier genannten generischen Qualitätsmerkmale einzelner Leistungsbestandteile dar. Die zur Bewertung herangezogenen Merkmale weichen daher von den bisher dargestellten Qualitätsmerkmalen ab.

Damit das Rahmenkonzept im Test eingesetzt werden und zu konkreten Verbesserungsmaßnahmen führen kann, gilt es im nächsten Abschnitt, die generischen Qualitätsmerkmale zu konkretisieren und für die Bewertung zu operationalisieren.

#### **4.1.3.2 Operationalisierung der Qualitätsmerkmale**

In Kapitel 4.1.2 wurden zwölf Bewertungsfelder abgeleitet, welche die Bewertungsgegenstände und ihre bewertbaren Teilqualitäten strukturieren. Um das theoretische Konstrukt der Teilqualitäten für die Bewertung mit Anspruchsgruppen zu operationalisieren, werden diese durch das Prinzip der Dekonstruktion entlang von verschiedenen Ebenen in empirisch greif- und bewertbare Indikatoren

aufgeteilt (vgl. Homburg/Giering 1996, S. 5).<sup>2</sup> Abbildung 4-4 zeigt die verschiedenen Ebenen der Operationalisierung ausgehend von der Teilqualität eines beispielhaften Bewertungsfeldes und der darin enthaltenen Bewertungsgegenstände (Ebene 1).



**Abbildung 4-4:** Operationalisierung der Teilqualitäten für die Bewertung über verschiedene Ebenen

Die **Teilqualität** stellt den Grad dar, zu dem die Merkmale eines Bewertungsgegenstandes relevante Anforderungen in der Wahrnehmung der Anspruchsgruppe erfüllen. Folglich gilt es, zunächst die von Anspruchsgruppen wahrgenommenen Bewertungsgegenstände der zwölf Bewertungsfelder aus dem Rahmenkonzept (vgl. Abb. 4-3) zu konkretisieren und zu beschreiben. Auf der nachgelagerten zweiten Ebene werden die **Qualitätsmerkmale** beschrieben, welche inhärente, kennzeichnende Eigenschaften der Bewertungsgegenstände darstellen (vgl. DIN EN ISO 9000:2015-11, S. 52). Qualitätsmerkmale sind generisch beschrieben und geben an, auf welches Merkmal sich eine spezifische Anforderung bezieht. Gemeinsam mit den Einflussfaktoren auf Ebene 3 bilden sie die Schnittstelle zwischen der Qualitätsbewertung und der Ableitung von konkreten Verbesserungsvorschlägen für einen Bewertungsgegenstand. Die **Einflussfaktoren**, welche in der Literatur auch synonym als qualitätsbeeinflussende Faktoren bezeichnet werden, sind auf der dritten Ebene dargestellt. Sie repräsentieren Anforderungsbündel der Anspruchsgruppen an die

<sup>2</sup> Es sei an dieser Stelle nochmals darauf verwiesen, dass es sich bei dem Rahmenkonzept nicht um ein empirisch validiertes Qualitätsmodell für einen bestimmten Smart Service handelt. Die hier genutzte Terminologie lehnt sich jedoch aus Gründen der Verständlichkeit und Vergleichbarkeit an diese Modelle an.

Gestaltung der Merkmale. Einflussfaktoren lassen sich durch eine weitere Unterteilung in direkt bewertbare **Qualitätskriterien** unterteilen, welche auf der vierten Ebene stehen. Durch die Dekonstruktion lassen sich somit Einflussfaktoren und Indikatoren ableiten, welche konkrete Rückschlüsse auf den Bedarf für weitere Entwicklungsmaßnahmen ermöglichen. Gleichzeitig kann es im Rahmen der Bewertung der wahrgenommenen Qualität sinnvoll sein, eine Aggregation der bewerteten Qualitätskriterien zu einer höheren Ebene vorzunehmen, um eine übersichtliche Darstellung der Qualitätsbewertung eines Merkmals, einer Teilqualität oder einer Variante eines Smart Services zu ermöglichen. Neben der Dekonstruktion stellt daher die Aggregation das zweite Prinzip der Operationalisierung dar.

Für die Bewertung entlang konkreter Qualitätskriterien gilt es im Zuge der Operationalisierung zudem, eine einheitliche Formulierung und Bewertungsskala festzulegen. Die fünfstufige Likert-Skala hat sich dabei als Standardinstrument bewährt, um theoretische Konstrukte wie beispielsweise die Qualitätswahrnehmung messbar zu machen (vgl. Völkl/Korb 2018, S. 20). Dabei handelt es sich genau genommen um eine Ordinalskala. Allerdings können mit Likert-Skalen bewertete Kriterien unter bestimmten Voraussetzungen als quasi-metrisch skaliert betrachtet werden. Zu den Voraussetzungen zählen die Verwendung einer Semantik und einer numerischen Wertzuweisung, welche auf gleiche Abstände zwischen den Skalenpunkten schließen lässt, und die Verwendung von mindestens fünf unterschiedlichen Ausprägungen auf der Skala (vgl. Urban/Mayerl 2018, S. 14). Der Vorteil einer quasi-metrischen Skala ergibt sich daraus, dass einfache mathematische Operationen, wie beispielsweise die Berechnung des arithmetischen Mittels, genutzt werden können. Für das Rahmenkonzept der Smart-Service-Qualität werden die Bewertungskriterien auf der vierten Ebene entsprechend als Aussagen formuliert. Zu diesen Aussagen können die bewertenden Anspruchsgruppen ihre Zustimmung durch eine durch Punktvergabe zwischen 1 („Trifft gar nicht zu“) und 5 („Trifft voll zu“) differenzieren (vgl. Likert 1932, S. 15). Mithilfe der Punktwerte können schließlich aggregierte Werte für die höher liegenden Ebenen eines Bewertungsfeldes und schließlich seine Teilqualität berechnet werden. Die Vorgehensweise hierzu wird als Teil des Testverfahrens in Kapitel 5 näher beschrieben.

In den nachfolgenden Teilkapiteln wird das Prinzip der Dekonstruktion auf die zwölf Bewertungsfelder des Rahmenkonzepts angewendet. Dadurch erfolgt die Operationalisierung der Teilqualitäten für die Bewertung über Qualitätsmerkmale und Einflussfaktoren bis hin beispielhaften Qualitätskriterien.

## 4.2 Konkretisierung der Qualität von Technik und Datenbasis

### 4.2.1 Potenzialqualität der Technik und Datenbasis (Feld 1)

Die Potenzialqualität adressiert die vernetzten physischen Objekte und insbesondere die Bestandteile der intelligenten Technik, die zur Sammlung und Übertragung der Daten genutzt werden. Anhand der generischen Qualitätsmerkmale „Erscheinung“, „Fähigkeit“, „Sicherheit und Privatsphäre“ für Potenzialfaktoren lassen sich Einflussfaktoren ableiten. Eine ansprechende **Erscheinung** von physischen Objekten bezieht sich auf optische, akustische, haptische und olfaktorische Wahrnehmungsdimensionen (vgl. Busse 1994, S. 821; Glohr et al. 2015, S. 5535). Bei vernetzten physischen Objekten stehen insbesondere haptische und optische Aspekte im Vordergrund, also die Gestaltung der Oberfläche, Form und Bewegungen eines Objekts. Insbesondere wird die Güte der Verarbeitung von den bewertenden Anspruchsgruppen bei der Einschätzung über die potenzielle Lebensdauer und Zuverlässigkeit herangezogen (vgl.

Schmitt/Pfeifer 2010, S. 161). Darüber hinaus beeinflusst auch eine zeitgemäße, moderne Erscheinung die Qualitätswahrnehmung von physischen Objekten positiv (vgl. Parasuraman et al. 1988, S. 39). Tabelle 4-1 zeigt die aus den Qualitätsmerkmalen abgeleiteten Einflussfaktoren und beispielhafte Kriterien zur Bewertung der Qualität für das erste Bewertungsfeld.

**Tabelle 4-1:** Konkretisierung der Potenzialqualität von Technik und Datenbasis

QM	Einflussfaktor	Bewertungskriterien (Auswahl)
Erscheinung	Ansprechend	Die Formgebung des vernetzten physischen Objekts ist ästhetisch.
		Die Farbgestaltung des Objekts wirkt ansprechend.
		Es handelt sich um eine ruhige Technikgestaltung.
	Hochwertig	Das vernetzte physische Objekt macht einen robusten Eindruck.
		Das Objekt weist eine kompakte Beschaffenheit auf.
	Modern	Die eingesetzte Technik entspricht dem aktuellen Stand.
		Die Technik ist auch für zukünftige Anwendungen geeignet.
		Die Gestaltung wirkt zeitgemäß.
	Fähigkeiten	Relevant
Die Anzahl eingesetzter Sensoren erlaubt eine umfassende Betrachtung.		
Präzise		Die Empfindlichkeit der Sensorik ist passend gestaltet.
		Die Messintervalle lassen präzise Rückschlüsse zu.
Erreichbar		Ich kann jederzeit auf das Objekt zugreifen.
		Das vernetzte Objekt kann ich an allen relevanten Orten einsetzen.
Umfang		Der Umfang der Funktionalitäten passt zum Anwendungsfall.
		Die Funktionen sind gut aufeinander abgestimmt.
Sicherheit & Privatsphäre	Sicher	Ich habe keinerlei Bedenken bezüglich der Strahlung des Objekts.
	Geschützt	Die Objekte sind vor unerwünschten Zugriffen geschützt.
		Der Datentransfer ist durch geeignete Maßnahmen geschützt.
	Angemessen	Durch die erhobenen Daten entsteht ein Nutzen für mich.
		Ich habe keine Besorgnis, wofür Andere die Daten nutzen könnten.
	Vertrauenswürdig	Die eingesetzte Technologie hat einen guten Ruf.
Der Anbieter der Technik handelt stets in meinem Interesse.		

Neben der Erscheinung lässt sich die Qualität auch anhand der **Fähigkeiten** des vernetzten physischen Objekts bewerten (vgl. Schiller et al. 2020, S. 3693). Hierbei fokussiert man die Fähigkeiten der intelligenten Technik zur Datenakquise und weniger die Kernfunktionalitäten der mechanischen und elektrischen Komponenten des Grundsystems. Die Qualität der Fähigkeit wird durch ihre Eignung für einen bestimmten Anwendungszweck determiniert, also wie gut sich z. B. die Sensoren im Hinblick auf erfassbare Parameter oder Sensitivität und Intervalle der Messungen für einen bestimmten Anwendungsfall eignen (vgl. Manzoor et al. 2014, S. 156). Einen weiteren Einflussfaktor der Qualitätswahrnehmung stellt die Möglichkeit dar, unabhängig von Ort und Zeit auf das vernetzte physische Objekt zugreifen und dieses steuern zu können (vgl. Okazaki/Mendez

2013, S. 99f.). Auch der Funktionsumfang und die konsistente Abstimmung der Funktionalitäten beeinflussen die wahrgenommene Qualität der Fähigkeiten (vgl. Hazen et al. 2017, S. 725).

Auch die **Sicherheit** und der **Schutz der Privatsphäre** stellen bei der Bewertung von vernetzten physischen Objekten zentrale Qualitätsmerkmale dar. Einerseits wird unter der physischen Sicherheit das Vermeiden von gesundheitsschädlichen Emissionen (wie z. B. elektromagnetische Strahlungen oder giftige Ausdünstungen) adressiert (vgl. Juric 2018, S. 192). Andererseits gilt es bei vernetzten physischen Objekten, den Schutz vor unerwünschten Zugriffen oder Manipulationen durch Dritte zu verhindern (vgl. Harwood/Garry 2017, S. 447). Darüber hinaus ist eine ausgewogene Datenakquise zu ermöglichen, bei der nur Daten erhoben werden, welche in einem unmittelbaren Zusammenhang mit dem Wertversprechen des Smart Services stehen (vgl. Tuzovic/Paluch 2018, S. 93). Einen weiteren Einflussfaktor stellen die getroffenen Maßnahmen zur Steigerung der Vertrauenswürdigkeit, wie z. B. das Bereitstellen eines umfangreichen Datenschutzkonzeptes und der Einsatz vertrauenswürdiger Technologien, dar. Da mit den vernetzten physischen Objekten oftmals sensible Daten gesammelt und versendet werden, sind auch die wahrgenommene Glaubwürdigkeit, das Wohlwollen und die Kompetenz eines Anbieters und der von ihm bereitgestellten Technikkomponenten wichtige Aspekte der Vertrauenswürdigkeit (vgl. Husmann 2020, S. 141).

#### 4.2.2 Prozessqualität der Technik und Datenbasis (Feld 2)

Das zweite Feld adressiert die Bewertung der Nutzungsqualität von vernetzten physischen Objekten. Ein qualitativ hochwertig wahrgenommener Nutzungsprozess erhöht die Wahrscheinlichkeit der korrekten Verwendung von vernetzten physischen Objekten durch den Nutzer und stellt somit die Grundlage für eine vollständige und konsistente Datenakquisition dar (vgl. Schmid/Maier 2017, S. 40). Die **Interaktionsqualität**, welche die Nutzung des physischen Objektes adressiert, fokussiert im Wesentlichen eine einfache und handhabbare Nutzung der eingesetzten Technik, die auf dessen Beschaffenheiten im Hinblick auf Größe, Gewicht und Formgebung zurückzuführen ist. Einen weiteren Einflussfaktor auf die Qualitätswahrnehmung stellt der Komfort bei wiederkehrender oder andauernder Nutzung des Objekts dar (vgl. Venkatesh/Bala 2008, S. 279). So hängt beispielsweise die lückenlose Nutzung körpernaher Sensorik und damit die Datenqualität wesentlich vom Nutzungskomfort des Objekts ab. Die abgeleiteten Einflussfaktoren und beispielhafte Bewertungskriterien der Merkmale sind in Tabelle 4-2 abgebildet.

Darüber hinaus wird die wahrgenommene Qualität der Nutzung auch durch die **Integrationsqualität**, also die Wahrnehmung über die Einbindung der vernetzten physischen Objekte in Arbeitsabläufe oder in bestehende technische Infrastrukturen der Nutzer, beeinflusst. Dies erfordert einerseits eine generelle Kompatibilität der Technik zu den vorhandenen Infrastrukturen und Technologien (vgl. Bevan/Macleod 1994, S. 136). Darüber hinaus sollte die Integration aus Sicht des Nutzers möglichst aufwandsarm, das bedeutet ohne Bedarf an unverhältnismäßig großen Anpassungen des bestehenden Anwendungsumfelds, gestaltet sein (vgl. Meyer et al. 2011, S. 1069). Auch stellt die Unaufdringlichkeit eine Anforderung an die Integrationsqualität dar, unter der ein ruhiger und angepasster Einsatz der Technik verstanden wird (vgl. Schiller et al. 2020, S. 3694). Dies bedeutet unter anderem auch, dass die vernetzten physischen Objekte nicht zu weit in persönliche oder sensible Lebensbereiche der Nutzenden vordringen. So kann die umfassende Sammlung von sensiblen, personenbezogenen Daten bei einigen Nutzenden zu negativen Emotionen und zu ungewollten Verhaltensänderungen führen (vgl. Wunderlich et al. 2015, S. 443).

**Tabelle 4-2:** Konkretisierung der Prozessqualität von Technik und Datenbasis

QM	Einflussfaktor	Bewertungskriterien (Auswahl)
Interaktion	Einfach	Die Nutzung der Technik ist leicht zu verstehen.
		Die Bedienung des vernetzten physischen Objekts ist mir vertraut.
	Handhabbar	Das Gewicht der eingesetzten Objekte beeinträchtigt die Nutzung nicht.
		Die Gestalt des Objekts unterstützt seine Anwendung.
		Die Größe des vernetzten Objekts ist für seine Anwendung geeignet.
	Komfortabel	Ich kann mir vorstellen, das vernetzte Objekt über längere Zeit zu nutzen.
Die Nutzung erfordert keinerlei unnötige Aktivitäten.		
Integration	Aufwandsarm	Das vernetzte Objekt lässt sich problemlos in unsere Abläufe integrieren.
		Anforderungen für den Einsatz (z. B. Konnektivität) sind gut zu erfüllen.
		Die Erhaltung der Betriebsfähigkeit erzeugt keinen zusätzlichen Aufwand.
	Kompatibel	Das vernetzte physische Objekt kann mit weiteren Objekten vernetzt werden.
		Die eingesetzte Technik passt zu unserer installierten Basis.
	Unaufdringlich	Die vernetzten Objekte fügen sich unauffällig in die Umgebung ein.
Die Technik dringt nicht zu tief in persönliche Bereiche ein.		
Anpassung	Flexibel	Die Anpassung an neue Anforderungen ist einfach möglich.
		Die Technik kann für vielfältige Anwendungen eingesetzt werden.
		Die Einstellungen des Objekts sind jederzeit der Situation angemessen.
	Personalisiert	Das vernetzte Objekt lässt sich an persönliche Bedürfnisse anpassen.
		Der Datentransfer ist durch geeignete Maßnahmen geschützt.
Automatisiert	Die Einstellungen erfolgen auf Basis der Daten automatisch.	
Kontrolle	Nachvollziehbar	Die allgemeine Funktionsweise der Technik kann ich nachvollziehen.
		Technische Informationen sind ausreichend detailliert zugänglich.
		Es erfolgt eine lückenlose Dokumentation der Datenakquisition.
	Vorhersehbar	Die Sensorik sammelt Daten in vorhersehbarer Weise.
		Die Funktion der Datenakquise überrascht mich nicht.
	Steuerbar	Ich habe jederzeit die Möglichkeit, die Datensammlung zu stoppen.
		Ich kann die Nutzung des vernetzten Objekts aktiv steuern.
	Unbeobachtet	Ich fühle mich durch die intelligente Technik nicht beobachtet.
		Ich habe keinerlei Unbehagen bei der Nutzung des vernetzten Objekts.
Mein Verhalten ändert sich durch den Einsatz des vernetzten Objekts nicht.		

Die **Anpassungsfähigkeit** beschreibt, inwieweit sich die Gestalt und die Fähigkeit des vernetzten physischen Objektes an spezifische Anforderungen anpassen lassen und damit die Nutzungsqualität verbessert und präzisere Erkenntnisse aus der Datenbasis erzielt werden können (vgl. Brucks et al. 2000, S. 364). Anforderungen an die Anpassungsfähigkeit können sich dabei einerseits aus individuellen Bedürfnissen und Vorlieben der Nutzenden oder aus dem Einsatz in einem bestimmten Anwendungsfall ergeben. Dabei können vernetzte physische Objekte auch die Fähigkeit besitzen, sich automatisch und anhand der erhobenen Daten auf bestimmte Anwendungsfälle anzupassen.

Das Qualitätsmerkmal **Kontrollwahrnehmung** beschreibt das Gefühl von Nutzenden, den Einsatz von Technologien und ihre Handhabung selbst aktiv zu steuern. Im Gegensatz dazu steht die Wahrnehmung, von intelligenter Technik gesteuert zu werden. Die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Datenerhebung sind grundlegende Voraussetzung dafür, dass Nutzende die Funktionsweise der Datenakquise verstehen und authentisch agieren (vgl. Harwood/Garry 2017, S. 447). Gefördert wird die Verständlichkeit beispielsweise durch das Vorhandensein von Artefakten, welche dem Nutzer die Datensammlung und die Funktionsweisen erklären und so eine aktive Überwachung ermöglichen (z. B. durch Datenflussdiagramme). Im Gegenzug sollten Nutzer durch den Einsatz der vernetzten physischen Objekte zu keinem Zeitpunkt das Gefühl besitzen, durch die Datensammlung überwacht zu werden. Dies würde zu ungewollten Anpassungen des eigenen Verhaltens führen. Hierbei sei auf den negativ gerichteten Zusammenhang zwischen der Vertrauenswürdigkeit der eingesetzten Technologien und dem wahrgenommenen Bedarf nach Kontrollmechanismen hingewiesen.

### 4.2.3 Ergebnisqualität der Technik und Datenbasis (Feld 3)

Die **Datenbasis** ist der originäre Wertbeitrag eines vernetzten physischen Objekts, welcher sich aus dessen Nutzung ergibt. Darin enthalten können beispielsweise zustands-, nutzungs- oder kontextbezogenen Daten sein, welche über das Objekt selbst, den Nutzenden oder das Nutzungsumfeld gesammelt wurden. Sie formen die Grundlage für das Angebot von individuell konfigurierten Smart Services. Die wahrgenommene Qualität der Datenbasis beeinflusst die Wahrnehmung der situativen Passfähigkeit des Leistungsbündels für einen bestimmten Anwendungsfall und damit die Gesamtwahrnehmung des Smart Services. Die Qualität der Datenbasis wird von vier Faktoren beeinflusst: Zunächst müssen die gesammelten Daten als richtig wahrgenommen werden. Das bedeutet, sie bilden den Zustand des Messobjekts der realen Welt glaubwürdig ab. Hierfür müssen die Daten akkurat, objektiv und glaubwürdig gemessen werden und in sich konsistent sein (vgl. Strong et al. 1997, S. 104). Tabelle 4-3 zeigt die abgeleiteten Einflussfaktoren und beispielhaften Bewertungskriterien.

Eine weitere wichtige Anforderung stellt die Aktualität der Daten dar. Das soll heißen, dass sich eine Veränderung des realen Zustands in einem angemessenen Zeitabstand auch in den Daten widerspiegelt. Des Weiteren müssen die Daten die relevanten Eigenschaften des Messobjekts jederzeit vollständig abbilden und für die Anwendung in digitalen Diensten verarbeitbar, das bedeutet kompatibel, sein (Otto/Österle 2016, S. 31). Der Endnutzer eines Smart Services ist nicht immer in der Lage, die Datenqualität vollständig wahrzunehmen oder zu beurteilen, wenn er keinen vollen Zugriff auf die Daten hat oder ihm entsprechende Erfahrungen im Umgang damit fehlen. Insbesondere in Geschäftskundenbeziehungen können fachkundige Datenspezialisten jedoch eine solche Bewertung vornehmen.

**Tabelle 4-3:** Konkretisierung der Ergebnisqualität von Technik und Datenbasis

QM	Einflussfaktor	Bewertungskriterien (Auswahl)
Orig. Wertbeitrag: Datenbasis	Korrekt	Die erhobenen Daten sind widerspruchsfrei.
		Die Daten bilden den realen Zustand richtig ab.
		Die Daten sind glaubwürdig.
	Aktuell	Die Daten sind jederzeit aktuell.
		Die Daten repräsentieren jederzeit den aktuellen realen Zustand.
		Die Daten verändern sich analog zum realen Zustand des Objekts.
	Vollständig	Die gesammelten Daten sind vollständig.
	Zugänglich	Die Daten sind für mich jederzeit problemlos zugänglich.
		Der dauerhafte Zugriff auf die Daten ist gewährleistet.
	Verarbeitbar	Die Daten lassen sich mit weiteren Daten kombinieren.
		Die Menge der erhobenen Daten ist angemessen.
		Die Daten lassen sich gut interpretieren.
Prozessuales Ergebnis	Zuverlässigkeit	Die vernetzten Objekte sind durchgängig betriebsfähig.
		Die Datenübertragung wird zu keinem Zeitpunkt unterbrochen.
	Effizienz	Die eingesetzte Technik ist ressourcenschonend gestaltet (z. B. Energie).
		Die Datenübertragung erfolgt so sparsam wie möglich.
	Wiederherstellung	Störungen lassen sich schnell und problemlos beheben.
		Für Fehler wird man angemessen entschädigt.
Auf potenzielle Ausfälle wird man frühzeitig hingewiesen.		

Das **prozessuale Ergebnis** wird durch die Wahrnehmung einer Anspruchsgruppe über die Zuverlässigkeit, also die fehlerfreie Erfüllung der versprochenen Funktionen über den gesamten Nutzungszeitraum, beeinflusst (vgl. Garvin 1987, S. 105). Auch die Nutzung unter einem angemessenen Ressourceneinsatz sowie eine schnelle und vollständige Wiedergutmachung beim Auftreten von Fehlern stellen geeignete Bewertungskriterien dar. Zu den zentralen Einflussfaktoren zählt dabei der wahrgenommene Ressourceneinsatz, der neben dem personellen auch den Aufwand in Bezug auf Energie oder mobile Datenübertragung adressiert (vgl. Knote/Söllner 2017, S. 131).

## 4.3 Konkretisierung der Qualität von digitalen Diensten

### 4.3.1 Potenzialqualität digitaler Dienste (Feld 4)

Das Potenzial der digitalen Dienste adressiert die anbieterseitig bereitgestellten und von den Nutzern wahrgenommenen Ressourcen, welche für die digitale Leistungserstellung benötigt werden. Dazu gehört die Benutzeroberfläche, also die technische Schnittstelle zwischen dem Informationssystem und den Nutzern, welche unterschiedliche Formen annehmen kann. Als Teil hiervon zählen sowohl grafische Bedienoberflächen als auch neuere Bedienkonzepte, wie Gesten- oder Sprachsteuerungen.

Das Qualitätsmerkmal **Erscheinung** bezieht sich auf grafische Bedienoberflächen und wird durch den Einsatz geeigneter Gestaltungselemente (z. B. Schrift, Farben, visuelle Elemente oder Animationen) beeinflusst. Die grafische Benutzeroberfläche sollte einerseits visuell attraktiv und andererseits funktional gestaltet sein, wobei sich die funktionale Gestaltung durch eine klar strukturierte und übersichtliche Darstellung der Inhalte des digitalen Dienstes auszeichnet (vgl. Bauer et al. 2006, S. 870 und Santos 2003, S. 237). Tabelle 4-4 zeigt einen Überblick der Qualitätsmerkmale, ihren Einflussfaktoren sowie der zu Bewertung herangezogenen Qualitätskriterien.

**Tabelle 4-4:** Konkretisierung der Potenzialqualität von digitalen Diensten

QM	Einflussfaktor	Bewertungskriterien (Auswahl)
Erscheinung	Ansprechend	Die Benutzeroberfläche ist ansprechend gestaltet.
		Es werden zeitgemäße Visualisierungsformen genutzt.
	Übersichtlich	Relevante Inhalte lassen sich leicht auffinden.
		Die einzelnen Elemente sind logisch positioniert.
		Der verfügbare Raum wird gut genutzt.
	Klar	Die Inhalte wurden eindeutig aufbereitet.
Texte und Darstellungen sind gut lesbar.		
Fähigkeiten	Relevant	Die Filtermöglichkeiten führen zu relevanten Auswertungen.
		Alle für mich relevanten Inhalte sind im Dienst enthalten.
		Bei der Auswertung werden alle relevanten Parameter berücksichtigt.
	Umfang	Der Umfang der Funktionalitäten ist dem Anwendungsfall angemessen.
		Mir ist klar, welche Funktionalitäten und Inhalte vorhanden sind.
	Integrativ	Weitere externe Datenquellen werden ausreichend eingebunden.
Im Dienst sind nützliche externe Dienste und Funktionen integriert.		
Sicherheit & Privatsphäre	Sicher	Den Speicherort der Daten empfinde ich als sicher.
		Fehler des Systems stellen für mich keinerlei Gefahren dar.
	Geschützt	Der Datentransfer zu externen IT-Systemen ist ausreichend geschützt.
		Relevante Funktionen können auch offline genutzt werden.
	Angemessen	Es besteht eine klare Zweckbindung bei der Nutzung von Daten.
		Sensible Daten werden nur genutzt, wenn es wirklich notwendig ist.
	Vertrauenswürdig	Ich halte eingesetzte Algorithmen für vertrauenswürdig.
		Ich vertraue darauf, dass die Anwendung ausschließlich dem mir kommunizierten Zweck dient.

Eine typische Form der Benutzeroberfläche stellen sogenannte Dashboards dar. Ihre **Fähigkeiten** liegen darin, Nutzern einen Einblick auf die gesammelten Daten der vernetzten physischen Objekte sowie einfache Datenauswertungen zu ermöglichen (z. B. über Filteroptionen). Darüber hinaus umfasst das Merkmal „Fähigkeiten“ die verfügbaren und vorgeschichteten Inhalte eines digitalen Dienstes. Zu den vorgeschichteten Inhalten zählen beispielsweise die Auswertungsalgorithmen oder sachbezogenen Inhalte, wie Texte als Interpretationshilfen der Datenauswertung. Die qualitätsbeeinflussenden Faktoren der Fähigkeiten umfassen den Umfang und die Relevanz sowie

die Aktualität der vorhandenen Fähigkeiten (vgl. Knote/Söllner 2017, S. 130). In der Regel basieren Smart Services nicht ausschließlich auf Daten aus dem Internet der Dinge, sondern auch auf Daten aus weiteren relevanten Quellen (vgl. Lim et al. 2018, S. 101). Die Zugriffsmöglichkeiten auf relevante Daten und auf Anwendungen von Drittanbietern (z. B. Einbindung von Diensten zur Zahlungsabwicklung) gelten als weitere Faktoren, welche die Qualitätswahrnehmung positiv beeinflussen (vgl. Peischel et al. 2015, S. 510).

Um von individualisierten Smart Services profitieren zu können, müssen Nutzende sensible Daten preisgeben. Das sogenannte Personalisierung-Privatsphäre-Paradoxon bewirkt dabei, das Anbieter bei der Gestaltung von Smart Services ein Gleichgewicht zwischen der Maximierung von Mehrwerten durch individualisierte Dienste und der Minimierung von Risiken durch eine Einschränkung der Datenweitergabe erzielen müssen (vgl. Ostrom et al. 2019, S. 87). In diesem Zusammenhang spielt das Qualitätsmerkmal **Sicherheit und Privatsphäre** eine wesentliche Rolle. Es umfasst die wahrgenommene Sicherheit und den wahrgenommenen Schutz sensibler Informationen (vgl. Ladhari 2010, S. 473). Unter der Datensicherheit wird das Abwenden von Gefahren verstanden, welche zu einer Schädigung des Nutzers oder seiner Umwelt durch die Nutzung des digitalen Dienstes führen können (vgl. Menz et al. 2015, S. 7f). Daraus abgeleitet stellen die Sensibilität der gesammelten Daten und ihre eindeutige Zweckbindung Bewertungskriterien dar. Wie bei der Datenakquisition bedeutet auch die Vertrauenswürdigkeit der Datenverarbeitung und der dazu eingesetzten technischen Infrastrukturen einen weiteren wesentlichen Einflussfaktor der Qualitätswahrnehmung (vgl. McKnight et al. 2017, S. 119).

Der Datenschutz adressiert die getroffenen Maßnahmen des Anbieters, um unerwünschte Zugriffe auf die Informationssysteme zu verhindern. Da der Datentransfer über Schnittstellen geregelt ist und sowohl persönliche Kontakte als auch physische Objekte als zentrale Entitäten entfallen, bilden Artefakte wie das Datenschutzkonzept, welches Aspekte wie den Ort der Datenhaltung, die verwendetete Verschlüsselung (Anonymisierung und Pseudonymisierung) beim Datentransfer oder Zugriffsberechtigungen regelt, die entscheidende Grundlage einer Qualitätsbewertung (vgl. Morey et al. 2016, S. 102; Martin/Murphy 2017, S. 146).

#### 4.3.2 Prozessqualität digitaler Dienste (Feld 5)

Die wahrgenommene **Interaktionsfreundlichkeit** ist ein zentrales Qualitätsmerkmal im Nutzungsprozess der digitalen Dienste (vgl. Fassnacht/Kröse 2006, S. 25). Sie konstituiert sich aus einer einfachen und komfortablen Nutzung der digitalen Schnittstelle, welche dem Kunden eine angemessene und zielorientierte Nutzung ermöglicht (vgl. Venkatesh/Bala 2008, S. 279). Im Kontext von Smart Services werden neben den klassischen grafischen Bedienelementen zunehmend auch neue Interaktionsformen eingesetzt, wie zum Beispiel Blick- oder Gestensteuerung, sprachgesteuerte virtuelle Assistenten oder Chatbots (vgl. Gentsch 2019, S. 37). Diese Art der Kommunikation zielt auf eine unkomplizierte und komfortable Nutzung der digitalen Dienste ab und ermöglicht einen höheren Freiheitsgrad der Interaktion zwischen dem Menschen und dem digitalen Dienst (vgl. Schmid et al. 2021, S. 2). Allerdings erzeugen diese neuen Interaktionsformen, welche der menschlichen Kommunikation nachempfunden sind, neue Anforderungen an die Ausarbeitung der Interaktionskonzepte. Beispielsweise gewinnen die Faktoren Empathie und Natürlichkeit bei der Gestaltung von Stimme und Dialogführung eines virtuellen Agenten an Relevanz (vgl. Tuzovic/Paluch 2018, S. 93f).

Die **Integrationsqualität** adressiert die Wahrnehmung darüber, wie gut sich ein digitaler Dienst in die bisherigen Abläufe, Denkweisen und das bestehende technische Ökosystem eines Nutzers

einfügt (vgl. Paluch/Blut 2013, S. 419). Zu den Einflussfaktoren auf die Qualitätswahrnehmung zählen einerseits die technische Kompatibilität und andererseits der nutzerseitige Aufwand, etwa durch eine Anpassung bestehender Handlungsabläufe, um eine vollständige Integration zu ermöglichen. Darüber hinaus wird die Integrationsqualität dadurch beeinflusst, wie sich der Nutzer mit eigenen Daten in den Prozess einbringen kann, etwa durch Bewertungsfunktionen oder den Austausch mit weiteren Nutzern.

Die **Anpassungsfähigkeit** adressiert die Möglichkeiten des Systems, sich an individuelle Bedürfnisse und Nutzungsmuster anzupassen und somit einen höheren Komfort zu bieten (vgl. Swaid/Wigand 2009, S. 16). Zentrale Grundlage der Umsetzung stellt hierbei die Modularisierung des Dienstes in einzelne Leistungsbausteine dar, aus welchen passfähige Varianten konfiguriert werden können (vgl. Baier 2018, S. 25). Anpassungsfähigkeit umfasst darüber hinaus die Responsivität, also die automatisierte Anpassung der Inhalte und Darstellungsformen eines digitalen Dienstes während der Nutzung, insbesondere auf Basis von Nutzungsdaten oder Daten aus den vernetzten physischen Objekten. Neben der Responsivität wird die Qualität der Anpassungsfähigkeit zudem durch die Lernfähigkeit des Systems in Bezug auf die Ergebnisse beeinflusst. Verfahren des maschinellen Lernens führen zu einer stetigen Verbesserung der angepassten Systemausgaben hinsichtlich ihrer Effektivität und Effizienz. Damit trägt das maschinelle Lernen zu verbesserten Ergebnissen und einer als qualitativ hochwertig empfundenen Nutzung von digitalen Diensten bei. Andererseits werden automatische Anpassungen und der Einsatz von lernfähigen Algorithmen jedoch oftmals mit einem erhöhten Bedarf an Kontrolle verbunden (vgl. Ostrom et al. 2019, S. 95).

Eine wesentliche Voraussetzung, um Nutzern das Gefühl von **Kontrolle** zu vermitteln, ist das transparente Verfügbarmachen von Informationen über die Datenverarbeitung und die damit verbundenen Absichten. Auch Hinweise auf die eingesetzten Algorithmen oder auf Faktoren, die eine automatisierte Entscheidungsfindungen beeinflussen, wirken auf den Nutzer ermächtigend (vgl. Shin/Park 2019, S. 284). Der Zugang zu den oben genannten Informationen reicht jedoch nicht aus, sofern die zugrunde liegenden Verfahren eine hohe Komplexität aufweisen. Entsprechend ist die Nachvollziehbarkeit der Datenverarbeitung ein wesentlicher qualitätsbeeinflussender Faktor der Kontrollwahrnehmung. Werden nicht nur Entscheidungen, sondern auch Handlungen durch den digitalen Dienst ausgelöst oder erbracht, gilt es zudem die Erbringung der Leistungen nachträglich zu dokumentieren. Für den Nutzer entsteht so die Möglichkeit, die Leistungserbringung wahrzunehmen (vgl. Paluch/Blut 2013, S. 419).

Insbesondere bei Smart Services, die Black-Box-Verfahren der Künstlichen Intelligenz zur Entscheidungsfindung einsetzen, stellt die Nachvollziehbarkeit oftmals ein Problem dar (vgl. Holzinger/Müller 2020, S. 35). Einige Verfahren des maschinellen Lernens (z. B. Entscheidungsbäume oder Bayes'sche Klassifikatoren) ermöglichen durch die begrenzte Anzahl berücksichtigter Pfade, Regeln und Merkmale eine generelle Nachvollziehbarkeit, welche es nutzergerecht aufzubereiten gilt. Andere Verfahren, insbesondere Algorithmen des Deep Learnings (z. B. konvolutionäre neuronale Netze) stellen dagegen eine Klasse des maschinellen Lernens dar, welche die Vorhersagegenauigkeit und damit die Ergebnisqualität des digitalen Dienstes in den Vordergrund rücken und dabei die Transparenz und Nachvollziehbarkeit opfern (vgl. Rai 2020, S. 138). Die Einflussfaktoren sowie eine Auswahl an Bewertungskriterien können in Tabelle 4-5 nachvollzogen werden.

**Tabelle 4-5:** Konkretisierung der Prozessqualität von digitalen Diensten

QM	Einflussfaktor	Bewertungskriterien (Auswahl)
Interaktion	Einfach	Die Nutzung des Dienstes ist selbsterklärend.
		Die korrekte Bedienung erlernt man schnell.
	Natürlich	Es wirkt, als würde mich das System verstehen.
		Interaktionen mit dem System wirken dynamisch.
		Die Nutzung des Dienstes lässt sich als intuitiv bezeichnen.
	Empathie	Die Ausgaben des Systems wirken sympathisch.
		Das System interpretiert meine Gedanken und Eingaben richtig.
		Die Systemausgaben haben eine angemessene Sprache.
	Komfort	Auch bei häufiger Nutzung bleibt die Bedienung angenehm.
		Der Dienst kann in verschiedenen Situationen bequem genutzt werden.
Integration	Nutzerzentriert	Es bestehen ausreichende Möglichkeiten meine Daten zur integrieren.
		Ich kann mich mit weiteren Nutzern zum Anwendungsfall austauschen.
	Aufwandsarm	Der Dienst fügt sich in meine Denkweise und Abläufe nahtlos ein.
		Der Dienst richtet sich nach mir, nicht umgekehrt.
	Kompatibel	Der Dienst passt gut zur bisherigen Anwendungsumgebung.
Alle Schnittstellen zu relevanten Systemen werden bereitgestellt.		
Anpassung	Konfigurierbar	Die Funktionen und Inhalte lassen sich für unseren Zweck anpassen.
		Der Dienst kann für vielfältige Anwendungen eingesetzt werden.
		Die Einstellungen können auf persönliche Bedürfnisse angepasst werden.
	Automatisch	Die Funktionen und Inhalte passen sich automatisch an die Datenlage an.
		Automatische Anpassungen sind für den Anwendungsfall passend.
	Lernfähig	Die Ergebnisse des Dienstes werden mit der Nutzung immer besser.
Der Dienst lernt, welche Informationen und Inhalte ich wann benötige.		
Kontrolle	Transparenz	Die eingesetzten Algorithmen sind mir bekannt.
		Die Grenzen eingesetzter Algorithmen werden klar kommuniziert.
		Ich kenne den Zweck, zu dem Daten verarbeitet werden.
	Nachvollziehbar	Ich kann nachvollziehen, wie das System zu Entscheidungen gelangt.
		Die Ergebnisse entsprechen meiner Intuition und sind absehbar.
		Die eingesetzten Verfahren sind nicht unnötig komplex.
	Verantwortlich	Der Anbieter steht für Fehler des Systems ein.
		Die Verantwortlichkeiten in den digitalen Prozessen sind klar geregelt.
	Steuerbar	Ich kann jederzeit aktiv in den Prozess eingreifen.
		Ich kann den Anbieter bei Fragen und Problemen direkt kontaktieren.
	Behaglich	Die Ergebnisse des Dienstes beeinträchtigen meine Kompetenzen nicht.
		Ich fühle mich durch das System nicht bevormundet.
Datenbasierte Anpassungen des Systems sind mir niemals unheimlich.		

Durch die eigenständige Verknüpfung mathematisch definierter Einheiten auf einer Vielzahl von Schichten können neuronale Netze zwar die Qualität der Ausgabe erhöhen, die genaue Vorgehensweise bleibt jedoch selbst für Datenspezialisten verborgen. Um die Nachvollziehbarkeit für Nutzer auch bei solchen Verfahren zu erhöhen, kommt das Konzept der erklärbaren Künstlichen Intelligenz zum Einsatz, bei welchem einfacher interpretierbare Erklärungsmodelle verwendet werden, um die Erklärungsvariablen, Entscheidungsprozesse und Entscheidungen selbst abgestuft nachvollziehbar zu machen (vgl. Huchler et al. 2020, S. 14). Da es sich bei der wahrgenommenen Kontrolle um ein subjektives Konstrukt handelt, reichen den Anspruchsgruppen oftmals oberflächliche Informationen aus oder sind teilweise gar nicht notwendig, etwa wenn die automatisch getroffenen Entscheidungen mit den Erwartungen der Nutzenden über diese übereinstimmen (vgl. Shin/Park 2019, S. 283).

Neben dem Offenlegen von Informationen in einer für die Anspruchsgruppen nachvollziehbaren Art und Weise hängt die Kontrollwahrnehmung auch von den verfügbaren Möglichkeiten ab, steuernd in den digitalen Erbringungsprozess bzw. die Datenauswertung einzugreifen und diesen gegebenenfalls aktiv zu unterbrechen oder zu beeinflussen (vgl. Wunderlich et al. 2012, S. 11). Die Steuerungsmechanismen, welche verfügbar gemacht werden, können daher ebenfalls einen Einfluss auf die Wahrnehmung der Prozessqualität haben. Das Konstrukt der Kontrollwahrnehmung hat im Kontext von Smart Services jedoch auch eine Kehrseite, die es zu berücksichtigen gilt: Die Auswertung der gesammelten Daten mit dem Ziel, Erkenntnisse für die Erbringung von individuell konfigurierten Wertversprechen zu gewinnen, kann dazu führen, dass Nutzer sich überwacht und kontrolliert fühlen und ein Unbehagen bei der Nutzung entsteht (vgl. Breidbach et al. 2019, S. 670). Diese Wahrnehmung kann auch dann entstehen, wenn der Grad der Anpassungsfähigkeit oder der personalisierten Erkenntnisse zu stark in den Entscheidungsbereich von Nutzern eindringen und damit aufdringlich oder sogar unheimlich wirken (vgl. Ostrom et al. 2019, S. 89).

### 4.3.3 Ergebnisqualität digitaler Dienste (Feld 6)

Bei Typen von Smart Services, welche einen hohen Automatisierungsgrad ohne menschliche Interaktion aufweisen, werden Entscheidungen und Aktionen durch das Informationssystem getroffen und ausgeführt. Das Ergebnis dieser automatisierten Leistungserbringung wird im zwölften Bewertungsfeld des Rahmenkonzepts als Gesamtergebnis des Smart Services bewertet. In vielen Smart-Service-Systemen dienen die digitalen Dienste jedoch dazu, die gesammelten Daten zu Informationen zu verarbeiten, welche einen Nutzenden bei der Erfüllung von dessen Aufgaben oder Aktivitäten unterstützen (vgl. Stich et al. 2018, S. 34). Dies erfolgt durch Analyse, Strukturierung und Visualisierung der Daten oder kann durch Anreicherung mit weiteren Informationen zu Empfehlungen für Entscheidungen führen (vgl. Rowley 2007, S. 166).

Der originäre Wertbeitrag des digitalen Dienstes wird im sechsten Feld anhand der **Informations- und Empfehlungsqualität** bewertet. Zu den Einflussfaktoren zählt der Informationsgehalt, der sich durch den Umfang, die Relevanz und die Präzision der angegebenen Informationen bestimmen lässt (vgl. Cichy/Rass 2019, S. 24638). Entsprechend sollten für einen bestimmten Anwendungsfall alle relevanten Informationen in einem verständlichen Umfang mit Fokus auf den Nutzenden aufbereitet werden. Erfolgt die Datenverarbeitung automatisiert auf Basis von Verfahren des maschinellen Lernens, stellt auch die Angemessenheit der Informationen und Empfehlungen einen Einflussfaktor dar. So werden Empfehlungen als unfair oder nicht akzeptabel eingestuft, wenn sie entweder nicht mit sozialen Normen oder ethischen Grundsätzen vereinbar sind oder unangemessen tief in den Entscheidungsbereich des Bewertenden eingreifen (vgl. Floridi et al. 2018, S. 693). Gründe dafür können zum Beispiel nicht-repräsentative Trainingsdaten der Algorithmen

sein oder abweichende soziale Normen zwischen den Entwicklern und weiteren Anspruchsgruppen oder auch das Fehlen von etablierten ethischen Standards in neuartigen Anwendungsgebieten. So kann es trotz der Verwendung von schlüssigen, überprüfbaren und begründeten Daten zu nicht annehmbaren Informationen oder Empfehlungen kommen, die die wahrgenommene Qualität negativ beeinflussen (vgl. Mittelstadt et al. 2016, S. 5). Eine Übersicht und beispielhafte Auswahl an Bewertungskriterien können Tabelle 4-6 entnommen werden.

**Tabelle 4-6:** Konkretisierung der Ergebnisqualität von digitalen Diensten

QM	Einflussfaktor	Bewertungskriterien (Auswahl)
Orig.- Wertbeitrag: Informations- und Empfehlungsqualität	Gehaltvoll	Die Informationen sind prägnant und auf das Wesentliche beschränkt.
		Die Informationen umfassen alle Aspekte, die ich benötige.
		Der Detaillierungsgrad der Empfehlungen ist angemessen.
	Angemessen	Der Dienst geht mit seinen Empfehlungen niemals zu weit.
		Die Empfehlungen entsprechen ethischen Standards.
		Ich befürchte nicht, dass die Ergebnisse diskriminierend sein könnten.
	Unterstützend	Die Empfehlungen sind für meine Aufgaben relevant.
		Die Informationen verbessern meine Entscheidungsfähigkeit.
		Durch die Information werde ich zu neuen Aufgaben befähigt.
	Verlässlich	Auf die Empfehlungen kann man sich jederzeit verlassen.
		Die Ergebnisse lassen sich unter gleichen Bedingungen wiederholen.
	Prozessuales Ergebnis	Zuverlässigkeit
Der Dienst wird wie versprochen erbracht.		
Effizienz		Die benötigten Ressourcen (z. B. Energie oder Datenvolumen) sind angemessen.
		Das System reagiert ohne nennenswerte Verzögerungen.
Wiederherstellung		Bei Fragen oder Problemen wird mir jederzeit schnell geholfen.
		Die Hintergründe von Fehlern wurden mir ausreichend erklärt.

Einen weiteren Einflussfaktor auf die Informationsqualität stellt der Grad an Unterstützung dar, welchen die Informationen bei relevanten Entscheidungen oder Handlungen in einem bestimmten Anwendungsfall einnehmen (vgl. Bruhn/Hadwich 2020, S. 32). Die durch den digitalen Dienst bereitgestellten Informationen sollten den Nutzer einerseits in die Lage versetzen, seine bisherigen Aufgaben besser oder effizienter zu erledigen. Andererseits kann ein digitaler Dienst es Nutzenden auch ermöglichen Aufgaben zu erledigen, welche bisher nicht erledigen werden konnten, da der Dienst die Fähigkeiten und Kompetenzen erweitert (vgl. Ostrom et al. 2019, S. 91). Eine notwendige Grundlage dafür, dass Nutzer ihre Entscheidungen auf Basis der bereitgestellten Informationen treffen, stellt deren Verlässlichkeit dar. Da bei vielen Entscheidungen keine eindeutig richtigen und eindeutig falschen Optionen vorliegen, wird die Verlässlichkeit durch die subjektiv wahrgenommene Freiheit von Fehlern und Inkonsistenzen repräsentiert.

Neben der Informations- und Empfehlungsqualität stellt das **prozessuale Ergebnis** das zweite Qualitätsmerkmal des sechsten Bewertungsfeldes dar. Neben der Effizienz bei der Nutzung des Dienstes, etwa im Hinblick auf Energie- und Datenübertragungsaufwände, stellt auch die

Zuverlässigkeit, also die kontinuierliche Funktionsfähigkeit, einen weiteren qualitätsbeeinflussenden Faktor dar. Eine hohe Zuverlässigkeit spielt bei digitalen Diensten auch deshalb eine bedeutsame Rolle, da bei Funktionsstörungen oder Unklarheiten nicht immer direkt ein persönlicher Ansprechpartner zur Verfügung steht (vgl. Collier/Bienstock 2006, S. 261). Bei auftretenden Fehlern oder Fragestellungen während der Prozessnutzung ist daher eine persönliche Anlaufstelle ein wichtiges Qualitätsmerkmal.

## 4.4 Konkretisierung der Qualität von persönlichen Dienstleistungen

Im Vergleich zur Qualität von digitalen Diensten wird die Qualitätswahrnehmung von Dienstleistungsbestandteilen wesentlich durch die physische Umgebung und die persönlichen Interaktionen zwischen den Mitarbeitenden und Nutzern beeinflusst. Im Kontext von Smart Services werden die persönlichen Interaktionen vermehrt durch den Einsatz digitaler Werkzeuge von Kontaktmitarbeitenden mediiert, die maßgeschneiderte Nutzererlebnisse fördern sollen (vgl. Marinova et al. 2017, S. 31). Vor diesem Hintergrund werden nachfolgend Einflussfaktoren und Bewertungskriterien für die Qualitätsmerkmale von Dienstleistungen abgeleitet.

### 4.4.1 Potenzialqualität der persönlich erbrachten Dienstleistungen (Feld 7)

Die Bewertung der Potenzialqualität erfolgt anhand der anbieterseitigen Ressourcen, welche zur Erbringung der Dienstleistungen eingesetzt werden. Dazu zählen neben der physischen Umgebung insbesondere auch die Mitarbeitenden des Anbieters sowie deren Ausstattung, welche anhand der Qualitätsmerkmale Erscheinung, Fähigkeiten und Sicherheit bewertet werden. Zu den Einflussfaktoren der **Erscheinung** zählt einerseits eine ansprechende Gestaltung, welche durch ihre Modernität, Farbgebung, Sauberkeit und das Ambiente des Erbringungsortes charakterisiert wird (vgl. Brady/Cronin 2001, S. 43). Andererseits gilt es, den Erbringungsort funktional zu gestalten und durch die Infrastruktur und räumliche Anordnung der Einrichtungselemente den Erbringungsprozess zu unterstützen (vgl. Bitner 1992, S. 66). Zur Bewertung der Funktionalität können ein ausreichender Raum für die Aktivitäten, eine übersichtliche Bauweise sowie die eingesetzten Orientierungshilfen (z. B. Beschilderung oder Artefakte) herangezogen werden. Darüber hinaus werden auch die Erscheinung und das Auftreten von Mitarbeitenden für die Bewertung der Professionalität eines Anbieters und seiner Leistungspotenziale herangezogen (vgl. Rosenbaum/Massiah 2011, S. 473).

Die Kompetenzen, welche das Wissen und die **Fähigkeiten** der Mitarbeitenden umfassen, sind ein wesentliches Merkmal der Potenzialqualität (vgl. Johnston 1995, S. 63). Neben dem fachlichen Wissen spielen bei persönlichen Interaktionen insbesondere auch kreative, soziale und kommunikative Kompetenzen eine Rolle (vgl. Haab et al. 2019, S. 68). In Smart-Service-Systemen, in welchen menschliche Fähigkeiten durch den Einsatz von technischen Assistenzsystemen erweitert werden, gewinnen zudem Kompetenzen im Umgang mit digitalen Werkzeugen an Relevanz (vgl. Schnalzer/Ganz 2015, S. 90). So müssen die Mitarbeitenden beispielsweise in der direkten Kundeninteraktion auf echtzeitnahe Informationen für die Entscheidungsfindung oder für die Ausübung von Tätigkeiten zurückzugreifen. Darüber hinaus adressiert das Qualitätsmerkmal auch die Fähigkeit der technischen Ausrüstung selbst, welche die Mitarbeitenden bei einer angenehmen und maßgeschneiderten Erbringung des Service unterstützen sollen (vgl. Marinova et al. 2017, S. 3). Für die Bewertung können Einflussfaktoren, wie die domänenspezifische Relevanz

oder die Aktualität der technischen Hilfsmittel sowie der durch sie ermöglichte Zugriff auf Echtzeitdaten, herangezogen werden (vgl. Tabelle 4-7).

**Tabelle 4-7:** Konkretisierung der Potenzialqualität von persönlichen Dienstleistungen

QM	Einflussfaktor	Bewertungskriterien (Auswahl)
Erscheinung	Ansprechend	Die Erbringungsumgebung ist optisch ansprechend gestaltet.
		Die Bedingungen (z. B. Temperatur oder Licht) wirken einladend.
	Professionell	Das Erscheinungsbild der Mitarbeitenden vermittelt Kompetenz.
		Die technische Ausstattung wirkt professionell.
	Funktional	Die bauliche Gestaltung unterstützt die Leistungserbringung.
		Die Räumlichkeiten sind übersichtlich gestaltet.
Fähigkeiten	Domänen-spezifisch	Die Mitarbeitenden verfügen über ausgezeichnete Fachkenntnisse.
		Die Kompetenzen der Mitarbeitenden werden mir glaubwürdig präsentiert.
		Die technische Ausrüstung ist dem Anwendungszweck angemessen.
	Aktualität	Die Fachkenntnisse entsprechen dem aktuellen Stand der Technik.
		Die Ausrüstung der Mitarbeitenden befindet sich in einem guten Zustand.
	Vernetzt	Die Mitarbeitenden haben jederzeit Zugriff auf alle relevanten Daten.
Die Mitarbeitenden kennen sich mit intelligenter Technik sehr gut aus.		
Sicherheit & Privatsphäre	Sicher	Ich fühle mich in der Umgebung des Anbieters jederzeit sicher.
		Die Interaktion mit automatisierten bzw. autonomen Systemen ist ausreichend gesichert.
	Geschützt	Meine Privatsphäre wird durch die Einrichtung geschützt.
	Vertrauens-würdig	Die Mitarbeitenden handeln stets in meinem Interesse.
Ich habe keinerlei Bedenken, mich den Mitarbeitenden anzuvertrauen.		

Auch bei persönlichen Interaktionen stellt die **Sicherheit**, welche die Freiheit von Gefahren, Risiken und Zweifeln adressiert, ein relevantes Qualitätsmerkmal dar (vgl. Parasuraman 1985, S. 47). Sicherheit bezieht sich auf die Umgebung der Dienstleistungserbringung, welche durch bauliche Maßnahmen und die Anordnung von Einrichtungsgegenständen die Möglichkeit bietet, die physische Sicherheit der Nutzer und deren Privatsphäre zu wahren. Bei Smart Services, in welchen zur Unterstützung der Dienstleistungserbringung teilweise automatisch oder autonom agierende Systeme (bspw. Service-Roboter) eingesetzt werden, gewinnt auch die Wahrnehmung der physischen Sicherheit an Bedeutung (vgl. Wirtz et al. 2018, S. 920). Zum anderen stellt die Integrität der Mitarbeitenden einen weiteren Einflussfaktor auf die Qualitätswahrnehmung dar (vgl. Grönroos 2007, S. 90).

#### 4.4.2 Prozessqualität der persönlich erbrachten Dienstleistungen (Feld 8)

Der Erbringungsprozess von persönlichen Dienstleistungen ist durch Interaktionen der Mitarbeitenden des Anbieters mit den Nutzenden selbst oder ihren physischen Objekten und digitalen Daten geprägt. Zur Bewertung werden die Qualitätsmerkmale Interaktionsfreundlichkeit, die Integrationsqualität und die Anpassungsfähigkeit sowie die wahrgenommene Prozesskontrolle herangezogen (siehe Tabelle 4-8).

**Tabelle 4-8:** Konkretisierung der Prozessqualität von persönlichen Dienstleistungen

QM	Einflussfaktor	Bewertungskriterien (Auswahl)
Interaktion	Empathie	Die Mitarbeitenden können sich in meine Situation hineinversetzen.
		Den Mitarbeitenden liegen meine Bedürfnisse am Herzen.
		Die Mitarbeitenden verstehen mich.
	Freundlichkeit	Die Mitarbeitenden sind stets höflich.
		Die Mitarbeitenden sind jederzeit freundlich.
	Aufmerksam	Die Mitarbeitenden bringen mir Wertschätzung entgegen.
		Informationen aus vorangegangenen Gesprächen werden einbezogen.
		Die Mitarbeitenden sind jederzeit bereit zu helfen.
	Verständlich	Ich verstehe die Mitarbeitenden immer sehr gut.
		Die Mitarbeitenden verwenden ein mir geläufiges Vokabular.
Integration	Zugänglich	Den Standort des Anbieters kann ich gut erreichen.
		Die Öffnungszeiten sind angemessen.
	Verfügbar	Es stehen ausreichend viele Mitarbeitende zur Verfügung.
		Benötigten Infrastrukturen (z. B. Service-Kiosk) sind stets verfügbar.
	Angenehm	Die Erbringung dauert nicht allzu lange.
		Mein Aufenthalt wird mir angenehm gestaltet.
Ich kann den Zeitpunkt der Erbringung wählen.		
Anpassung	Flexibel	Die Mitarbeitenden reagieren flexibel auf spontane Anforderungen.
		Der Anbieter möchte stets meine individuellen Bedürfnisse befriedigen.
		Die Mitarbeitenden sind auf alle Situationen gut vorbereitet.
	Evidenzbasiert	Die Mitarbeitenden passen ihre Handlungen auf aktuelle Daten an.
		Die Mitarbeitenden leiten aus den Daten die richtigen Schlüsse ab.
	Reaktions-schnell	Anpassungen sind auch kurzfristig möglich.
Die Anpassung funktioniert in einem zeitlich angemessenen Rahmen.		
Kontrolle	Transparenz	Mir ist jederzeit klar, wie der Prozess abläuft.
	Nachvollziehbar	Die Mitarbeitenden erläutern mir ihr Vorgehen.
		Ich verstehe die Vorgehensweise der Mitarbeitenden.
		Abweichung von Standardaktivitäten werden dokumentiert.
	Beeinflussbar	Ich kann die Aktivitäten des Mitarbeitenden jederzeit beeinflussen.
		Ich fühle mich zu keinem Zeitpunkt den Mitarbeitenden ausgeliefert.

Abgesehen von der Freundlichkeit der Mitarbeitenden adressiert das Qualitätsmerkmal **Interaktionsfreundlichkeit** auch ihre Fähigkeit, sich in den Nutzer hineinzusetzen, und die Bereitschaft, ihm Aufmerksamkeit zu widmen, wodurch sich Kunden und Nutzende ernst genommen fühlen (vgl. Haywood-Farmer 1988, S. 22). Die Interaktionsfreundlichkeit wird auch verbessert, indem Mitarbeitende domänenspezifische Fachbegriffe wählen. Insgesamt bewährt sich eine klare, verständliche und gut durchdachte Ausdrucksweise (vgl. Lovelock/Wirtz 2007, S. 421).

Unter **Integrationsqualität** wird die Wahrnehmung verstanden, mit der ein Nutzer die Integration von seiner Person, seiner Objekte oder Informationen empfindet und in der Leistungserstellung bewertet (vgl. Sweeney et al. 2015, S. 319). Dies betrifft beispielsweise die Zugänglichkeit der Erbringungsorte, die Verfügbarkeit von Mitarbeitenden oder der technischen Infrastruktur. Die Annehmlichkeit ergibt sich aus einer als angemessen empfundenen Komplexität des nutzerseitigen Interaktionsbeitrags, der sich aus einem physischen, mentalen und emotionalen Beitrag zusammensetzt (vgl. Fließ et al. 2014, S. 457).

Die **Anpassungsfähigkeit** beschreibt die Fähigkeit und Bereitschaft der Mitarbeitenden, den Prozess und ihre Aktivitäten an den individuellen Bedürfnissen und Aufgaben der Nutzer auszurichten. Dabei gelten der Grad an Flexibilität und die Einhaltung einer aus Nutzersicht angemessenen Reaktionszeit als Einflussfaktoren. Wissen über die Bedürfnisse und Aufgaben der Kunden bilden die Grundlage für die flexible Anpassung (vgl. Gwinner et al. 2005, S. 135). Einerseits resultieren die Erkenntnisse oftmals aus langjährigen Beziehungen zu Nutzern. Andererseits ergeben sich durch Smart Services auch neue Möglichkeiten: Man kann flexibel auf explizit geäußerte Bedürfnisse reagieren oder auf Basis von Kunden-, Zustands- oder Nutzungsdaten evidenzbasiert individualisierte und situationsbezogene Aktivitäten durchführen (vgl. Tombeil et al. 2020, S. 151f.). Auch dies ist bei der Bewertung der Anpassungsfähigkeit zu berücksichtigen.

Passen die Mitarbeitenden ihre Aktivitäten flexibel an aktuelle Daten aus den vernetzten physischen Objekten an, sind die Erbringungsprozesse der Mitarbeitenden für die Nutzer nicht immer direkt nachvollziehbar. Entsprechend steigt bei einer hohen Flexibilität der Prozesse das Bedürfnis einer **wahrgenommenen Kontrolle** bei Nutzern (vgl. Dabholkar 1996, S. 35). Dabei können Mitarbeitende durch eine transparente Erläuterung und Dokumentation ihrer Aktivitäten die Nachvollziehbarkeit beeinflussen und den Kunden das Gefühl von Kontrolle übertragen.

#### 4.4.3 Ergebnisqualität der persönlich erbrachten Dienstleistungen (Feld 9)

Das Ergebnis einer persönlich erbrachten Dienstleistung stellt üblicherweise eine materielle oder immaterielle Zustandsänderung am Nutzer, seinen Objekten oder seinen Daten dar. In Smart-Service-Systemen wird die Zustandsänderung durch das Zusammenwirken der unterschiedlichen Leistungsbestandteile erwirkt, weshalb sie im zwölften Bewertungsfeld adressiert wird. Ein originäres Wertversprechen, das der persönlichen Interaktion mit den Nutzern zugeschrieben wird, ist der Aufbau oder die Stärkung von Beziehungen und deren Qualität. Obwohl die Beziehungsqualität oft neben der Dienstleistungsqualität als ein eigenständiges Konstrukt betrachtet wird, spielt sie für das Rahmenkonzept eine wichtige Rolle. Zum einen werden persönliche Interaktionen oft gezielt eingesetzt, um die **Beziehungsqualität** zu erhöhen (vgl. Geigenmüller 2017, S. 130). Zum anderen stellt die Beziehungsqualität einen zentralen Faktor für den wahrgenommenen Nutzwert dar und ist damit für die Zielstellung dieser Arbeit relevant (vgl. Medberg/Grönroos 2020, S. 519). Der Beitrag persönlicher Interaktionen zur wahrgenommenen Beziehungsqualität lässt sich anhand der Steigerung von den vier qualitätsbeeinflussenden Faktoren Vertrauen, Vertrautheit, Loyalität und Verbindlichkeit bewerten (vgl. Tabelle 4-9).

**Tabelle 4-9:** Konkretisierung der Ergebnisqualität von persönlichen Dienstleistungen

QM	Einflussfaktor	Bewertungskriterien (Auswahl)
Orig. Wertbeitrag: Beziehungsqualität	Vertrauen	Durch die persönlichen Interaktionen mit dem Anbieter ist mein Vertrauen zu diesem gewachsen.
		Künftige Angebote muss ich weniger genau prüfen.
		Der Anbieter behandelt seine Kunden fair.
	Vertrautheit	Der Anbieter kennt meine Prozesse besonders gut.
		Ich verstehe, welche Anforderungen der Anbieter an mich hat.
		Ich fühle mich dem Anbieter verbunden.
	Loyalität	Ich bin eher bereit, dem Anbieter einen Fehler zu verzeihen.
		Bei der Auswahl werde ich den Anbieter bevorzugt behandeln.
	Verbindlichkeit	Die Beziehung zum Anbieter ist auf Dauer angelegt.
	Prozessuales Ergebnis	Zuverlässigkeit
Die Erbringung der Dienstleistung erfolgte reibungslos.		
Effizienz		Die Dauer der Leistungserbringung halte ich für angemessen.
		Die technische Ausrüstung hat die Prozesseffizienz erhöht.
Wiederherstellung		Der Anbieter hat seine Fehler vollständig behoben.
		Für die Fehler wurde ich angemessen entschädigt.

Das wahrgenommene Vertrauen auf Anbieterebene stellt die Bereitschaft des Nutzers dar, sich ohne komplexe Prüfung bei der Inanspruchnahme von Leistungen auf den Anbieter zu verlassen (vgl. Meffert et al. 2018, S. 101). Durch eine Vertrauenssteigerung können beispielsweise der Einsatz von vernetzten physischen Objekten oder das Teilen von sensiblen Daten als Grundlage von Smart Services erleichtert werden (vgl. Wirtz/Lwin 2009, S. 192). Der Zuwachs von Vertrautheit adressiert dagegen die gegenseitige Kenntnis zwischen dem Anbieter und Nutzer. Auf der einen Seite werden die Aufgaben und Bedürfnisse eines Nutzers für den Anbieter transparenter, was zu einer effektiveren und passgenauen Anpassung der Leistungserbringung führen kann (vgl. Holmlund/Kock 1995, S. 117). Auf der anderen Seite wächst auch das nutzerseitige Verständnis für die Prozesse des Anbieters, was den Aufwand der Leistungsintegration reduziert.

Die Loyalität zu einem Anbieter stellt einen weiteren Aspekt der Beziehungsqualität dar (vgl. Weiber/Ferreira 2015, S. 138). Mit ihr lässt sich bewerten, inwieweit sich Nutzende einem bestimmten Anbieter verbunden fühlen und entsprechend bereit sind, einen Preisaufschlag für dessen Leistungen zu bezahlen oder bei auftretenden Fehlern nachsichtiger zu sein (vgl. Bloemer et al. 1999, S. 1099). Schließlich wird die Beziehungsqualität auch durch die Verbindlichkeit der Kunden beeinflusst, welche die Absicht beschreibt, eine auf Dauer angelegte Austauschbeziehung mit dem Anbieter einzugehen und seine Leistungen wiederholt zu konsumieren (vgl. Ulaga/Eggert 2006, S. 316). Die Steigerung der Beziehungsqualität ist daher aus Sicht der Anbieter ein relevantes Ziel, weshalb auch zukünftig persönliche Interaktionen bei Smart Service von Relevanz sind.

Neben dem originären Beitrag persönlicher Interaktionen stellt das **prozessuale Ergebnis** das zweite Merkmal der Ergebnisqualität dar. Es wird durch die wahrgenommene Zuverlässigkeit, Effizienz und Wiedergutmachung beeinflusst. Die wahrgenommene Zuverlässigkeit adressiert die Fähigkeit eines Anbieters, den Dienstleistungsprozess verlässlich und wie versprochen zu erbringen (vgl.

Parasuraman et al. 1985, S. 47). Sollten trotzdem Fehler auftreten, wirken sich eine schnelle und umfangreiche Wiedergutmachung positiv auf die Ergebnisqualität aus und können diese sogar über das Ausgangsniveau hinaus steigern (vgl. Mostafa et al. 2014, S. 305).

## 4.5 Konkretisierung der Qualität der Leistungskoordination

Die in Smart-Service-Systemen entstehenden Leistungen stellen Konfigurationen von Menschen, Technologien und weiteren Ressourcen dar, die mit dem Ziel interagieren, gegenseitige Werte zu schaffen. Folglich gilt es bei der Gestaltung nicht nur die Qualität der einzelnen Leistungsbestandteile zu adressieren, sondern auch ihre kundenorientierte Zusammenführung in ein integriertes Kundenerlebnis (vgl. Bolton et al. 2018, S. 791). Die unternehmensübergreifende Koordination von Leistungsbeiträgen in einem Ökosystem ist dabei besonders bedeutsam (vgl. Patrício et al. 2011, S. 183). Im Folgenden soll die Qualität dieser Koordination konkretisiert werden. Wie bereits angedeutet weist die Koordination einen von den anderen Komponenten abweichenden Charakter auf, weshalb abweichende Qualitätsmerkmale zu den bisherigen Leistungsbestandteilen Anwendung finden.

### 4.5.1 Qualität der Potenzialkoordination (Feld 10)

Das zehnte Bewertungsfeld zielt auf die Koordination der Potenzialfaktoren über die Leistungsbestandteile hinweg ab. Dabei wird einerseits die Wahrnehmung über die Qualität der Partner im Ökosystem betrachtet. Andererseits wird die Konfiguration und Zusammenführung der unterschiedlichen Potenzialfaktoren in ein stimmiges Gesamtkonzept bewertet. Tabelle 4-10 zeigt die Übersicht der Einflussfaktoren der Qualitätswahrnehmung und beispielhaften Bewertungskriterien.

Ein Qualitätsmerkmal der Leistungskoordination besteht in der **Integration der Potenzialfaktoren** über die Leistungsbestandteile und über die Partner des Ökosystems hinweg in ein einheitliches Gesamtkonzept. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn in der Erbringung eines Smart Services unterschiedliche Partner in direktem Kontakt zu den Nutzern oder Kunden stehen (vgl. MacDonald et al. 2016, S. 105). Die einheitliche Zusammenführung bezieht sich auf die bereits genannten generischen Qualitätsmerkmale: Eine einheitliche Erscheinung, konsistente Fähigkeiten und ein übergreifend gültiges Sicherheitskonzept, das den Umgang mit Daten im Ökosystem regelt, sind daher wichtige Kriterien des Einflussfaktors Einheitlichkeit. Ein weiterer Einflussfaktor ist die Kompatibilität bzw. die Konformität mit relevanten Normen und Standards, welche die Interoperabilität mit weiteren Systemen sowie die Einbindung von externen Diensten oder vernetzten physischen Objekten ermöglicht (vgl. Moser et al. 2019, S. 612). Die Berücksichtigung aktueller Standards beeinflusst darüber hinaus die Wahrnehmung positiv, ob das Ökosystem der Integration zukünftiger Technologien offen gegenübersteht. Darüber hinaus wird die Qualität der Potenzialkoordination von der Wahrnehmung beeinflusst, ob Leistungsbestandteile bei der Konfiguration bedarfs- bzw. kundenorientiert oder anbieterorientiert zusammengesetzt werden. Der letzte Einflussfaktor bei der Gestaltung des Gesamtkonzeptes stellt ein aus Nutzersicht ausgewogener Digitalisierungsgrad dar, der die Effizienz und den Komfort digitaler Bestandteile mit den Vorteilen persönlicher Interaktionen in einem zum Anwendungsfall passenden Verhältnis kombiniert (vgl. Teixeira et al. 2017, S. 240).

**Tabelle 4-10:** Konkretisierung der Qualität der Potenzialkoordination

QM	Einflussfaktor	Bewertungskriterien (Auswahl)
Potenzialintegration	Einheitlich	Das Erscheinungsbild aller Potenzialfaktoren passt zueinander.
		Die Fähigkeiten der Partner sind konsistent und passend.
		Es liegt ein alle Bestandteile betreffendes Datenschutzkonzept vor.
	Kompatibel	Alle Leistungsbestandteile sind zueinander kompatibel.
		Domänenspezifischen Standards werden durchgängig erfüllt.
		Neue technische Lösungen lassen sich zukünftig integrieren.
	Bedarfs-orientiert	Die verfügbaren Module werden kundenorientiert zusammengeführt.
		Die angebotenen Leistungskonfigurationen passen zu meinem Bedarf.
	Ausgeglichen	Tiefe und Umfang des Technologieeinsatzes passt zum Anwendungsfall.
		Der Automatisierungsgrad des Service Systems ist angemessen.
Partnerökosystem	Vertrauens-würdig	Alle an der Leistung beteiligten Anbieter sind vertrauenswürdig.
		Die eingebundenen Partner haben einen sehr guten Ruf.
	Komplementär	Die Partner des Netzwerks verfügen über komplementäre Kompetenzen.
		Alle Partner leisten einen eigenen Beitrag zum Wertversprechen.
	Stabil	Die Kooperation im Ökosystem ist auf Dauer angelegt.
		Alle Partner profitieren von der Zusammenarbeit.
	Unabhängig	Die Machtverteilung unter beteiligten Partner ist ausgewogen.
		Die Abhängigkeit von einzelnen Partnern ist gering.

Für die Qualitätswahrnehmung des Ökosystems wird einerseits **Konfiguration des Partnernetzwerkes**, also die Auswahl und Zusammensetzung des Ökosystems, herangezogen (vgl. Backhaus et al. 2019, S. 94). Die Bewertung wird von der Komplementarität der verfügbaren Kompetenzen und Ressourcen, welche von den Partnern eingebracht werden, und der Fähigkeit diese zu einer kundenorientierten Lösung zusammenzuführen, beeinflusst (vgl. Lütjen et al. 2019, S. 512). Damit der Austausch von teilweise sensiblen Daten über Unternehmensgrenzen hinweg von den Kunden akzeptiert wird, gilt es zudem, die Vertrauenswürdigkeit aller Ökosystem-Partner sicherzustellen, um das wahrgenommene Risiko zu senken und die Nutzungsabsicht der Plattform zu erhöhen (vgl. Schultz et al. 2020, S. 794).

Eng mit der Vertrauensbildung ist dabei auch die Stabilität des Partnernetzwerkes verbunden, welche die wahrgenommene Absicht der Akteure repräsentiert, dauerhaft Leistungen in der Konfiguration des Ökosystems zu erbringen und sich an gemeinsame Regeln zu halten (vgl. Friend/Malshe 2016, S. 184). Einen weiteren qualitätsbeeinflussenden Faktor stellt die wahrgenommene Souveränität der bewertenden Anspruchsgruppen dar, welche die Unabhängigkeit in zwei Richtungen beschreibt. Einerseits erwarten Kunden, dass der Betreiber der digitalen Plattform unabhängig von Eigeninteressen und bestehenden Partnerschaften die für den Kunden passende Lösung aus den verfügbaren Leistungsbestandteilen zusammenführt (vgl. Engelhardt et al. 2017, S. 19). Die Wahrnehmung darüber, ob die Konfiguration der Leistungsbestandteile kunden- oder anbieterorientiert erfolgt, wird teilweise bereits mit der Komplementarität der Potenzialfaktoren adressiert. Andererseits streben Kunden und Nutzer nach Unabhängigkeit von bestimmten Technologien, Anbietern oder Plattformen (vgl. Lundborg/Gull

2019, S. 12). Da Plattformanbieter als Intermediäre zwischen Angebot und Nachfrage zentrale Kontrollpunkte besetzen, besteht die Gefahr, dass sie beidseitige Abhängigkeiten aufbauen. Die entstehende Machtkonzentration könnte zu ungerechtfertigten Preisaufschlägen führen und stellt für Kunden ein wertminderndes Risiko dar.

#### 4.5.2 Qualität der Prozesskoordination (Feld 11)

Darüber hinaus sind auch physischen, digitalen und persönlichen **Interaktionsprozesse** aufeinander abzustimmen. Für die Bewertung wird einerseits die inhaltliche Konsistenz der Prozesse herangezogen. Diese beschreibt die Wahrnehmung darüber, ob Nutzende zu jedem Zeitpunkt durch persönliche oder digitale Interaktionen zu den gleichen Informationen und Ergebnissen gelangen (vgl. Sousa/Voss 2006, S. 367). Eine wesentliche Voraussetzung für die Erfüllung dieser Anforderung ist eine gemeinsame Informationsbasis für alle Informationssysteme und Mitarbeitenden. Andererseits wird die Wahrnehmung über die Interaktionskonsistenz anhand der Angleichung von Logik und Attributen zwischen digitalen und persönlich erbrachten Prozessen bewertet (vgl. Banerjee 2014, S. 462). Tabelle 4-11 gibt einen Überblick über die qualitätsbeeinflussenden Faktoren.

**Tabelle 4-11:** Konkretisierung der Qualität der Prozesskoordination

QM	Einflussfaktor	Bewertungskriterien (Auswahl)
Aufgabenteilung	Klar	Die von mir erwarteten Aufgaben sind mir vorab bekannt.
		Die Rollen bei der Leistungserbringung sind klar beschrieben.
		Der Ablauf der Leistungserbringung ist mir verständlich.
	Beherrschbar	Ich verfüge über die nötigen Kompetenzen zur Aufgabenerfüllung.
		Ich fühle mich für die Aufgabenerfüllung gut vorbereitet.
		Ich bin motiviert, die von mir geforderten Aufgaben zu erfüllen.
	Fair	Die Aufgabenteilung zwischen mir und dem Anbieter ist angemessen.
		Die Aufgabenteilung zwischen den Anbietern erscheint sinnvoll.
	Prozessintegration	Konsistent
Alle Mitarbeitenden geben mir dieselben Auskünfte.		
Nahtlos		Digitale und persönliche Prozesse fügen sich nahtlos ineinander.
		Das Vorgehen bei der Ausführung ist bei allen Partnern ähnlich.

Ein Wesensmerkmal von Smart Services besteht in der aktiven Rolle der Nutzenden, die eigene Ressourcen einbringen und Erbringungsaktivitäten ausführen. In diesem Zusammenhang stellt die **Aufgabenteilung** zwischen dem Nutzenden und den anbietenden Partnern ein Qualitätsmerkmal dar, das von drei Faktoren beeinflusst wird: Zunächst müssen die an den Nutzer gestellten Anforderungen und von ihm zu erbringenden Aktivitäten klar beschrieben und kommuniziert werden (vgl. Meuter et al. 2005, S. 64). Den zweiten Einflussfaktor stellt die Beherrschbarkeit der Aufgaben dar, welche die Fähigkeit und Motivation des Kunden betrifft, die an ihn gestellten Anforderungen erfüllen zu können und zu wollen (vgl. Larivière et al. 2017, S. 242). Einen weiteren wichtigen Aspekt stellt die wahrgenommene Fairness bei der Aufgabenteilung dar. Dieser Aspekt bezieht sich auf die Einschätzung der Kunden darüber, ob eine angemessene Teilung zwischen den

vom Anbieter und den vom Nutzer bereitgestellten Ressourcen oder übernommenen Aufgaben innerhalb der Erbringung gegeben ist (vgl. Neuhüttler et al. 2020, S. 227). Dabei ist zu beachten, dass ein geringerer Aufwand seitens der Nutzer nicht zwingend mit einer Verbesserung der Qualitätsbewertung einhergeht (vgl. Breidbach et al. 2016, S. 469). Mit der Übernahme eigener Aktivitäten kann bei Nutzern die wahrgenommene Verantwortlichkeit für das Leistungsergebnis und daher auch dessen Bewertung steigen. Daher gilt es, eine angemessene Aufgabenteilung zu erreichen.

### 4.5.3 Qualität der Ergebniskoordination (Feld 12)

Das zwölfte Feld adressiert die immaterielle oder materielle Veränderung am Zustand des Nutzers, seinen Objekten oder seinen Daten, welche durch ein Zusammenwirken der Leistungsbestandteile ausgelöst wird. Da diese Zustandsänderung aufgrund der unterschiedlichen Einsatzfelder von Smart Service schwer konkretisiert werden kann, wird die Bewertung der wahrgenommenen Ergebnisqualität anhand des wahrgenommenen Nutzens durchgeführt, der einem Nachfrager durch die Inanspruchnahme des Smart Services entsteht (vgl. Kleinaltenkamp 2001, S. 35). Dieser Nutzen setzt sich aus den Beiträgen der eingesetzten vernetzten physischen Objekte, digitalen Dienste und den persönlichen Dienstleistungen zusammen. Tabelle 4-12 zeigt die Qualitätsmerkmale und Einflussfaktoren.

**Tabelle 4-12:** Konkretisierung der integrierten Qualitätswahrnehmung des Smart Service

QM	Einflussfaktor	Bewertungskriterien (Auswahl)
Funktionaler Nutzen	Effektiv	Das Wertversprechen wurde vollständig erfüllt.
		Durch den Service kann ich meine Aufgaben besser erfüllen als zuvor.
		Die Leistung adressiert meine individuellen Bedürfnisse.
	Effizient	Durch die Nutzung des Smart Services sparen wir Ressourcen ein.
		Mit der Lösung können wir problemanfällige Prozesse ersetzen.
		Wir können die Geschwindigkeit unserer Leistung erhöhen.
	Umfangreich	Es werden alle zentralen Aspekte des Anwendungsfalls adressiert.
		Der Leistungsumfang ist auf meine Problemstellung zugeschnitten.
		Im Smart-Service-System werden ganzheitliche Lösungen angeboten.
Zusatznutzen	Emotional	Bei Entscheidungen fühle ich mich durch den Smart Service sicherer.
		Die Nutzung des Smart Service bereitet mir Freude.
		Die Nutzung erleichtert es mir, komplexe Tätigkeiten auszuführen.
	Sozial	Durch die Nutzung der intelligenten Technik steigt mein Ansehen.
		Die Nutzung von Smart Services vermittelt ein innovatives Bild von mir.
		Durch die Nutzung des Smart Services vermittele ich Technikkompetenz.
	Epistemisch	Durch die Datenauswertung erhalte ich neuartige Einsichten.
		Die Nutzung des Smart Services macht mich neugierig.
		Ich fühle mich durch den Einsatz bei meiner Aufgabe motiviert.

Grundsätzlich lassen sich zwei unterschiedliche Arten von Nutzen unterscheiden: der funktionale und der zusätzliche Nutzen (vgl. Becker et al. 2015, S. 15). Beide lassen sich anhand der sog. „Jobs-to-be-Done“-Theorie erläutern. Diese besagt, dass Kunden eine Leistung in Anspruch nehmen, um in einer spezifischen Situation eine bestimmte Aufgabe zu erledigen oder ein Problem zu lösen (vgl. Christensen et al. 2016, S. 6). Daraus abgeleitet ergibt sich der **funktionale Nutzen** eines Smart Service in Form seiner Wirksamkeit bei der Aufgabenerfüllung oder Problemlösung. Eine hohe Wirksamkeit beschreibt dabei eine bessere oder ganzheitlichere Lösung der Aufgabe. Zusätzlich wird für die Bewertung des funktionalen Nutzens auch die Effizienz der Aufgabenerfüllung oder Problemlösung herangezogen, also das Ergebnis im Verhältnis zu den vom Kunden einzusetzenden Ressourcen oder zu erbringenden Aktivitäten. Ziel von Smart Services ist es, durch die datenbasierte Konfiguration der Leistungsbestandteile sowohl eine höhere Wirksamkeit zu erreichen als auch die Effizienz durch einen zielgerichteten Ressourceneinsatz im Vergleich zu standardisierten Dienstleistungen zu steigern.

Neben dem funktionalen Nutzen kann auch der **zusätzliche Nutzen** eines Smart Services bewertet werden, der auf die Befriedigung von emotionalen, epistemischen oder sozialen Bedürfnissen eines Nutzers während der Aufgabenerfüllung oder Problemlösung abzielt (vgl. Ulwick 2016, S. 58). Der emotionale Wert der Lösung adressiert die Bewertung des affektiven Zustands eines Nutzers, der sich während oder nach der Inanspruchnahme der Lösung einstellt (vgl. Sweeney/Soutar 2001, S. 212). Durch die Nutzung digitaler Technologien und der dadurch ermöglichten Individualisierung, können bei Smart Services zum Beispiel hedonische Bedürfnisse befriedigt und damit freudige oder spielerische Emotionen geweckt werden (vgl. Wiegard/Breitner 2019, S. 116; Schmid/Maier 2017, S. 186f.). Darüber hinaus kann durch die Aufbereitung von Daten und die dadurch ermöglichten evidenzbasierten Entscheidungen auch das Bedürfnis nach Sicherheit adressiert werden. Die Sammlung und Auswertung von Daten kann zu neuartigen Erkenntnissen und Einsichten über die vernetzten physischen Objekte oder die Wirkweise des Anwendungsumfeldes führen. Damit vermag die epistemische Neugierde befriedigt zu werden, gewohnte Abläufe zu ändern oder gar neuartige Aufgaben zu übernehmen, da Smart Services die Fähigkeiten des Nutzers erweitern (vgl. Ostrom et al. 2019, S. 91). Den dritten Aspekt des zusätzlichen Nutzens stellt der soziale Wert dar, der sich aus der Anerkennung und dem Respekt von Dritten ergibt und sich positiv auf das Selbstverständnis und das Selbstvertrauen von Nutzenden auswirkt (vgl. Huang 2018, S. 363). Zur sozialen Anerkennung tragen beispielsweise der Innovationsgrad einer Leistung oder deren Beitrag zu einer umweltfreundlicheren Lösung bei (vgl. Kim/Mauborgne 2018, S. 189).

Im Umfeld von Geschäftskundenbeziehungen wurde bei der Bewertung der Ergebnisqualität oftmals der funktionale Nutzen herangezogen. Dieser klare Fokus wurde in den vergangenen Jahren jedoch vermehrt relativiert (vgl. Backhaus/Gausling 2015, S. 368). Die Mitarbeitenden von Unternehmen bewerten sowohl den kollektiven Wert einer Lösung für das Unternehmen als auch ihren individuellen Nutzen, also beispielsweise die Erleichterung von Aufgaben, die Reduktion von unsicheren Entscheidungen oder das persönliche Ansehen innerhalb des Unternehmens (vgl. MacDonald et al. 2011, S. 677). Auch wenn die zweite Kategorie als Zusatznutzen bezeichnet wird, sollte ihre Bedeutung daher keinesfalls unterschätzt werden: Die emotionalen, sozialen und epistemischen Bedürfnisse der Bewertenden repräsentieren oftmals Begeisterungsanforderungen, deren Erfüllung zu einer besonders hohen wahrgenommenen Qualität und Kundenzufriedenheit bis hin zu Begeisterung führen kann (vgl. Ausführungen zum Kano-Modell in Kapitel 2.4). Bei einem ausreichenden Erfüllungsgrad des funktionalen Nutzens kann daher insbesondere in der Erzielung eines hohen Zusatznutzens ein Differenzierungspotenzial gegenüber Wettbewerbern liegen, dass sich zudem positiv auf die Zahlungsbereitschaft auswirkt (vgl. Gouthier et al. 2012, S. 453).

## **5 Verfahren zum Testen der wahrgenommenen Qualität von Smart Services**

In diesem Kapitel wird der zweite Bestandteil des Lösungsansatzes entwickelt und vorgestellt. Dabei handelt es sich um ein Verfahren, welches die systematische Durchführung der Entwicklungsphase „Test“ im Vorgehensmodell des Smart-Service-Engineerings beschreibt. Die Umsetzung des Tests baut auf dem Rahmenkonzept der Smart-Service-Qualität auf, das in Kapitel 4 vorgestellt wurde. Nachfolgend werden die konzeptionellen Grundlagen des Verfahrens und die einzelnen Verfahrensphasen detailliert vorgestellt.

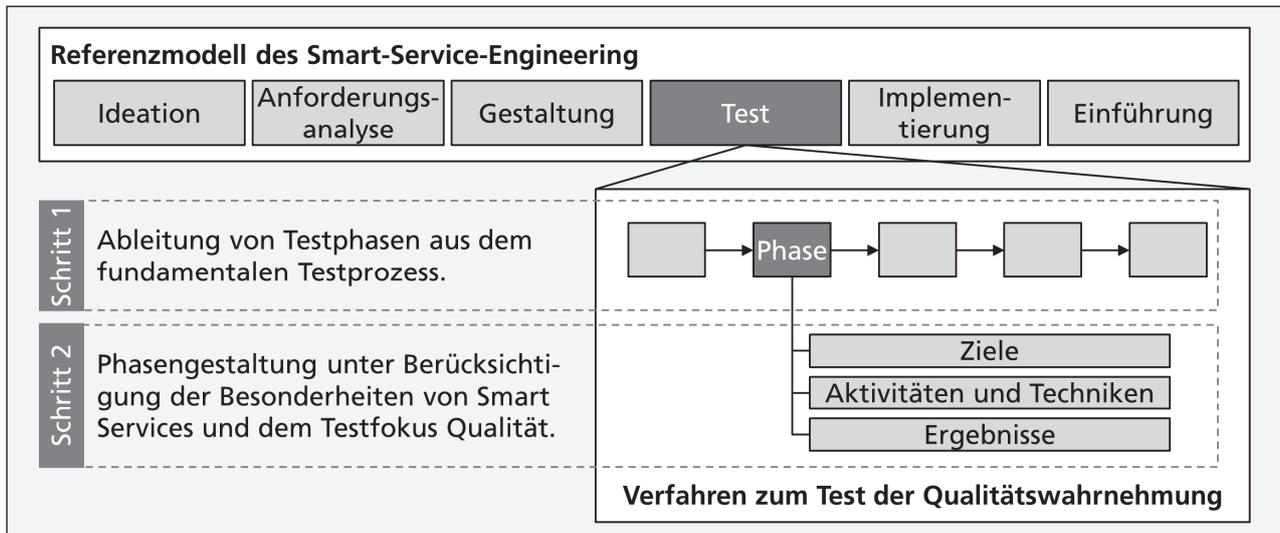
### **5.1 Entwicklung des Verfahrens**

#### **5.1.1 Konzeption und Aufbau des Verfahrens**

Für die zielgerichtete Konzeption eines Verfahrens, welches zu weiteren Methoden des Smart-Service-Engineerings anschlussfähig ist, kann das Methoden Engineering herangezogen werden. Dabei handelt es sich um ein ingenieurwissenschaftliches Vorgehen für den systematischen Entwurf von Methoden, Techniken und Werkzeugen (vgl. Brinkemper 1996, S. 276). Als zentrale Bestandteile einer Methode werden dabei Aktivitäten, Techniken und Ergebnisse sowie Werkzeuge, Rollen und ein Meta-Modell festgelegt (vgl. Gutzwiller 1994, S. 12). Die Aktivitäten einer Methode werden mit dem Ziel verrichtet, ein oder mehrere vorab definierte Ergebnisse zu erreichen (vgl. Österle 2011, S. 13). Inhaltlich zusammenhängende Aktivitäten können dabei Phasen zugeordnet werden, deren zeitliche und sachlogische Abfolge in einem Prozessmodell dargestellt werden. Die Ausführung von Aktivitäten in den Verfahrensphasen wird durch Techniken unterstützt, die als Anleitung oder Vorschrift zum Erreichen der Ziele beitragen (vgl. Winter 2003, S. 88). Unterstützt wird die Anwendung von Techniken durch Werkzeuge. Weitere Bestandteile von Methoden sind Rollenmodelle, welche Aktivitäten aus Sicht eines Aufgabenträgers zusammenfassen, und Meta-Modelle, welche die Beziehung zwischen den Methodenbestandteilen aufzeigen.

Im ersten Schritt der Konzeption werden relevante Verfahrensphasen für einen Test abgeleitet (vgl. Abbildung 5-1). Ein übliches Vorgehen des Service Engineering besteht darin, vorhandene Erkenntnisse, Methoden und Modelle aus dem Produkt- oder aus dem Software-Engineering auf den Gegenstandsbereich der Dienstleistungen bzw. Smart Services zu übertragen (vgl. Leimeister 2020, S. 85). Dieser Logik folgend werden die Phasen des Testverfahrens aus dem fundamentalen Testprozess des International Software Testing Qualifications Board (ISTQB) abgeleitet. Das ISTQB hat ein umfassendes Werk zum Testen von Software entwickelt, das generische Aktivitäten, Aufgaben und zentrale Begrifflichkeiten für das Testen festlegt und beschreibt (vgl. Spillner/Linz 2019, S. 29). Da der Ansatz in vielfältigen Anwendungsbereichen der Unternehmenspraxis eingesetzt wird, können die praktische Anschlussfähigkeit des hier konzeptionierten Verfahrens erhöht und die Komplexität der Einführung durch gemeinsame Begrifflichkeiten und eine bekannte Vorgehensweise reduziert werden (vgl. z. B. Siller/Korotkiy 2011, S. 3 und Facchi 2018, S. 13). Die Aktivitäten des fundamentalen Testprozesses stimmen zudem weitestgehend mit den im Rahmen der bereits genannten empirischen Erhebung unter Dienstleistungsanbietern als bedeutsam bewerteten Testphasen überein (vgl. Burger/Schultz 2014, S. 43). Da die Beschreibung der Vorgehensweise und der Testaktivitäten generisch erfolgt, stellt der fundamentale Testprozess damit einen erprobten Rahmen für ein systematisches Vorgehen dar und bietet gleichzeitig die

Möglichkeit zur inhaltlichen Anpassung an die Besonderheiten von Smart Services und an den Testfokus der wahrgenommenen Qualität.



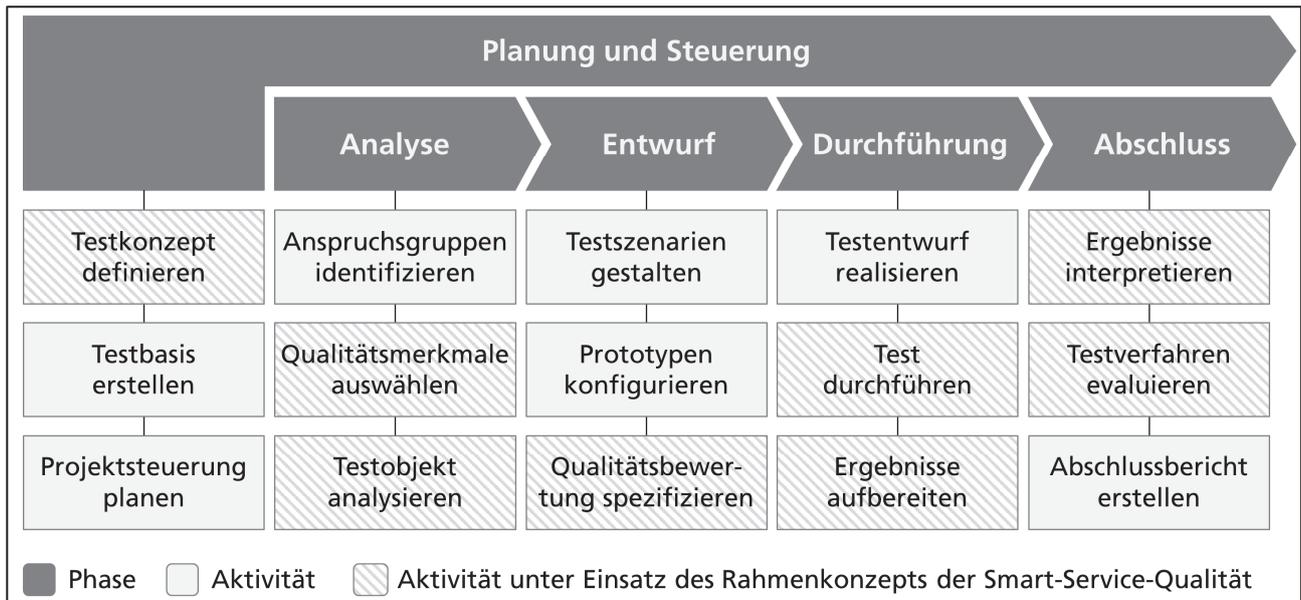
**Abbildung 5-1:** Überblick über Einordnung und Konzeption des Testverfahrens

Im zweiten Schritt erfolgt die Konkretisierung der Verfahrensphasen entlang den aus dem Methoden Engineering abgeleiteten Bestandteilen Ziele, Aktivitäten, Techniken und Ergebnisse. Die Bestandteile Rollenmodelle und Meta-Modell werden dagegen aus den folgenden Gründen in diesem Verfahren nicht berücksichtigt. Da das Verfahren dem Smart-Service-Engineering zugeordnet ist, soll es sowohl in linear als auch agil organisierten Entwicklungsprojekten einsetzbar sein. Für beide Formen liegen in der Literatur generisch beschriebene Testrollen vor, die sich voneinander unterscheiden (vgl. z. B. Baumgartner et al. 2018, S. 77). Darüber hinaus ist die Gestaltung von Testrollen auch von der Zusammenarbeit und dem gewünschten Grad der Unabhängigkeit zwischen Entwicklungs- und Testteam abhängig (vgl. Spillner/Linz 2019, S. 227f.). Folglich sind Testrollen projekt- und unternehmensspezifisch festzulegen. Auch auf die Erstellung eines Meta-Modells wird in dieser Dissertation verzichtet, da die wesentlichen Bestandteile des Verfahrens bereits in Abbildung 3-1 durch das ZHO-Modell in Beziehung zueinander gesetzt wurden.

Die Durchführung der Verfahrensphasen erfolgt, unabhängig von der Vorgehensweise im Entwicklungsprojekt, linear. Um das Verfahren unabhängig von Organisationsform und Methodeneinsatz in Entwicklungsprojekten einsetzbar zu gestalten, erfolgt eine Anpassung auf Ebene der Aktivitäten. Wird das Verfahren in einem agil organisierten Entwicklungsprojekt wiederholt durchgeführt, können beispielsweise Aktivitäten übersprungen werden, sofern bereits ausreichende Ergebnisse in früheren Zyklen erzielt wurden. Dies gilt auch, wenn im Entwicklungsprojekt bereits einzelne Aktivitäten oder Schritte durchgeführt wurden, welche die nachfolgend beschriebenen Aktivitäten des Testverfahren ersetzen. Auf diese Weise passt sich das Verfahren flexibel den bestehenden Anforderungen aus dem Entwicklungsprojekt an. Im nachfolgenden Abschnitt werden die Verfahrensphasen im Überblick vorgestellt.

## 5.1.2 Überblick über Verfahrensphasen und -aktivitäten

Das Verfahren zum Testen der wahrgenommenen Qualität besteht aus fünf Phasen, welche wiederum durch jeweils drei Testaktivitäten definiert sind (vgl. Abbildung 5-2). Wie erwähnt, besteht ein wesentlicher Schwerpunkt des Verfahrens darin, den Einsatz des Referenzmodells der wahrgenommenen Smart-Service-Qualität für einen Test näher zu beschreiben. Dies drückt sich auch in der Anzahl der Aktivitäten aus, welche unter Einbezug des Rahmenkonzepts durchgeführt werden.



**Abbildung 5-2:** Übersicht über das Verfahren zum Testen der wahrgenommenen Smart-Service-Qualität

In der ersten Verfahrensphase werden die Grundlagen für die Durchführung eines Tests der Qualitätswahrnehmung gelegt. Zu diesen zählen die Beschreibung der Testziele und -bestandteile, das Sicherstellen des Zugangs zu den benötigten Informationen und die Initiierung einer Projektsteuerung. In der zweiten Phase erfolgt eine detaillierte Analyse der Anspruchsgruppen, Qualitätsmerkmale und Testbestandteile, deren Ergebnisse als Grundlage für den Testentwurf und die Bewertung des Entwicklungsstands dienen. Die dritte Verfahrensphase adressiert eine einheitliche Gestaltung von Testszenarien, Smart-Service-Prototypen und der entsprechenden Bewertungsmöglichkeiten, welche in der vierten Verfahrensphase durchgeführt und dokumentiert werden. In der Phase Testabschluss erfolgt die Interpretation der Ergebnisse sowie eine Ableitung von Handlungs- und Verbesserungsmaßnahmen. Eine detaillierte Darstellung der Ziele, Aktivitäten und Techniken sowie der Ergebnisse erfolgt in den nachfolgenden Kapiteln.

## 5.2 Verfahrensphase 1: Planung und Steuerung

### 5.2.1 Ziele der ersten Verfahrensphase

Die Verfahrensphase „Planung und Steuerung“ dient der strukturierten Vorbereitung und dem Management des Testprojekts. Da Testprojekte oftmals organisatorisch und personell getrennt von Entwicklungsprojekten durchgeführt werden, zielt die Phase darauf ab, eine gemeinsame Grundlage herzustellen, die eine zielgerichtete und effiziente Durchführung aller nachfolgenden Aktivitäten ermöglicht. Zur Zielerreichung wird zunächst das Testkonzept erstellt, welches die Testziele und inhaltlichen Bestandteile eingrenzt und präzisiert. Die zweite Aktivität dient der Sicherstellung eines Zugangs zu allen benötigten Informationen aus dem Entwicklungsprojekt. Danach erfolgt eine Zeit- und Ressourcenplanung, welche die organisatorischen Rahmenbedingungen des Testprojekts definiert und eine Projektsteuerung im Sinne einer regelmäßigen Prüfung der Zielerreichung und der Durchführung von notwendigen Anpassungen über das gesamte Projekt hinweg gewährleistet (vgl. Spillner/Linz 2019, S. 33).

### 5.2.2 Aktivitäten und Techniken der Planung und Steuerung

#### 5.2.2.1 Testkonzept definieren

Das Testkonzept bildet die inhaltliche Grundlage für die nachfolgenden Testphasen und wird mit weiteren Aktivitäten systematisch für die Testdurchführung präzisiert und angepasst. Die beiden wesentlichen Bestandteile stellen die Beschreibung der Testziele, welche im Rahmen des Testprojekts erreicht werden sollen, und eine genaue Abgrenzung der zu testenden Leistungsbestandteile des Smart Service dar. Die Erstellung des Testkonzepts dient als zentrale Schnittstelle zwischen einem oder mehreren Entwicklungsprojekten und dem Testteam. Es gleicht einem Testauftrag und besitzt daher für eine erfolgreiche Durchführung des Tests eine hohe Bedeutung. Die Erstellung des Testkonzepts sollte daher in Abstimmung zwischen Mitgliedern des Entwicklungs- und Testprojektes erfolgen und zu einem klaren und eindeutigen Verständnis für alle Beteiligten führen.

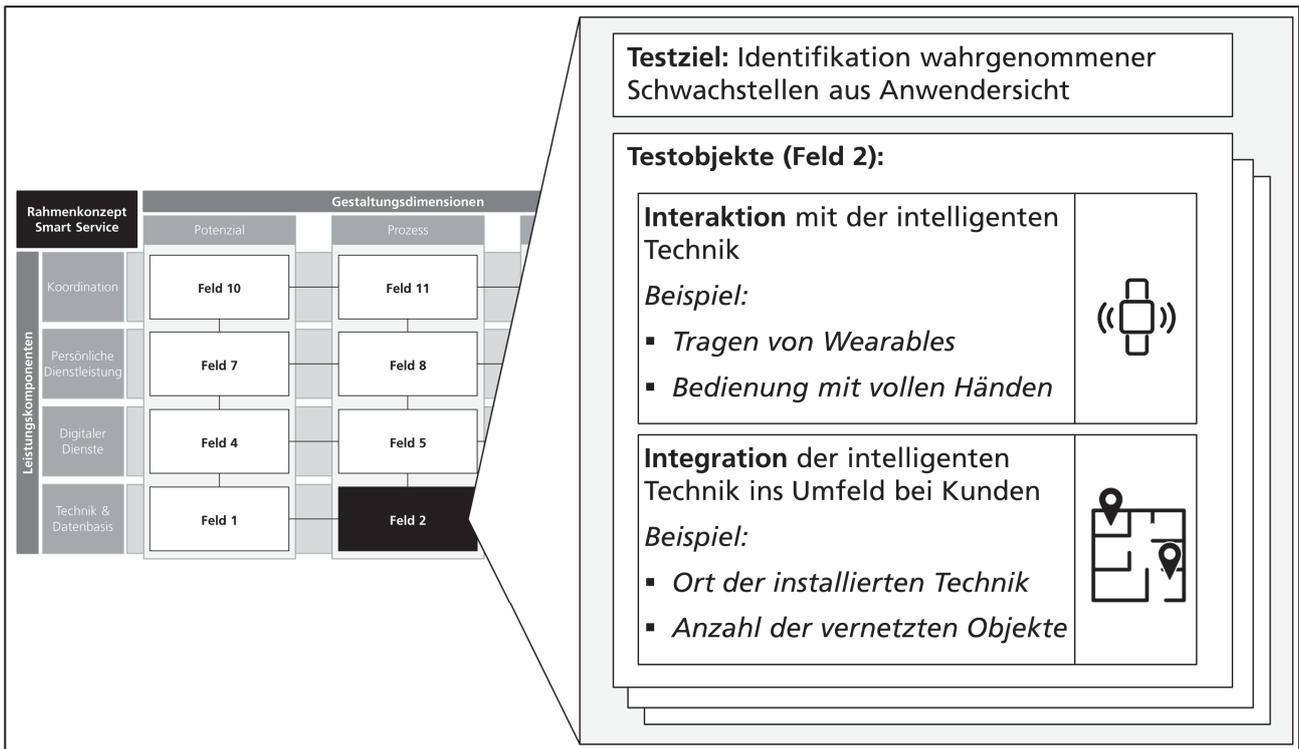
Im ersten Schritt werden die **Testziele** festgelegt, welche das Erkenntnisinteresse und damit den Anlass für den Test widerspiegeln. Durch den Einsatz des Rahmenkonzepts wird das übergeordnete Ziel – die Qualitätsbewertung des zu entwickelnden Smart Service unter Einbezug von einer oder mehreren Anspruchsgruppen – bereits determiniert. Je nach Zeitpunkt der Durchführung in der Entwicklung und dem damit verbundenen Reifegrad des Entwicklungsgegenstandes, lässt sich das Testziel jedoch weiter präzisieren. In frühen Konzeptionsphasen werden z. B. unterschiedliche Konzeptvarianten entlang des Rahmenkonzepts der Smart-Service-Qualität systematisch miteinander verglichen, frühzeitig Vor- und Nachteile der Varianten erhoben oder eine erste Gewichtung von Anforderungen an die ausgewählten Varianten vorgenommen. Während der Entwicklung eines Smart Services kann das Testverfahren dabei helfen, Schwachstellen zu identifizieren und Verbesserungsmaßnahmen abzuleiten. Dabei werden einzelne Leistungsbestandteile des Smart-Service-Systems im Hinblick auf die Erfüllung relevanter Anforderungen von Anspruchsgruppen detailliert geprüft oder deren Präferenzen für verschiedene Leistungsbestandteile miteinander verglichen. In späten Phasen des Entwicklungszyklus – etwa nach Fertigstellung eines Leistungsbestandteils oder vor der Markteinführung – kann mit dem Rahmenkonzept auch eine abschließende Evaluation im Sinne einer Qualitätskontrolle durchgeführt werden. Neben den direkten, qualitätsbezogenen Testzielen können darüber hinaus auch erste

Aussagen und Abschätzungen zu nachgelagerten Konstrukten der wahrgenommenen Qualität, wie beispielsweise zu einer erwartbaren Akzeptanz, der Steigerung der Kundenzufriedenheit oder des allgemeinen Marktpotenzials, getroffen werden. Ein weiteres Testziel, welches über alle Phasen des Smart-Service-Engineerings hinweg verfolgt werden kann, ist die strukturierte Aufnahme von Anforderungen anhand des Entwicklungsstandes.

Da die einzelnen Leistungsbestandteile eines Smart Services teilweise von unterschiedlichen Abteilungen entwickelt werden bzw. in einem unterschiedlichen Reifegrad vorliegen, werden in einem Test teilweise mehrere Ziele gleichzeitig verfolgt. Dies ist möglich, erfordert jedoch im weiteren Verlauf des Testprojekts eine differenzierte Anpassung des Rahmenkonzepts und der betrachteten Ebenen. Um die nachfolgenden Phasen zielgerichtet ausführen und zu aussagekräftige Erkenntnisse gelangen zu können, werden alle Testziele von den Entwicklungs- und Testteams gemeinsam und eindeutig beschrieben. Dabei lassen sich Kriterien für einen Testabschluss formulieren, welche das erwünschte Ergebnis und die Aussagekraft verdeutlichen, und festlegen, wann ein Testziel erreicht oder verfehlt wurde und der Test abgeschlossen werden kann. Abhängig von der Zielsetzung können Testendkriterien zum Beispiel das Erreichen bestimmter Werte der Qualitätswahrnehmung, die Anzahl von durchgeführten Tests mit Probanden oder die Anzahl aufgedeckter Verbesserungsmaßnahmen darstellen. Zur Unterstützung bei der Zielformulierung kann das SMART-Prinzip angewendet werden, das besagt, dass Ziele spezifisch, messbar, akzeptiert, realistisch und terminiert formuliert werden sollen (vgl. Doran 1981, S. 36).

Im zweiten Schritt werden die im Test zu adressierenden Bewertungsgegenstände des Smart Service (vgl. 4-3) eingegrenzt, da nicht für alle gleichermaßen ein Erkenntnisinteresse vorliegt. Die Bewertungsgegenstände werden, wie in Testprojekten üblich, nachfolgend als **Testobjekte** bezeichnet. Wie im vierten Kapitel dieser Arbeit beschrieben zählen in der Entwicklung von Smart Services dazu auch Personen (z. B. Kundenkontaktmitarbeitende) und immaterielle Bestandteile (z. B. Prozesse). Eine erste Eingrenzung ist in vielen Fällen bereits durch die Entwicklungsstufe gegeben, welche festlegt, ob Testobjekte einzeln oder im Zusammenspiel mit weiteren Testobjekten betrachtet werden sollen. Darüber hinaus werden in Smart-Service-Systemen meist nicht alle Leistungsbestandteile vollständig neu entwickelt, weshalb einige Bestandteile bereits hinsichtlich ihres Einflusses auf die Qualitätswahrnehmung geprüft wurden. Um eine weitere Präzisierung vorzunehmen und eine Grundlage zur Auswahl geeigneter Qualitätsmerkmale für die Bewertung herzustellen, wird das entwickelte Rahmenkonzept der Smart-Service-Qualität als Systematik zur Beschreibung der Testobjekte herangezogen.

Zunächst wird festgelegt, für welche der vier grundsätzlichen Leistungsbestandteile eines Smart-Service-Systems ein Erkenntnisinteresse vorliegt. Darauf aufbauend wird bestimmt, welche der Gestaltungsdimensionen im Sinne von „Potenzialfaktoren“, „Prozessen“ oder „Ergebnissen“ adressiert wird. Für die sich daraus ergebende Auswahl der zwölf Bewertungsfelder wird eindeutig und präzise beschrieben, welche Bewertungsgegenstände als Testobjekte zu adressieren sind. Ziel ist es, ein klares und einheitliches Verständnis zwischen dem Test- und dem Entwicklungsteam herzustellen. Eine beispielhafte Konkretisierung ist in Abbildung 5-3 dargestellt. Um ein in sich stimmiges Testkonzept zu verabschieden, wird abschließend noch ein eindeutiger Bezug zwischen den formulierten Testzielen, den Testendkriterien und den ausgewählten Testobjekten hergestellt und auf Konsistenz geprüft. Sollten bei der Prüfung Unstimmigkeiten aufgedeckt werden, gilt es, entsprechende Anpassungen an den einem der drei Konzeptelemente vorzunehmen.



**Abbildung 5-3:** Beispielhafte Konkretisierung der Testobjekte

### 5.2.2.2 Testbasis erstellen

Eine der wichtigsten Aufgaben für eine zielgerichtete Durchführung des Testprojekts besteht darin, den Zugriff auf alle relevanten Modelle, Dokumente und Informationen aus dem Entwicklungsprojekt sicherzustellen. Die Gesamtheit der Informationen, welche zur Gestaltung des Tests herangezogen werden kann, wird als Testbasis bezeichnet. Sie beinhaltet sowohl relevante Informationen und Elemente aus dem Zielsystem als auch aus dem Objektsystem. In einem ersten Schritt werden alle Informationen und Dokumente aus dem Zielsystem geprüft, welche dabei helfen, die Anspruchsgruppen des Smart Services zu identifizieren, ihre Erwartungen und Perspektiven zu charakterisieren und darauf aufbauend relevante Qualitätsmerkmale für die Bewertung abzuleiten. Ein wichtiges Element der Testbasis stellen bereits erhobene und dokumentierte Anforderungen dar. Dabei wird geprüft, ob die Anforderungen für die ausgewählten Testobjekte aktuell, vollständig dokumentiert und eindeutig formuliert vorliegen, was in Entwicklungsprojekten nicht immer der Fall ist (vgl. van Husen 2007, S. 54ff.). Eine lückenhafte Anforderungsdokumentation im Smart-Service-Engineering kann auf unterschiedliche Gründe zurückgeführt werden. Leistungsbestandteile eines Smart Services werden häufig getrennt von unterschiedlichen internen Abteilungen oder Ökosystempartnern entwickelt oder entstehen durch Rekombination bereits bestehender Bestandteile (vgl. Anke et al. 2020a, S. 615; Beverungen et al. 2017, S. 139). Zudem gestaltet sich die Anforderungserhebung bei Entwicklungsgegenständen, welche über ein hohes Maß an Interaktion, Individualität und Immaterialität verfügen, besonders schwierig, da die notwendige Vorstellungskraft der Anspruchsgruppen hierfür nicht immer gegeben ist (vgl. Backhaus 2019, S. 11 und Bruhn 2019, S. 36).

Liegen keine entsprechend formulierten Anforderungen vor, ist zu prüfen, ob weitere Dokumente herangezogen werden können, um die Anspruchsgruppen sowie ihre Erwartungen und den Anwendungskontext zu verstehen. Zu den in der Entwicklung von Dienstleistungssystemen eingesetzten Dokumenten gehören z. B. Personas, User-Empathy-Maps sowie Customer-Journey-

Maps (vgl. DIN SPEC 33453: 2019, S. 20ff.). Zu den relevanten Elementen der Testbasis, die den Entwicklungsstand beschreiben, zählen einerseits immaterielle und modellhafte Darstellungen und Beschreibungen des Smart Services und andererseits physische Artefakte und Prototypen (vgl. Ehrenspiel/Meerkamp 2013, S. 24). Während für die Darstellung der Potenziale eines Smart Services z. B. Mock-Ups, virtuelle oder physische Prototypen vorliegen können, werden Testobjekte aus der Prozess- und Ergebnisdimension durch modellhafte Darstellungen (wie z. B. Service Blueprints oder Ökosystem-Maps) repräsentiert.

In der Planungs- und Steuerungsphase liegt der Fokus nicht auf einer tiefgreifenden Analyse der Testbasis, sondern es gilt zu prüfen, ob ausreichende Informationen für den konzeptionierten Test vorliegen. Sollten zentrale Informationen fehlen, müssen entweder das Testkonzept und damit die Testziele angepasst oder entsprechende Informationen der Testbasis selbst erstellt werden, was sich auf die Zeit- und Budgetplanung auswirkt (vgl. Barnum 2020, S. 38).

### 5.2.2.3 Projektsteuerung planen

Die dritte Aktivität der Verfahrensphase adressiert zunächst die Erstellung des **Projektplans**, der die organisatorischen Rahmenbedingungen des Testprojekts festlegt. Dabei kommen überwiegend allgemeine Techniken und Werkzeuge des Projektmanagements zum Einsatz, weshalb an dieser Stelle nur einige zentrale Aspekte genannt und für weiterführende Informationen auf einschlägige Literatur des Projektmanagements verwiesen wird (z. B. Jakoby 2010). Zunächst wird eine Abschätzung der Dauer und der benötigten Ressourcen für das Testprojekt durchgeführt. Grundlage bilden dabei das definierte Testkonzept und die identifizierte Testbasis, da sie den Umfang und das Maß der in den nachfolgenden Testphasen durchzuführenden Aktivitäten maßgeblich prägen. Die Schätzung der Dauer von geplanten Aktivitäten erfolgt anhand von Erfahrungswerten und wird durch Werkzeuge wie zum Beispiel Netzpläne oder Gantt-Diagramme unterstützt (vgl. Westkämper/Balve 2009, S. 138). Auch die benötigten Ressourcen, wie Personalaufwände, Räumlichkeiten, technische Ausstattungen oder Budgets, werden zunächst grob abgeschätzt, müssen aber mit zunehmender Ausgestaltung der Testaktivitäten präzisiert werden. Aufgrund der vielseitigen Wechselwirkungen und der gegenseitigen Abhängigkeit zwischen inhaltlichen Arbeiten und verfügbaren Ressourcen sind die Aktivitäten der ersten Verfahrensphase iterativ oder parallel auszuführen und aufeinander abzustimmen.

Im zweiten Schritt der Aktivität werden die Dokumentations- und Steuerungsmechanismen des Testprojekts festgelegt. Zunächst werden das Testkonzept und der Projektplan in ein gemeinsames Dokument, den sogenannten **Testplan**, überführt. Er dient der inhaltlichen Dokumentation der Aktivitäten und Ergebnissen über das gesamte Verfahren hinweg und wird zur Projektsteuerung genutzt. Zunächst werden dazu im Testplan für die weiteren Verfahrensphasen die zu erreichenden Ergebnisse als Meilensteine definiert, deren Erreichen im Verlauf zu dokumentieren und dem Testplan hinzuzufügen sind (vgl. IEEE 829-2008, S. 30ff.). Als Sollzustand werden sie für den wiederkehrenden Abgleich mit den tatsächlichen Ergebnissen, der Einhaltung geplanter Termine sowie des Ressourcenaufwandes genutzt und damit als Grundlage der Projektsteuerung (vgl. Leyh 2012, S. N34). Abweichungen sind entsprechend zu dokumentieren, zu begründen und bei großen Differenzen dem Entwicklungsteam zu kommunizieren.

Da sowohl die inhaltliche als auch die organisatorische Planung zunächst auf Annahmen beruht, wird der Testplan im Verlauf des Testprojekts kontinuierlich abgeglichen und angepasst. Die Aufgabe startet in der ersten Verfahrensphase, ihre Aktivitäten erstrecken sich üblicherweise aber

über das gesamte Testprojekt hinweg und münden in den Testabschlussbericht (Baumgartner et al. 2018, S. 38).

### 5.2.3 Ergebnisse der ersten Verfahrensphase

Die erste Verfahrensphase legt den inhaltlichen und organisatorischen Rahmen für alle weiteren Aktivitäten fest und dient der Abstimmung zwischen der Entwicklung und dem Testprojekt. Dadurch werden drei wesentliche Ergebnisse erzielt:

- Das *Testkonzept* bestimmt die inhaltliche Ausrichtung des Projekts durch die definierten Testziele und Testobjekte.
- Die *Testbasis* und die darin enthaltenden Modelle sowie Informationen und Artefakte dienen als Grundlage für die Gestaltung der weiteren Aktivitäten.
- In der *Projektsteuerung* erfolgt die Zeit- und Ressourcenplanung sowie die Etablierung geeigneter Dokumentations- und Steuerungsmechanismen, welche einen erfolgreichen Abschluss des Testprojekts ermöglichen.

Alle drei Ergebnisse werden in den Testplan überführt, der über das gesamte Testprojekt als zentrales Dokument dient und kontinuierlich erweitert wird. In der Regel stellt der Testplan ein schriftliches Dokument dar, in kleineren Testprojekten werden jedoch auch abweichende Formate genutzt (vgl. ISO/IEC/IEEE 29119-1 2013, S. 10). Um die Ergebnisse über verschiedene Testprojekte hinweg miteinander vergleichen zu können, sollte der Testplan immer ähnlich aufgebaut und ausgestaltet werden.

## 5.3 Verfahrensphase 2: Analyse

### 5.3.1 Ziele der zweiten Verfahrensphase

Die Verfahrensphase „Analyse“ ist für das Testen der wahrgenommenen Qualität von Smart Services von besonderer Bedeutung, da sie eine notwendige Fokussierung der weiteren Testaktivitäten unterstützt. Smart Services stellen einen komplexen Entwicklungsgegenstand dar, der teilweise von unterschiedlichen Ökosystempartnern entwickelt und erbracht wird. Darüber hinaus erfolgt die Qualitätsbewertung vor dem Hintergrund von individuellen Bedürfnissen verschiedener Anspruchsgruppen in einem spezifischen Anwendungskontext. Diese Umstände führen dazu, dass aufgrund beschränkter Ressourcen und bestehender Effizienzziele nicht in jedem Testprojekt alle Aspekte gleichermaßen getestet werden können. Die zweite Verfahrensphase zielt daher auf eine systematische Untersuchung der Testbasis ab, um diese in Bezug auf die Anspruchsgruppen, relevanten Qualitätsmerkmale sowie Testobjekte weiter einzugrenzen und zu präzisieren. Damit stellt die zweite Verfahrensphase die Grundlage für eine effiziente und effektive Testgestaltung und -durchführung dar. Je nach Vorarbeiten im Entwicklungsprojekt oder vorangegangenen Testprojekten können diese Informationen bereits in entsprechender Form vorliegen und wurden bei der Erstellung der Testbasis bereits zusammengetragen. Die Verfahrensphase oder einzelne Aktivitäten in ihr können dann übersprungen werden.

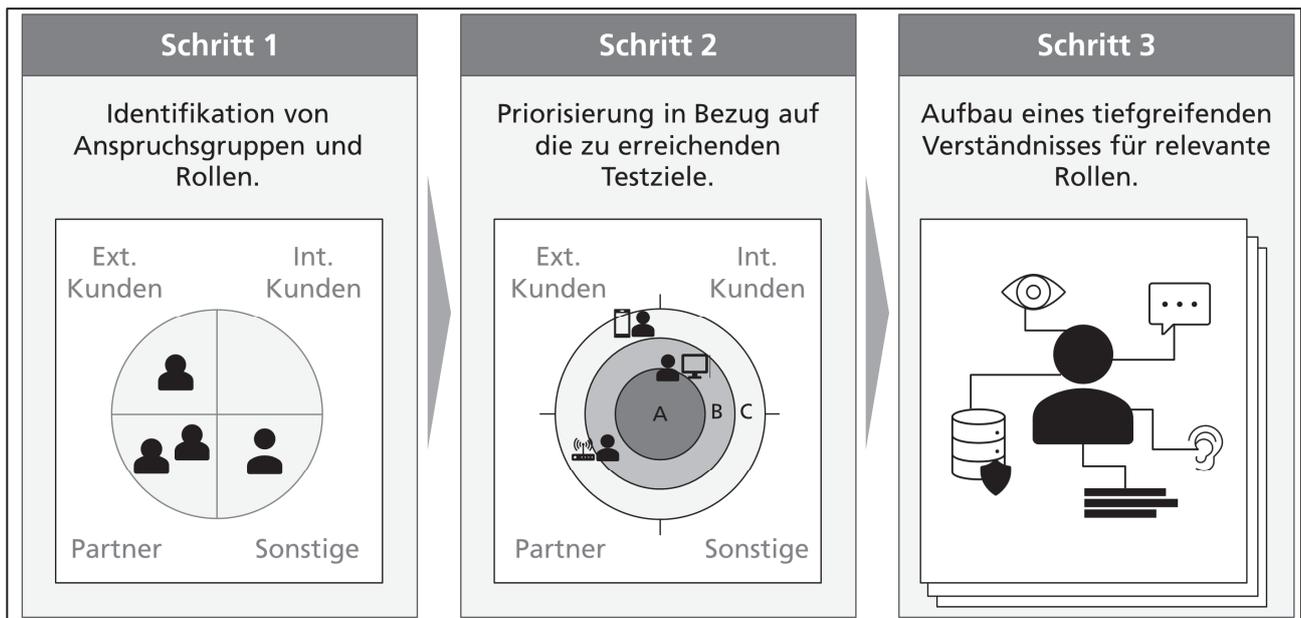
## 5.3.2 Aktivitäten und Techniken der Analyse

### 5.3.2.1 Anspruchsgruppen identifizieren

Unter einer Anspruchsgruppe versteht man eine Gruppe von Akteuren, die das Erreichen von Zielen beeinflussen kann oder von deren Folgen betroffen ist (vgl. Freeman 1984, S. 46). An der Entwicklung und Umsetzung von Smart Services können unterschiedliche Akteure beteiligt sein, die über spezifische Anforderungen verfügen und daher die Qualität aus unterschiedlichen Perspektiven wahrnehmen (vgl. Kapitel 2-3). Zum Beispiel hängt die Qualitätswahrnehmung von Smart Services, welche tiefgreifende Empfehlungen auf Basis von Daten generieren, vom subjektiven Bedürfnis nach Individualität der Leistungen und der individuellen Toleranzschwelle bezüglich Sicherheit, Privatsphäre und Kontrolle eines Nutzenden ab (vgl. Henkens et al. 2020). Nicht jede dieser Perspektiven ist für das Erreichen der festgelegten Testziele und für jedes Testobjekt gleichermaßen relevant.

Die erste Aktivität der Verfahrensphase dient zunächst der Identifikation von relevanten Anspruchsgruppen. Ein geeignetes Werkzeug zur übersichtlichen Strukturierung von Anspruchsgruppen und zur Bewertung ihrer Relevanz stellt das Stakeholder-Mapping dar (vgl. Stickdorn et al. 2018, S. 59). In einem ersten Schritt werden auf Grundlage der Testbasis alle Anspruchsgruppen identifiziert und aufgelistet, welche im Entwicklungsprojekt berücksichtigt wurden. Bei der Bezeichnung der Akteure ist darauf zu achten, dass die Benennung möglichst präzise erfolgt und sich an ihren Rollen in Bezug auf das Testobjekt bezieht. Dabei lassen sich vier grundsätzliche Typen von Anspruchsgruppen unterscheiden, welche bereits eine erste Strukturierung für die Auswahl ermöglichen (vgl. Abbildung 5-4): Die erste und besonders bedeutsame Kategorie umfasst externe Kunden. Neben unterschiedlichen Kundengruppen sind bei Geschäftskunden des Weiteren verschiedene Sub-Rollen zu unterscheiden. Neben Nutzenden selbst sind dort weitere Personen in unterschiedlichen Rollen, wie z. B. Einkäufer, Beeinflusser oder Entscheider, an der Kaufentscheidung beteiligt (vgl. Webster/Wind 1972, S. 17). Da diese Rollen mit unterschiedlichen Perspektiven und Anforderungen auf das Smart-Service-System blicken, ist diese Differenzierung bei einem Test der Qualitätswahrnehmung wichtig. Eine zweite Anspruchsgruppe stellen interne Kunden dar, welche z. B. als Mitarbeitende den Smart Service nutzen und deren Qualitätswahrnehmung der Leistungen auch die Bewertung durch externe Anspruchsgruppen beeinflusst (vgl. Heskett/Sasser 1994, S. 166).

In der Entwicklung kann darüber hinaus auch das Qualitätsbewertung von Partnern als dritte Anspruchsgruppe eine wichtige Grundlage für den Aufbau von stabilen und erfolgreichen Smart-Service-Ökosystemen darstellen (vgl. Anke et al. 2020a, S. 615). Daher sind auch Partner und ihre Rollen (z. B. Datenspezialisten oder kooperierende Dienstleister) und Zulieferer (z. B. von Infrastruktur oder Hardware) potenzielle Anspruchsgruppen des Testprojekts. Die vierte Kategorie umfasst Anspruchsgruppen, die nicht direkt an der Entwicklung oder Erbringung beteiligt sind, diese jedoch beeinflussen können und deren Qualitätsbewertung daher ebenfalls von Relevanz sein kann. Dazu zählen beispielsweise Akteure aus der Gesellschaft, der Politik oder der Gesetzgebung.



**Abbildung 5-4:** Priorisierung und Charakterisierung relevanter Anspruchsgruppen

Wurden die Anspruchsgruppen identifiziert und eine erste Charakterisierung vorgenommen, wird im zweiten Schritt ihre Bedeutung für das Testprojekt bewertet. Hierbei ist zu beachten, dass nicht die Bedeutung der Anspruchsgruppe in Bezug auf das Smart-Service-System, sondern bezüglich des Erreichens der formulierten Testziele für die ausgewählten Testobjekte bewertet wird. Hierfür gilt es einen testspezifischen Bezug der Anspruchsgruppen herzustellen und diese entlang ihres Einflusses oder ihres Anliegens zu priorisieren. Die Priorisierung erfolgt gemeinsam im Testteam und leitet sich aus jenen Informationen ab, die in der Testbasis zusammengetragen wurden. Aufgrund von Ressourcen- und Zeitbeschränkungen wird dabei meist eine Auswahl von Akteuren getroffen, die es im weiteren Testprojekt zu berücksichtigen gilt.

Im dritten Schritt heißt es, ein über die erste Kategorisierung hinausreichendes, tiefgreifenderes Verständnis für die relevanten Anspruchsgruppen und ihre Anforderungen aufzubauen. Dazu können die in der Testbasis vorliegenden Dokumente herangezogen werden. Üblich sind Personas oder Customer-Journey-Maps (vgl. Schallmo 2017, S. 83). Bei einer Persona handelt es sich um eine fiktive, aber spezifische und konkrete Repräsentation einer Anspruchsgruppe, die das Testteam dabei unterstützt, sich in ihre Situation und Anforderungslage hineinzusetzen (vgl. Pruitt/Adlin 2006, S. 11). Personas umfassen daher nicht nur soziodemografischen Angaben, sondern werden mithilfe von Bildern, Zitaten, typischen Verhaltensweisen oder Emotionen charakterisiert und erlebbar gemacht (vgl. Stickdorn/Schneider 2011, S. 178). Customer-Journey-Maps stellen eine aus Sicht der Anspruchsgruppe beschriebene, zeitlich geordnete Visualisierung von Aktivitäten und Interaktionen mit den verschiedenen Bestandteilen des Smart Services dar (vgl. Zomerdijk/Voss 2010, S. 74). Dabei können neben textuellen Beschreibungen auch Bilder zu den einzelnen Aktivitäten eingesetzt werden, um die Vorgehensweise zu verdeutlichen und das Hineinversetzen in den Testfall zu unterstützen. Oft werden auch Aktivitäten vor oder nach der Interaktion mit den relevanten Testobjekten in einer Customer Journey berücksichtigt, um den Anwendungskontext zu verdeutlichen (vgl. Lemon/Verhoef 2016, S. 77). Die Analyse von Beschreibungen und erstellten Entwicklungsdokumenten hilft dem Testteam dabei, die Hintergründe von Anforderungen einer Anspruchsgruppe zu verstehen und dadurch eine möglichst zielgerichtete Gestaltung des Tests durchführen zu können.

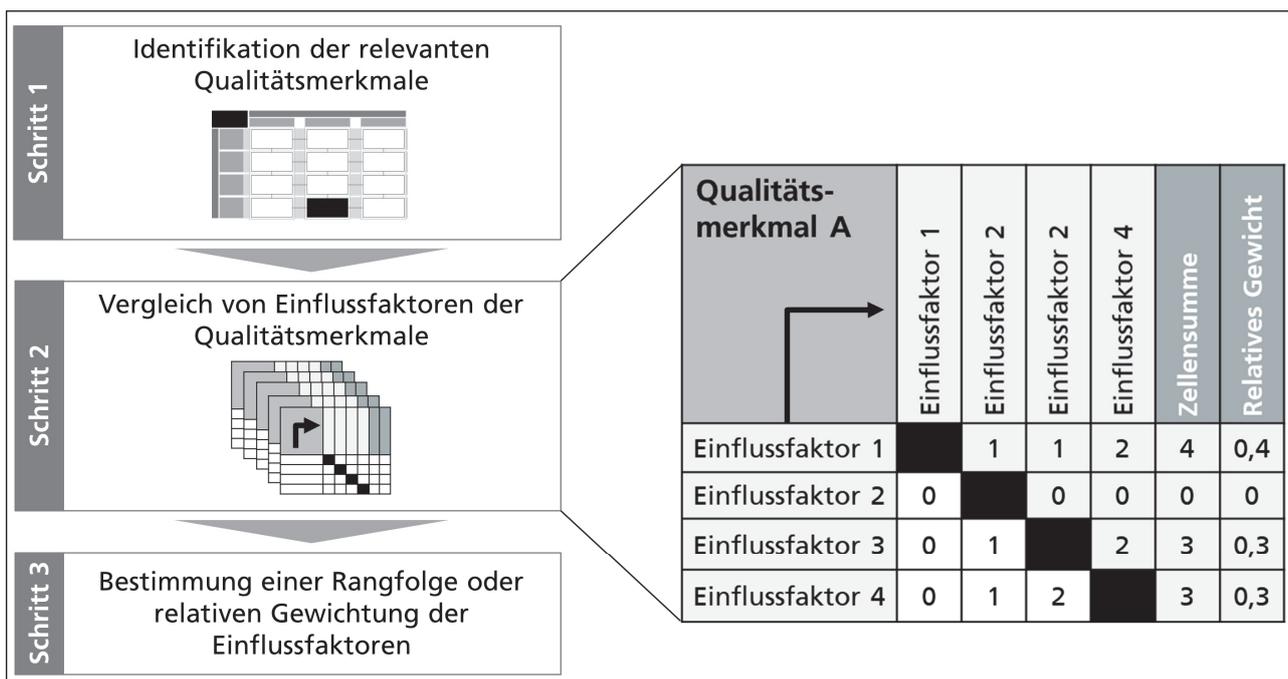
### 5.3.2.2 Qualitätsmerkmale auswählen

Die zweite Aktivität der Verfahrensphase dient dazu, eine einheitliche Bewertungsgrundlage für den Qualitätstest mit unterschiedlichen Anspruchsgruppen und über verschiedene Testobjekte hinweg herzustellen. Dazu erfolgt eine Überführung dokumentierter Anforderungen in das Rahmenkonzept der Smart-Service-Qualität sowie eine strukturierte Auswahl weiterer Qualitätsmerkmale. Die Analyse umfasst mehrere Schritte, welche sich auf verschiedene Ebenen des Rahmenkonzepts beziehen (vgl. Abb. 4-4). Zunächst werden im Rahmenkonzept diejenigen Bewertungsfelder ausgewählt, welche die festgelegten **Testobjekte** adressieren und für welche die Teilqualität (vgl. Ebene 1 in Abb. 4-4) bewertet werden soll. Für jede Teilqualität wird anschließend geprüft, welche zugeordneten Qualitätsmerkmale des Rahmenkonzepts einen direkten Bezug zu den spezifisch beschriebenen Testobjekten und den formulierten Testzielen aufweisen. Zielt der Test auf eine ganzheitliche Betrachtung der wahrgenommenen Qualität ab, erfolgt auf Ebene der Qualitätsmerkmale (vgl. Ebene 2 in Abb. 4-4) an dieser Stelle keine weitere Eingrenzung. Sind für das definierte Testziel nur einzelne Aspekte relevant (z. B. Interaktionsfreundlichkeit oder Vertrauenswürdigkeit) kann eine weitere Einschränkung über die Auswahl von Qualitätsmerkmalen vorgenommen werden.

Anschließend werden die dokumentierten Anforderungen der ausgewählten Anspruchsgruppen aus der Testbasis analysiert. Liegen Anforderungen ausreichend aktuell, vollständig und eindeutig formuliert vor, werden sie den Einflussfaktoren auf der dritten Ebene (vgl. Abb. 4-4) direkt zugeordnet. Einflussfaktoren repräsentieren einheitlich formulierte Anforderungen an Qualitätsmerkmale und dienen damit als Schnittstellen zwischen den Anforderungen einzelner Anspruchsgruppen und dem Rahmenkonzept. Die Überführung dient der Vereinheitlichung von Anforderungen aus unterschiedlichen Quellen und ermöglicht damit eine Vergleichbarkeit von Ergebnissen über verschiedene Anspruchsgruppen hinweg. Liegt keine oder eine lückenhafte Anforderungsdokumentation vor, ermöglicht das Rahmenkonzept zudem eine strukturierte Identifikation von stellvertretenden qualitätsbeeinflussenden Faktoren. Die systematische Analyse und Auswahl der Einflussfaktoren werden durch das Testteam vorgenommen. Als Entscheidungsgrundlage für die Auswahl können die in der vorangegangenen Aktivität analysierten Dokumente der Testbasis, wie z. B. Personas oder Customer-Journey-Maps (s. o.), herangezogen werden. Reichen die in der Testbasis enthaltenen Informationen nicht aus, werden weitere interne Experten, z. B. Mitarbeitende aus der Marktforschung oder Kundenkontaktmitarbeitende, als Wissensträger in den Auswahlprozess einbezogen (vgl. Jonas 2018, S. 51f.). Die Auswahl von weiteren Qualitätsmerkmalen erfolgt entlang der vordefinierten Einflussfaktoren des Rahmenkonzepts und wird anhand ihrer erwarteten Bedeutung für das Qualitätsurteil einer Anspruchsgruppe durchgeführt. Sowohl das Übertragen von dokumentierten Anforderungen als auch die Ergänzung von qualitätsbeeinflussenden Faktoren durch das Testteam tragen dazu bei, eine einheitliche und vollständige Bewertungsgrundlage für den Test der Qualität zu schaffen.

Schließlich kann eine Priorisierung der ausgewählten Einflussfaktoren oder Qualitätsmerkmale erfolgen. Auf welcher Ebene des Rahmenkonzepts die Priorisierung erfolgt, hängt vom Testziel, dem Umfang der betrachteten Qualitätsmerkmale und den verfügbaren Informationen ab. Nachfolgend wird die Durchführung entlang von Einflussfaktoren aufgezeigt. Ein gebräuchlicher Ansatz aus dem Service Engineering, der sich zur Berechnung relativer Gewichtungen bei komplexen Entscheidungen eignet, ist der Ansatz des **paarweisen Vergleichs** (vgl. Richter/Tschandl 2017, S. 165). Ziel ist es, die Komplexität einer Bewertung zu reduzieren, indem die Bewertung der Gesamtheit aller betrachteten Entscheidungselemente in eine Reihe von Bewertungen zwischen jeweils zwei Elementen zerlegt wird (vgl. Eversheim et al. 2006, S. 437). In einem ersten Schritt

werden dazu die ausgewählten qualitätsbeeinflussenden Faktoren eines Qualitätsmerkmals in eine quadratische Matrix überführt, in der jeder Einflussfaktor sowohl eine Spalte als auch eine Zeile repräsentiert (siehe Abbildung 5-5). Nun werden die Einflussfaktoren einer Zeile jeweils mit den in den Spalten abgetragenen Einflussfaktoren verglichen und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Anspruchsgruppe bewertet. Liegen bereits durch die Anspruchsgruppen gewichtete Anforderungen vor, sind diese bei der Bewertung zu berücksichtigen. Ist der Faktor der Zeile bedeutsamer als der Faktor der Spalte, wird der Punktwert „2“ eingetragen. Bei gleicher Bedeutung wird der Punktwert „1“ notiert und bei geringerer Bedeutung der Punktwert „0“. Die Bewertung erfolgt gemeinsam durch das Testteam und ggfs. den hinzugezogenen Experten, um eine ausgewogene Bewertung zu ermöglichen (vgl. Kim et al. 2016, S. 518).



**Abbildung 5-5:** Paarweiser Vergleich zur Gewichtung von Einflussfaktoren (Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Eversheim et al. 2006, S. 437)

Anschließend lassen sich die Punktbewertungen der Einflussfaktoren zeilenweise addieren. Die Zeilensummen können nun entweder dafür genutzt werden, eine Auswahl anhand der Rangfolge zu treffen, oder um eine relative Gewichtung der Faktoren zueinander zu berechnen. Dafür lässt sich für jeden Einflussfaktor durch Division der Zeilensumme durch den Gesamtwert der vergebenen Punkte ein relatives Gewicht errechnen, das Werte zwischen 0 und 1 annehmen kann. Zielt der Test z. B. auf einen Vergleich verschiedener Gestaltungsvarianten ab, ist dies über die Berechnung eines gewichteten Gesamtwerts der Qualität möglich. Der paarweise Vergleich kann dann ergänzend auch auf Ebene der Qualitätsmerkmale durchgeführt werden.

### 5.3.2.3 Testobjekte analysieren

In der abschließenden Aktivität der zweiten Verfahrensphase werden die ausgewählten Testobjekte näher analysiert und für den Testentwurf aufbereitet. Dabei lassen sich zwei unterschiedliche Analyseschwerpunkte unterscheiden. Zum einen gilt es, die Wiedergabetreue der Potenzialfaktoren, also der Testobjekte aus den Bewertungsfeldern 1, 4, 7 und 10 des Rahmenkonzepts (vgl. Abbildung 4-3), zu untersuchen. Dazu werden die in der Testbasis vorliegenden Dokumente,

Modelle und Prototypen für entsprechende Testobjekte näher betrachtet. In Anlehnung an LIM ET AL. lässt sich die Wiedergabetreue entlang der Dimensionen Erscheinung, Funktionalität und Interaktivität untersuchen (Lim et al. 2008, S. 7-11). Ziel der Untersuchung ist es, ein Verständnis dafür zu erhalten, in welcher Wiedergabetreue die ausgewählten Testobjekte den Anspruchsgruppen präsentiert werden können und welche Auswirkungen das auf den möglichen Detaillierungsgrad der Qualitätsbewertung hat. Das Ergebnis der Untersuchung kann entweder in einer Beschreibung der Wiedergabedimensionen oder durch die Vergabe von Bewertungspunkten formalisiert dokumentiert werden. REINEMANN ET AL. schlagen für die Bewertung der Wiedergabetreue von Modellen oder Prototypen beispielsweise die Vergabe von Punkten auf einer Rating-Skala von 1 bis 5 vor (vgl. Reinemann et al. 2019, S. 40). Der Wert 1 gibt dabei an, dass das Modell in einer Wiedergabedimension überhaupt nicht ausgestaltet ist, der Wert 5 entspricht dagegen einer vollständigen Ausgestaltung im Vergleich zum fertig entwickelten Testobjekt.

Zum anderen werden die Testobjekte hinsichtlich der geplante Anwendungsfälle näher untersucht. Zentrales Merkmal von Smart Services stellt die datenbasierte, situative Anpassung der Leistungsbestandteile dar, woraus sich eine große Anzahl potenzieller Leistungsvarianten ergibt. Bezieht sich ein Testziel nicht direkt auf eine bestimmte Leistungsvariante, ist es für den folgenden Testentwurf wichtig, geplante Anwendungssituationen zu verstehen und Leistungsvarianten auszuwählen, welche für die Qualitätsbewertung aus Sicht der Anspruchsgruppen eine wichtige Rolle spielen. Da Smart Services durch einen interaktiven Erbringungsprozess charakterisiert sind, eignet sich zur Auswahl geeigneter Leistungsvarianten insbesondere die Analyse von Interaktionssituationen anhand von Prozessdarstellungen aus der Testbasis.

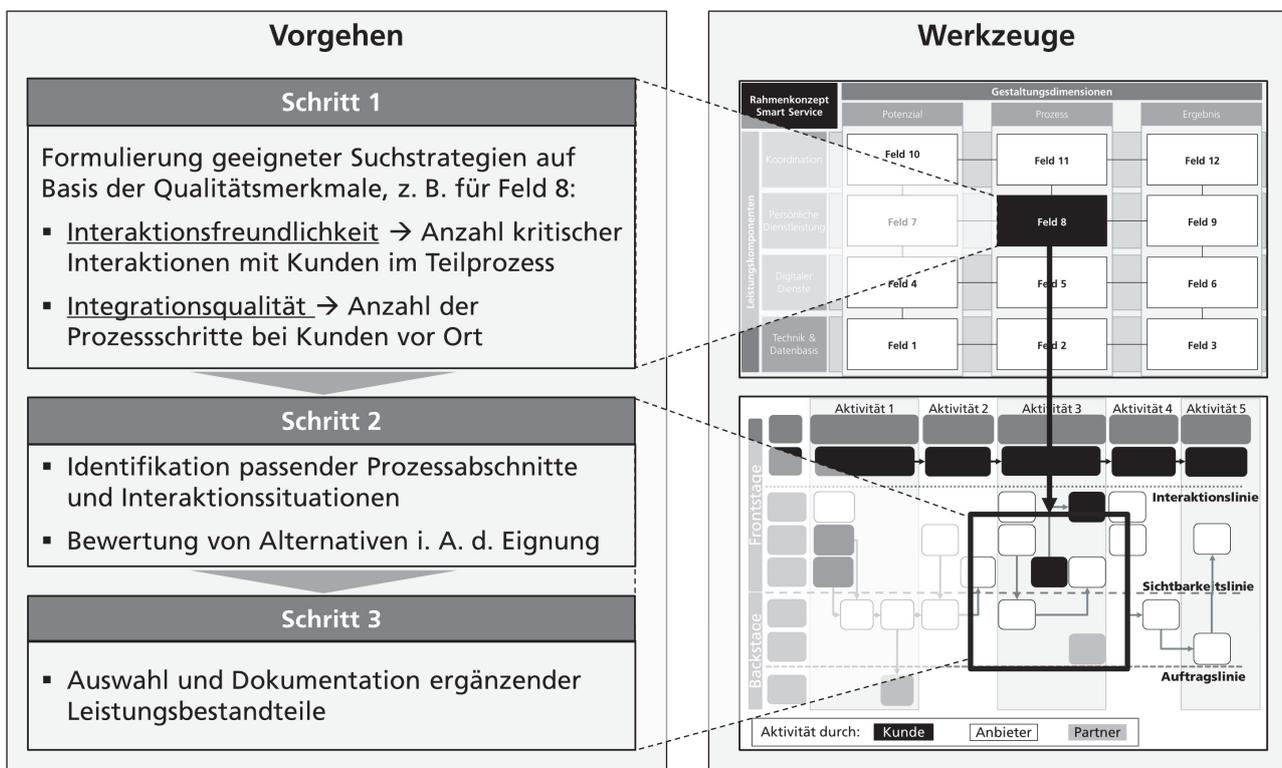
Eine wichtige Rolle dabei spielen die bereits mehrfach erwähnten Service Blueprints, welche als Prozessdarstellung den hohen Interaktionsgrad von Dienstleistungen berücksichtigen (vgl. Shostak 1982, S. 59). Ihre Darstellung erfolgt anhand von zwei Achsen: Die horizontale Achse gibt die zeitliche Abfolge aller Aktivitäten einer Leistungsvariante an. Auf der vertikalen Achse werden die Aktivitäten hinsichtlich ihres Erbringers (z. B. Kunden, Mitarbeitende oder Ökosystem-Partner), ihrer Wahrnehmbarkeit für die Anspruchsgruppe sowie der benötigten Ressourcen unterschieden und auf verschiedenen Leistungsebenen dargestellt (vgl. Bitner et al. 2008, S. 73). Dieses grundlegende Prinzip wurde im Zuge der zunehmenden Digitalisierung von Dienstleistungen zusätzlich auf die Interaktion der Nutzer mit Informationssystemen erweitert (vgl. Patricio et al. 2011, S. 190). Service Blueprints spielen daher auch bei der Entwicklung von Kombinationen aus digitalen Diensten und persönlichen Dienstleistungen – im Sinne von Smart Services – eine wesentliche Rolle (vgl. z. B. Borgmeier et al. 2017, S. 277, Lim/Kim 2018, S. 146 oder Rabe 2020, S. 100f.).

Um relevante Leistungsvarianten und Prozessabschnitte für den Testentwurf identifizieren zu können, werden drei Schritte durchgeführt (vgl. Abbildung 5-6). Zunächst gilt es, auf Basis der als relevant eingestuften Qualitätsmerkmale entsprechende Suchkriterien zu formulieren, anhand derer sich grundsätzlich geeignete Leistungsvarianten und Prozessabschnitte identifizieren lassen. So eignen sich beispielsweise Prozessabschnitte mit vielen Interaktionen zwischen unterschiedlichen Akteuren gut für eine Bewertung der Interaktionsqualität, oder Übergänge zwischen digitalen und persönlichen Leistungsprozessen zur Bewertung der Integrationsqualität. Für einen Vergleich von verschiedenen Leistungsvarianten eignen sich dagegen Prozessabschnitte, deren nutzer- und anbieterseitige Aktivitäten sich aus Sicht der Anspruchsgruppen wahrnehmbar voneinander unterscheiden.

Im zweiten Schritt erfolgt mit Hilfe der Suchkriterien eine Identifikation der grundsätzlich geeigneten Prozessabschnitte auf Basis einer Analyse der vorliegenden Service Blueprints. Die

Analyse wird gemeinsam von den Mitgliedern des Testteams durchgeführt, indem die einzelnen Erbringungsschritte gedanklich nachvollzogen werden. Um unter den identifizierten Prozessabschnitten diejenigen auszuwählen, welche sich für einen Test der relevanten Qualitätsmerkmale besonders gut eignen, kann zudem bereits an dieser Stelle eine Bewertung vorgenommen werden. Als Bewertungsgrundlage dienen die bereits als Suchkriterien verwendeten, objektivierbaren Metadaten des Prozesses (z. B. die Anzahl von Interaktionsschnittstellen zwischen Akteuren). Darüber hinaus können auch subjektive Einschätzungen des Testteams zur Eignung herangezogen werden.

Liegen mehrere grundsätzlich geeignete Prozessvarianten vor, welche im Hinblick auf ihre Relevanz für mehrere Qualitätsmerkmale bewertet werden sollen, kann zur Reduktion der Bewertungskomplexität die Methode der Nutzwertanalyse eingesetzt werden (vgl. Eversheim et al. 2006, S. 437). Hierbei wird durch das Testteam für jede Leistungsvariante eingeschätzt, wie gut sie geeignet ist, um jedes der relevanten Qualitätsmerkmale in einem Test zu adressieren. Die Bewertung kann zum Beispiel auf einer Skala von 0 (=vollkommen ungeeignet) bis 10 (=sehr gut geeignet) vorgenommen werden. Ggfs. kann der Bewertungswert zusätzlich mit der Gewichtung des jeweiligen Qualitätsmerkmals multipliziert werden (vgl. Abschnitt 5.3.2.2). Auf diese Weise wird zunächst der Nutzwert einer Leistungsvariante für jedes Kriterium errechnet. Je höher die Summe der Nutzwerte für eine Variante ist, desto besser ist die Variante zur Bewertung über alle priorisierten Qualitätsmerkmale hinweg geeignet. Sollen alle priorisierten Qualitätsmerkmale im Test durch eine geeignete Prozessvariante berücksichtigt werden, können spaltenweise für jedes Qualitätsmerkmal die Leistungsvarianten oder die Prozessabschnitte identifiziert werden, welche den höchsten Nutzwert besitzen und sich daher am besten zu deren Beurteilung eignen.



**Abbildung 5-6:** Vorgehen zur Identifikation geeigneter Prozessabschnitte für den Test

Für die ausgewählten Prozessabschnitte können anhand der Service Blueprints zudem ergänzende Leistungsbestandteile identifiziert und entsprechend der Logik aus Abbildung 5-3 beschrieben

werden. Obwohl diese Leistungsbestandteile zwar selbst keine Testobjekte darstellen und damit nicht der direkten Bewertung unterliegen, können sie z. B. die Anwendungsumgebung und den -kontext beeinflussen und sind somit bei der Qualitätsbewertung zu berücksichtigen. Die gemeinsame Darstellung von Aktivitäten und Ressourcen in den Service Blueprints fördert die Identifikation dieser ergänzenden Bestandteile.

### **5.3.3 Ergebnisse der zweiten Verfahrensphase**

Als Ergebnis der Analyse aller vorhandenen Elemente der Testbasis liegen zentrale Erkenntnisse für den Testentwurf in der nachfolgenden Verfahrensphase vor. Sie dienen als Grundlage für die Gestaltung von Testszenarien, die Konfiguration von Prototypen sowie die Spezifikation der Qualitätsbewertung. Zu den Ergebnissen zählen zum einen die Auswahl und charakterisierende Beschreibung von Anspruchsgruppen des Smart-Service-Ökosystems, welche für den Test berücksichtigt werden. Des Weiteren liegt mit den ausgewählten und gewichteten Qualitätsmerkmalen eine einheitliche und vollständige Grundlage für die Bewertung der Testobjekte vor. Darüber hinaus wurden Testobjekte sowie ihre geplanten Anwendungsprozesse untersucht und hinsichtlich ihrer Eignung für einen Test bewertet. Alle dabei gewonnenen Erkenntnisse werden als Zwischenergebnisse in den Testplan überführt.

## **5.4 Verfahrensphase 3: Entwurf**

### **5.4.1 Ziele der dritten Verfahrensphase**

Die dritte Verfahrensphase fokussiert die Ausgestaltung von einem oder mehreren Tests, welche zum Erreichen der festgelegten Testziele führen. Dabei sollen auf möglichst effiziente Weise aussagekräftige Erkenntnisse über die Qualitätswahrnehmung der Anspruchsgruppen in Bezug auf die Testobjekte generiert werden. Zur Zielerreichung werden drei Aktivitäten durchgeführt, die jeweils einen Hauptbestandteil des Tests ausmachen. Zunächst werden Testszenarien entwickelt, welche die zentralen Interaktionssituationen konkretisieren und zu konsistenten Bewertungssituationen zusammenführen. Darauf aufbauend wird die Testumgebung gestaltet, welche festlegt, wie die Testobjekte den Anspruchsgruppen präsentiert werden. Ziel der Gestaltung von Testszenarien und der Testumgebung ist es, die Testprobanden in eine der späteren Erbringung ähnelnde Situation zu versetzen und damit eine realistische Bewertung des Smart Service zu ermöglichen (Roth/Jonas 2018, S. 67f.). Die dritte Aktivität zielt auf die Gestaltung der Bewertung während des Testens ab, mit der möglichst aussagekräftige Erkenntnisse zu den Testobjekten generiert werden sollen. Die drei Testbestandteile stehen dabei in wechselseitigen Abhängigkeiten, weshalb die Aktivitäten parallel oder iterativ ausgeführt werden.

### **5.4.2 Aktivitäten und Techniken des Testentwurfs**

#### **5.4.2.1 Testszenarien gestalten**

Die Aktivität zielt auf die Entwicklung von Testszenarien ab, welche den Inhalt und Ablauf der Tests strukturieren und detailliert beschreiben. Zu den Bestandteilen eines Testszenarios zählen eine definierte Anspruchsgruppe, ein Anwendungskontext, eine Reihe von bewertbaren Interaktionssituationen sowie eine Zuordnung der adressierten Qualitätsaspekte und die geplante Form der Interaktion.

In einem ersten Schritt wird für jedes Testszenario die **Anspruchsgruppe** sowie ein für sie repräsentativer **Bewertungskontext** festgelegt und für die Testdurchführung aufbereitet. Grundlage dafür stellen die in Abschnitt 5.3.2.1 zusammengetragenen und ergänzten Informationen dar. Wichtig ist es zunächst, die zentralen Differenzierungsmerkmale der Anspruchsgruppe in Bezug auf die Qualitätsbewertung herauszuarbeiten, da sie später zur Auswahl von geeigneten Testprobanden herangezogen werden. Solche Merkmale sind zum Beispiel die Affinität für oder die bisherigen Erfahrungen mit der eingesetzten intelligenten Technik (vgl. Trautwein et al. 2021, S. 44). Da die Bewertung der wahrgenommenen Qualität immer vor dem Hintergrund einer bestimmten Anwendungssituation erfolgt, wird diese weiter detailliert. Hierfür können die Hintergründe und wesentlichen Ziele der Nutzung des Smart Services für die Anspruchsgruppe erläutert werden. So hängt die Bewertung der wahrgenommenen Qualität eines Smart Services zum Beispiel davon ab, ob es sich um eine Leistungserbringung im Regelbetrieb handelt oder um einen Ausnahmefall, der durch ein bestimmtes kritisches Ereignis ausgelöst wurde (z. B. Störung des vernetzten physischen Objekts). Die Beschreibung des Kontexts kann auch weitere Informationen, wie kulturelle oder soziale Einflüsse beinhalten, welche die Bewertung beeinflussen können (vgl. Akaka/Parry 2019, S. 470ff.). Durch die Beschreibung des Anwendungskontexts sollen die Testprobanden gedanklich und emotional in die Situation hineinversetzt werden, in der die Bewertung einer Interaktion mit dem Smart Service erfolgt. Um die zentralen Charakteristika der Anspruchsperson und des Anwendungskontextes für den Testprobanden aufzubereiten, eignen sich die in Abschnitt 5.3.2.1 beschriebenen Personas. Diese ermöglichen es den Testprobanden, eine bestimmte Rolle und Perspektive für die Bewertung einzunehmen, ohne alle vor- und nachgelagerten Schritte einer Interaktionssituation selbst durchlaufen zu haben (vgl. Feldmann/Cardoso 2015, S. 120).

Bei der Gestaltung eines Testszenarios nimmt die Auswahl und Gestaltung der **Interaktionssituationen** zwischen der Anspruchsgruppe und den ausgewählten Testobjekten eine besonders wichtige Rolle ein. Grundlage bilden auch hier die Erkenntnisse aus der Analyse und Auswahl von Prozessabschnitten und Leitungsvarianten mit Hilfe der Service Blueprints (vgl. Abschnitt 5.3.2.3). Um ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Erkenntnisinteresse und dem benötigten Testaufwand zu erhalten, werden die relevanten Prozessabschnitte und Leistungsvarianten jedoch nicht immer vollständig in Testszenarien überführt. Stattdessen werden einzelne Interaktionssituationen aus den Prozessabschnitten ausgewählt, angepasst und so zusammengesetzt, dass eine möglichst zielführende Bewertung der Qualitätsmerkmale möglich wird (vgl. Albers et al. 2016, S. 554). So entstehen Testszenarien, in welchen Probanden möglichst viele Qualitätsmerkmale gleichzeitig sinnvoll bewerten können. Um ein für Probanden übersichtliches und damit gut verarbeitbares Maß an betrachteten Testobjekten und Bewertungssituationen zu erreichen, sollten jedoch nicht zu viele Interaktionssituationen in einem Testszenario betrachtet werden (vgl. Wagner/Piller 2011, S. 117). Wichtig ist, dass die ausgewählten und modifizierten Interaktionen eine ausreichend realistische Situationen für die Anspruchsgruppe widerspiegeln und sich die Erkenntnisse aus der Bewertung von Testszenarien auf den realen Entwicklungsgegenstand übertragen lassen (vgl. Bruhn 2006, S. 237). Bei der Beschreibung von Testszenarien wird für jede Interaktion festgelegt, welche Qualitätsmerkmale durch sie adressiert werden sollen, um eine vollständige Abdeckung aller relevanten Aspekte zu gewährleisten. Darüber hinaus sollte aus den Testszenarien hervorgehen, welche Testobjekte und weitere Bestandteile des Smart Services in welcher Wiedergabetreue benötigt werden, um eine realistische Bewertungssituation und Verdeutlichung des Szenarios zu ermöglichen. Für die Darstellung der Interaktionsabfolgen eignen sich die in Kapitel 5.3.2 erwähnten Service Blueprints, da sie alle zentralen Bestandteile beinhalten.

Neben den Inhalten werden der Charakter und der Ablauf eines Testszenarios insbesondere durch die **Integrationsstiefe** der Testprobanden bei der Interaktion bestimmt. In Anlehnung an die genannten Methoden aus dem Usability-Engineering (vgl. Kapitel 2.3.2) lassen sich dabei zwei verschiedene Arten von Ansätzen unterscheiden: Auf der einen Seite existieren Ansätze mit einer niedrigen Integrationsstiefe, bei denen ein Mitarbeiter des Testteams die Probanden durch ein Testszenario führt (vgl. Usability Walkthrough). Der Mitarbeitende stellt dabei die zu bewertenden Testobjekte anhand der verfügbaren Dokumente und Modelle vor oder lässt diese unkommentiert wirken (vgl. Richter/Flückinger 2016, S. 109). Die Testprobanden nehmen hierbei also eine passive Rolle ein, was die Auswahl der bewertbaren Qualitätsmerkmale und die Bewertungstiefe entlang der Ebenen des Rahmenkonzepts deutlich einschränkt. So kann beispielsweise keine detaillierte Bewertung der Interaktionsfreundlichkeit erfolgen, wenn Testprobanden nicht aktiv mit den Testobjekten interagieren. Daher eignet sich diese Vorgehensweise eher für unvollständige und erklärungsbedürftige Testobjekte, um eine erste grobe Einschätzung hinsichtlich der Qualitätswahrnehmung zu erhalten. Außerdem kann auf diese Weise eine sehr zielgerichtete und aufwandsarme Bewertung von Qualitätsmerkmalen erfolgen, welche keine direkte Interaktion mit dem Testobjekt erfordern. Auf der anderen Seite stehen aufgabenbasierte Testszenarien, in welchen Testprobanden die beschriebenen Interaktionen mit den Testobjekten aktiv durchführen (vgl. Usability-Test). Durch aufgabenbasierte Testszenarien kann eine detailliertere Bewertung von Qualitätsmerkmalen vorgenommen werden. In Abhängigkeit des Erkenntnisinteresses kann die Interaktion dabei entweder durch Anweisungen eng gelenkt oder unter groben Vorgaben frei durchgeführt werden (z. B. zur Bewertung der Übersichtlichkeit eines Prozessablaufes) (vgl. Steinmeier 2013, S. 94). Notwendige Voraussetzung ist hierfür ein Entwicklungsstand der Testobjekte mit entsprechender Wiedergabetreue, der diese Interaktionen ermöglicht.

#### **5.4.2.2 Prototypen konfigurieren**

Die zweite Aktivität besteht darin, den Entwicklungsstand der Testobjekte so aufzubereiten, dass die gestalteten Testszenarien unter Einbezug der Anspruchsgruppen durchgeführt werden können. Hierfür werden aus den verfügbaren Dokumenten, Modellen und Artefakten des Zielsystems diejenigen ausgewählt und zusammengeführt, die eine möglichst erleb- und damit bewertbare Präsentation der Testobjekte für ein definiertes Testszenario ermöglichen. Für die Konfiguration liegen – abhängig von der Entwicklungsphase – Prototypen in unterschiedlichen Formen und Reifegraden vor. Diese reichen von konventionellen Prototypen, wie z. B. einfach verbalisierten oder visuell aufbereiteten Modellen, Zeichnungen oder entwickelten physischen Artefakten, bis hin zu immersiven Prototypen, welche durch Techniken der virtuellen oder erweiterten Realität eine interaktive Simulation der Erbringung des Smart Services ermöglichen (vgl. Abdel Razak et al. 2020, S. 27). Die Auswahl der Modelle über verschiedene Medien und Reifegrade hinweg und ihre Zusammenführung in einen für das Testszenario geeigneten, bewertbaren und gleichzeitig effizient umzusetzenden Prototyp ist eine äußerst komplexe Aufgabe und erfordert eine systematische Durchführung. Da die gestaltende Aufgabe der Entwicklung von Prototypen nicht Bestandteil dieser Dissertation ist, werden hier nur grundlegende Aktivitäten erläutert und für eine detaillierte Übersicht auf aktuelle Arbeiten von REINEMANN 2019, EXNER 2019 UND VAN HUSEN ET AL. 2020 verwiesen.

Im ersten Schritt werden die Anforderungen an die Wiedergabetreue der Testobjekte aus den entwickelten Testszenarien abgeleitet. Die Anforderungen ergeben sich dabei einerseits aus den für die Bewertung eines Testobjekts heranzuziehenden Qualitätsmerkmalen und andererseits aus der geplanten Integrationsstiefe von Testprobanden und den gewünschten Interaktionen im Testszenario. Die Anforderungen werden analog zur Bewertung der Testobjekte in der

Analysephase entweder verbal formuliert oder mit Punkten auf einer Skala von 1 bis 5 entlang der Dimensionen Erscheinung, Funktionalität und Interaktivität bewertet (vgl. Abschnitt 5.3.2.3). Im zweiten Schritt erfolgt ein Abgleich zwischen den formulierten Anforderungen eines Test szenarios und der bewerteten Wiedergabetreue von Modellen der Testobjekte als Ergebnis der Analysephase. Weichen die Anforderungen von der Wiedergabetreue der Testobjekte in einer oder mehreren Dimensionen ab, gilt es in einem dritten Schritt über das weitere Vorgehen zu entscheiden. Zum einen kann eine Anpassung seitens der Test szenarien erfolgen, indem entweder auf die Bewertung hinsichtlich bestimmter Qualitätsmerkmale verzichtet oder eine weniger interaktive Präsentation geplant wird. Diese Alternative wirkt sich allerdings negativ auf die erzielbaren Erkenntnisgüte und damit auf die Erfüllung der Testziele aus. Zum anderen kann im Rahmen des Tests eine Weiterentwicklung von Prototypen und damit des Entwicklungsgegenstandes angestoßen werden, bis die notwendige Wiedergabetreue zur Umsetzung der geplanten Test szenarien erfüllt ist. Diese Alternative wirkt sich auf die festgelegte Zeit- und Ressourcenplanung aus. Bei der Entscheidung sollte zwischen Effektivitäts- und Effizienzzielen abgewogen und die Gesamtheit der Test szenarien und Testobjekte berücksichtigt werden. Bei signifikanten Abweichungen vom Testkonzept oder Testplan, sollte die Entscheidung gemeinsam mit dem Entwicklungsteam bzw. dem Auftraggeber getroffen werden.

Einen Mittelweg zwischen einer testinduzierten Weiterentwicklung des Entwicklungsgegenstandes und der Anpassung von Test szenarien stellt die **Simulation von Testobjekten** dar. Bei der Erstellung von Prototypen zur Visualisierung der Testobjekte aus der Potenzialdimension des Smart Services (z. B. von physischen Artefakten oder des Servicescapes) können zum Beispiel digitale Modelle eingesetzt werden, die eine Durchführung der Test szenarien unter mäßigem Kosten- und Zeitaufwand ermöglichen (vgl. Bertsche/Bullinger 2007, S. 330). Um eine räumliche Sicht oder eine immersive Interaktion von Probanden mit den Testobjekten zu ermöglichen, können zudem Technologien der virtuellen oder erweiterten Realität eingesetzt werden (vgl. Spath et al. 2008, S. 366f.). Die Simulation ist aufgrund der Charakteristika von Smart Services, wie der datenbasierten Konfiguration der Leistungsbestandteile oder der interaktiven Prozessabläufe, nicht nur für die Präsentation von Potenzialfaktoren von Bedeutung. Vielmehr lassen sich viele der Qualitätsmerkmale, welche der Prozess- und der Ergebnisdimension des Rahmenkonzeptes zugeordnet werden, erst während oder nach der Inanspruchnahme des Leistungsbündels bewerten. Für die Präsentation der Testobjekte gilt es daher, den Erbringungsprozess entlang der beschriebenen Test szenarien zu simulieren. Einige Beispiele für die Simulation eines Smart Service werden nachfolgend entlang der Leistungsperspektive des Rahmenkonzeptes (vgl. Abb. 4-2) vorgestellt.

Zentrale Grundlage für die Erbringung von Smart Services stellt die Akquise von Daten mit Hilfe von **vernetzen physischen Objekten** dar. In frühen Entwicklungsphasen kann es hilfreich sein, die Datenakquisition mittels bestehender physischer Objekte und auf dem Markt erhältlichen Multi-Sensorgeräten zu simulieren und mit Probanden zu bewerten. Diese Geräte enthalten eine Vielzahl an Sensoren zur Erhebung generischer Parameter, wie Beschleunigung, Rotationsgeschwindigkeit, Akustik, Licht, Feuchtigkeit, Druck oder Temperatur. Zudem werden meist auch Komponenten zur Stromversorgung und Datenübertragung sowie Schnittstellen zu einfachen Entwicklungsumgebungen (sog. „Low-Code-Plattformen“) bereitgestellt. Die Kombination von Multi-Sensorgeräten mit bestehenden Produkten ermöglicht daher eine effiziente Simulation der Funktionen von vernetzten physischen Objekten. Obwohl sich die Technik im Hinblick auf Funktionalitäten, Messparameter, Messbereiche und Gestalt von reiferen Prototypen unterscheiden, können die Funktionsweise der Datensammlung und -visualisierung simuliert und eine entsprechende Bewertung durchgeführt werden (vgl. Hicking 2020, S. 71).

Auf der Ebene der **digitalen Dienste** kann zur Simulation der Adaptivität und Autonomie die Methode „Wizard of Oz“ herangezogen werden, um eine frühzeitige Qualitätsbewertung zu ermöglichen (vgl. Xu 2019, S. 46). Bei dieser Methode wird dem Testprobanden vorgetäuscht, er würde mit einem funktionsfähigen Prototyp des Systems interagieren (vgl. Kelley 1984, S. 27). Stattdessen übernimmt jedoch ein Mitglied des Testteams – der sogenannte „Wizard“ – die Interaktionsanteile oder Aufgaben des Systems und ermöglicht so eine Simulation von datenbasierten Reaktionen und Anpassungen. Dieser Ansatz kann kombiniert werden mit frei verfügbaren Algorithmen-Rahmenkonzepten (z. B. mit vortrainierten neuronalen Netzen zur Bilderkennung), um das intelligente und lernende Verhalten von Smart Services zu simulieren (vgl. Malsattar 2019, S. 1084).

Um bei **persönlichen Dienstleistungen** das Verhalten von Mitarbeitenden im Rahmen des Tests für Probanden erlebbar zu machen, eignet sich beispielsweise der Ansatz des Service Theaters (vgl. Grove/Fisk 1992b, S. 457). Dabei spielen professionelle Schauspieler oder Mitglieder des Testteams in vordefinierten Rollen mit Probanden verschiedene Interaktionssituationen durch (vgl. Spath et al. 2013, S. 194). Gemeinsam mit den bereits genannten Möglichkeiten der virtuellen Realität zur Simulation der Erbringungsumgebung ermöglicht die Methode des Service Theaters eine Bewertung der persönlich erbrachten Leistungsbestandteile (vgl. Burger/Meiren 2010, S. 624).

Eine Simulationsmöglichkeit auf der **Koordinationssebene** zur Bewertung der Zusammenarbeit und Umsetzung von Geschäftsmodellen in einem Smart-Service-Ökosystem stellen „Business-Wargames“ dar (vgl. Bullinger et al. 2017b, S. 136). Dabei handelt es sich um eine dynamische Simulation von Handlungen und Reaktionen zwischen Ökosystempartnern bei der Umsetzung von Smart Services in verschiedenen Anwendungsszenarien und bei Auftreten bestimmter Ereignisse. Im Rahmen der Simulation werden Interdependenzen und Synallagmen zwischen den Partnern berücksichtigt, um Risiken und Regeln der kollaborativen Werterzeugung erlebbar zu machen.

Die Konfiguration der Prototypen erfolgt also in Abhängigkeit der beschriebenen Testszenarien und der verfügbaren Modelle der Testobjekte. Im abschließenden Schritt der Aktivität nimmt das Team eine Bewertung der Konfiguration vor, um zu prüfen, ob sie zentrale Voraussetzungen erfüllt (vgl. Bruhn 2006, S. 236f.). Dazu gehört die Frage, ob die Konfiguration alle relevanten Testobjekte, welche für die Qualitätsbewertung notwendig sind, vollständig abbildet. Die Präsentation der Testobjekte muss dabei derart erfolgen, dass Erkenntnisse aus der Durchführung des Testszenarios valide sind, sich also auf den realen Entwicklungsgegenstand übertragen lassen. Darüber hinaus muss die Konfiguration einen ausreichenden Grad der Wiedergabetreue erreichen, um eine Bewertung der Qualitätsmerkmale zu ermöglichen.

### 5.4.2.3 Qualitätsbewertung spezifizieren

In der dritten Aktivität der Verfahrensphase wird die Bewertung für die Testszenarien operationalisiert. Ziel ist es, die Bewertungsgrundlage so zu gestalten, dass möglichst aussagekräftige Erkenntnisse generiert werden. Im Fokus des hier vorgestellten Verfahrens steht dabei eine Befragung von Anspruchsgruppen zu ihrer Einschätzung über Testobjekte, welche ihnen präsentiert werden. Grundlage für die Befragung stellt das in Kapitel 4 entwickelte Rahmenkonzept der wahrgenommenen Smart-Service-Qualität dar, welches nun für die einzelnen Testszenarien ausgelegt wird.

Im ersten Schritt werden die Befragungsinhalte für die jeweiligen Testszenarien weiter präzisiert. Eine erste Eingrenzung ist bereits in der Analysephase durch die Auswahl von Testobjekten, ihre Zuordnung zu den Bewertungsfeldern sowie durch die Identifikation relevanter Qualitätsmerkmale erfolgt. Nun gilt es festzulegen, auf welcher Ebene der Rahmenkonzepts die Bewertung erfolgen soll (vgl. Abb. 4-4). Konkret stellt sich die Frage, welche Einflussfaktoren (Ebene 3) und welche Qualitätskriterien (Ebene 4) für die Bewertung der Testobjekte ausgewählt werden. Grundlegend für diese Entscheidung sind zum einen die Testziele und das darin definierte Erkenntnisinteresse. Zum anderen hängt die Entscheidung jedoch auch von der Wiedergabetreue der Prototypen ab, welche die Möglichkeiten festlegen, Aspekte eines Testobjekts in einem bestimmten Detailgrad bewerten zu können. Der Zusammenhang zwischen Testzielen, der Wiedergabetreue von Prototypen und dem Einsatz des Rahmenkonzepts wird in Abbildung 5-7 verdeutlicht.

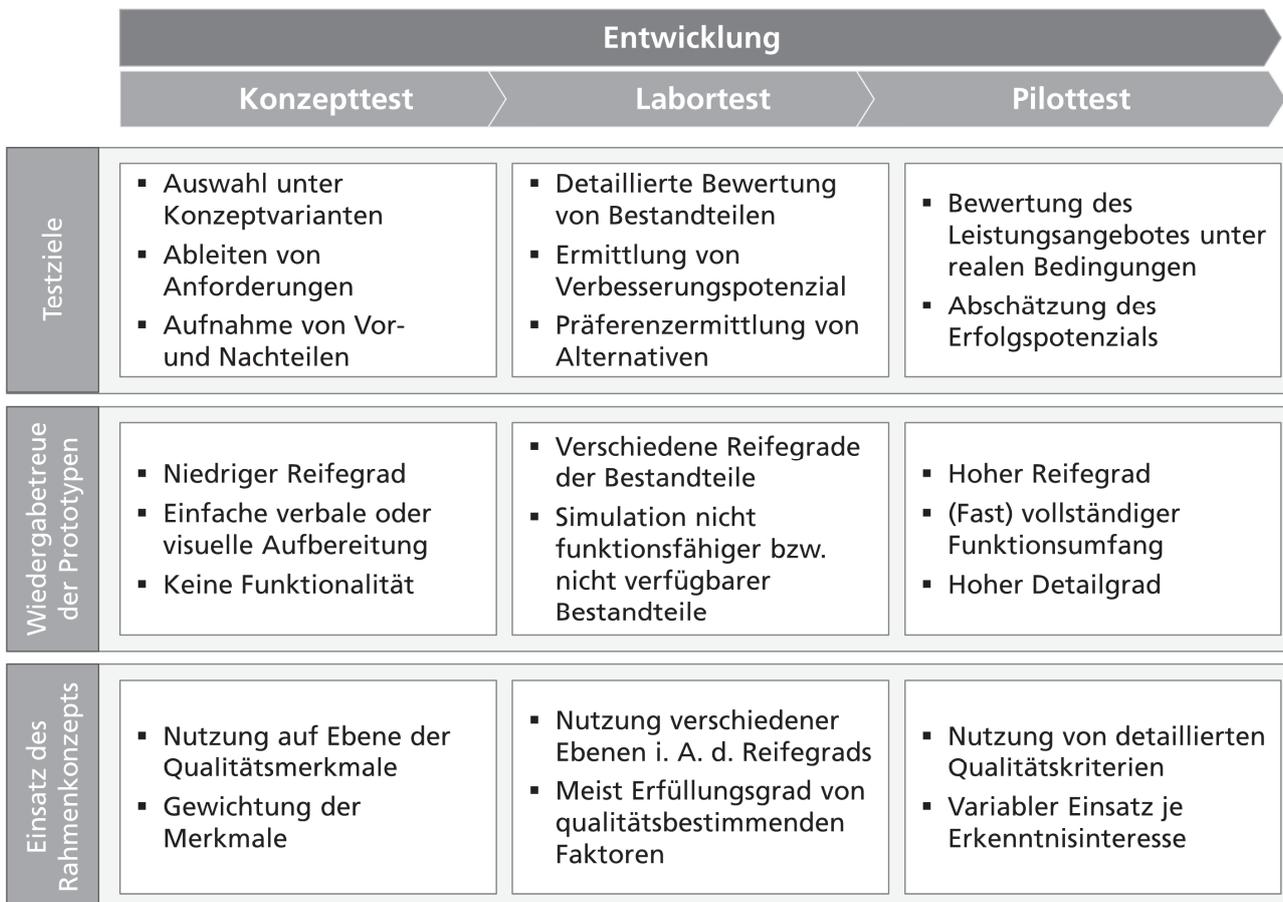


Abbildung 5-7: Zusammenhang zwischen wesentlichen Bestandteilen und Testarten

Bei einem Konzepttest in sehr frühen Entwicklungsphasen, in welchen die Wiedergabetreue der Prototypen noch niedrig ist, können beispielsweise unterschiedliche Konzepte eines Smart Service auf Ebene der Qualitätsmerkmale miteinander verglichen oder eine strukturierte Anforderungserhebung durchgeführt werden. Darüber hinaus können auch Informationen zu den Gewichten der einzelnen Qualitätsmerkmale aufgenommen werden.

Befinden sich ein oder mehrere Leistungsbestandteile bereits in einer fortgeschritteneren Entwicklungsphase, kann das Rahmenkonzept genutzt werden, um Verbesserungspotenziale zu identifizieren, eine detaillierte Bewertung der Bestandteile vorzunehmen oder Präferenzen für verschiedene Leistungsvarianten zu erheben. In Abhängigkeit von der Wiedergabetreue der Prototypen kommen hierbei unterschiedliche Ebenen des Rahmenkonzepts zum Einsatz. Für Testobjekte, die für die Anspruchsgruppen gut erlebbar sind, kann eine Bewertung auf Ebene der Bewertungskriterien erfolgen. Für Prototypen, deren Wiedergabetreue hierfür noch nicht ausreichend ist, kann eine Bewertung entlang der Einflussfaktoren erste Erkenntnisse generieren oder es kann eine entsprechende Simulation im Labor vorgenommen werden.

Steht ein Smart Service oder einer seiner Leistungsbestandteile unmittelbar vor der Markteinführung, sollte die Befragung auf Ebene der Bewertungskriterien erfolgen, um anhand von detaillierten Erkenntnissen über die Freigabe entscheiden und das Erfolgspotenzial abschätzen zu können. Hierbei kann eine pilothafte Einführung unter realen Anwendungsbedingungen erfolgen, um Testprobanden die nötige Erfahrung zur Bewertung zu ermöglichen.

Werden innerhalb eines Testprojekts mehrere unterschiedliche Testziele verfolgt, muss über die Anpassung des Rahmenkonzepts entlang der Ebenen für jedes Testszenario einzeln entschieden werden. Eine detaillierte Befragung ist jedoch auch mit einer großen Anzahl an Bewertungskriterien und daher einem dementsprechenden zeitlichen Aufwand der Bewertung mit Testprobanden verbunden. Folglich muss für eine effiziente Testdurchführung abgewogen werden, ob in einem Testszenario eher eine breitere Betrachtung entlang vieler Qualitätsmerkmale oder eine tiefergreifende Betrachtung entlang vieler Kriterien zu einem bestimmten Qualitätsmerkmal fokussiert werden soll. Steht die Betrachtungsebene im Rahmenkonzept fest, werden anschließend die für das Testszenario relevanten qualitätsbeeinflussenden Faktoren oder Bewertungskriterien ausgewählt. Da nicht alle Einflussfaktoren und Bewertungskriterien für das Testziel relevant sind, werden im Nachfolgenden nur diejenigen betrachtet, die einen direkten Beitrag zum Erkenntnisinteresse leisten können. Die Auswahl sollte gemeinsam von mehreren Mitgliedern des Testteams getroffen werden.

Wurden die Bewertungsfelder und die Betrachtungsebene definiert, wird im zweiten Schritt der Operationalisierung die **Befragungsart** festgelegt. Grundsätzlich ermöglicht das Rahmenkonzept eine Befragung sowohl mit offenen als auch mit geschlossenen Fragen (vgl. Porst 2014, S. 53). Auch hier erfolgt die Auswahl entlang der Erkenntnisinteressen: Geschlossene Fragen eignen sich insbesondere bei summativen Testzielen, bei denen ein aggregierter Qualitätswert berechnet werden soll, um Leistungsvarianten zu vergleichen oder die Freigabe für eine nachfolgende Entwicklungsstufe zu erreichen. Im Rahmenkonzept können als geschlossene Fragen die Bewertungskriterien herangezogen werden, welche Testprobanden hinsichtlich ihrer Zustimmung bewerten können (vgl. Tabelle 4-1 bis 4-12). Dazu kommt die in Kapitel 4 beschriebene fünfstufige Likert-Skala zum Einsatz, auf welchen Probanden die Qualitätswahrnehmung mit einem Punktwert zwischen 1 bis 5 bewerten. Dieses Vorgehen hat folgende Vorteile: eine einfache Bewertung mit geringem Aufwand, eine gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse und die Möglichkeit, mathematische Operationen bei der Datenauswertung durchführen zu können (vgl. Homburg 2017, S. 81). Der Nachteil einer Bewertung entlang von vordefinierten Antworten liegt darin, dass weder neue

Anforderungen oder Ideen identifiziert noch Hintergründe der Bewertungen erfragt werden können. Stehen solche formativen Aspekte im Vordergrund, eignen sich offene Fragestellungen besser zum Erreichen der Testziele (vgl. Züll/Menold 2014, S. 714). Die Probanden äußern sich individuell bei der Beantwortung von offenen Fragen zu den verschiedenen Aspekten, wobei sich auch hier eine Strukturierung entlang des Rahmenkonzepts anbietet, um im Nachgang eine systematische Auswertung zu ermöglichen. Eine Möglichkeit, die Vorteile beider Fragetypen miteinander zu verbinden, stellen kombinierte Fragen dar, bei denen der Proband die Bewertung auf Ebene der Kriterien vornimmt und sich im Anschluss auf Ebene der Einflussfaktoren oder Qualitätsmerkmalen nochmals zu den Gründen für seine Bewertung äußern kann.

In beiden Fällen müssen die generisch formulierten Inhalte des Rahmenkonzepts jedoch noch an den Kontext der Bewertung angepasst werden. Dabei ist es wichtig, eine einheitliche Sprache zu finden, damit das Testteam und der Testproband die Bedeutung der Fragen in gleicher Weise interpretieren und valide Bewertungsergebnisse ermöglicht werden (vgl. Reinecke 2014, S. 603). So sollte bei der Bezeichnung einerseits ein klarer Bezug zum Testobjekt bestehen und andererseits die anzunehmenden Vorkenntnisse sowie domänenspezifischen Begriffe berücksichtigt werden. Eine beispielhafte Konkretisierung entlang der Fragenkombination und der Anpassung der generischen Bewertungskriterien für das Anwendungsbeispiel „Condition Monitoring“ ist in Abbildung 5-8 dargestellt.

Bitte bewerten Sie, inwiefern die folgenden Aussagen zum Condition Monitoring zutreffen:	Trifft gar nicht zu				Trifft voll zu
Durch die Zustandsinformationen kann ich den Zeitpunkt für Wartungen besser planen.	1	2	3	4	5
Durch das Condition Monitoring erhalte ich neuartige Einsichten über die Wirkweise der Maschine.	1	2	3	4	5

**Abbildung 5-8:** Beispielhafte Operationalisierung der Bewertungskriterien von Feld 12

Im dritten Schritt der Operationalisierung wird der Zeitpunkt der Befragung festgelegt, wobei Fragen vor, während oder nach der Durchführung von Interaktionssituationen gestellt werden können (vgl. Barnum 2020, S. 222ff.). Zur Identifikation generischer Erkenntnisse, z. B. der generellen Einstellung eines Probanden zur intelligenten Technik unabhängig des Testobjekts, können Fragen vor dem Testszenario gestellt werden. Fragen während oder kurz nach einer einzelnen Interaktionssituation ermöglichen eine spontane Bewertung mit konkretem Bezug zu einer bestimmten Situation. Befragungen nach der Durchführung der Interaktionen eines Testszenarios ermöglichen dagegen eine reflektierte Bewertung des Smart Services oder die vergleichende Identifikation zentraler Stärken und Schwächen aus der Perspektive eines Testprobanden.

Eine Möglichkeit, ergänzende Bewertungsinformationen zu erhalten, stellen indirekte Daten dar, welche sich aus dem beobachtbaren Verhalten oder den nicht direkt erfragten Aussagen eines Testprobanden während der Durchführung ableiten lassen. Die Erhebung dieser Daten sollte vorab geplant werden, um eine strukturierte Dokumentation zu begünstigen. Je nach Ort kann die Durchführung auch gefilmt werden, um im Anschluss weitere Meta-Daten der Testdurchführung zu dokumentieren, wie z. B. die Dauer der Durchführung von aufgabenbasierten Testszenarien oder die Anzahl der Fehlversuche bei einer freien Interaktion mit dem Testobjekt. Bei der Nutzung von

funktionsfähiger, intelligenter Technik können Meta-Daten beispielsweise auch mithilfe der integrierten Sensorik gesammelt und anschließend aufbereitet werden, wodurch die Prototypen selbst zu Wissensträgern bei der Bewertung werden (vgl. Exner 2019, S. 115). Durch den Einsatz von Smart Glasses können beispielsweise Blickbewegungen nachvollzogen oder mit Hilfe von Wearables die Herzfrequenz als Maß für die Erregung gemessen werden (vgl. Neuhüttler et al. 2019b). Damit werden die subjektiven Qualitätsurteile der Probanden durch objektivierbare Nutzungsdaten ergänzt, die eine ganzheitlichere Interpretation und Validierung der Ergebnisse unterstützen.

### **5.4.3 Ergebnisse der dritten Verfahrensphase**

Das Ergebnis der Verfahrensphase stellt einen vollständigen, in sich stimmig gestalteten Testentwurf dar. Dieser besteht aus drei wesentlichen Bestandteilen, die in parallel oder iterativ durchgeführten Aktivitäten erstellt wurden: Den ersten Bestandteil stellen die beschriebenen Testszenarien dar. Diese umfassen eine detaillierte Beschreibung der Anspruchsgruppe und des Anwendungskontexts sowie eine repräsentative Abfolge von Interaktionen der Anspruchsgruppe mit den Testobjekten und der dabei zu bewertenden Qualitätsmerkmale. Darüber hinaus definieren Testszenarien bestimmte Anforderungen an die Wiedergabebetreue der Testobjekte, indem sie den Integrationsgrad der Anspruchsgruppe in den Test festlegen. Der zweite Bestandteil beschreibt die Auswahl und Konfiguration der virtuellen und physischen Prototypen sowie weiterer, zu simulierender Leistungsbestandteile des Smart Services, die den Testprobanden zur Qualitätsbewertung präsentiert werden. Als dritter Bestandteil entsteht ein spezifisches Bewertungskonzept für die Durchführung der Testszenarien, welches die Befragungsinhalte, die Frageform sowie den Zeitpunkt der Befragung definiert und operationalisiert. Der modulare und konfigurierbare Aufbau des Rahmenkonzepts ermöglicht es dabei, Testobjekte mit unterschiedlicher Wiedergabebetreue gemeinsam in einem strukturierten Rahmenkonzept zu bewerten und den Detailgrad an das Erkenntnisinteresse anzupassen. So können die Anzahl der durchzuführenden Testszenarien geringgehalten und eine effiziente und zugleich effektive Durchführung sichergestellt werden. Alle relevanten Dokumente zur Beschreibung des Testentwurfs werden in den Testbericht zur Dokumentation überführt und mit den geplanten Meilensteinen abgeglichen.

## **5.5 Verfahrensphase 4: Durchführung**

### **5.5.1 Ziele der vierten Verfahrensphase**

Die bisherigen Testphasen galten der Vorbereitung der Verfahrensphase „Durchführung“. Diese zielt nun darauf ab, den Testentwurf zu realisieren und mit der Umsetzung der Testszenarien und der Befragung der Testprobanden möglichst valide Erkenntnisse im Hinblick auf die Qualitätswahrnehmung zu erreichen. Hierfür gilt es zunächst, den Testentwurf zu realisieren, also alle organisatorischen und vorbereitenden Maßnahmen für die Umsetzung auszuführen. Anschließend wird der Test durchgeführt, indem den Probanden die konfigurierten Prototypen der Testobjekte präsentiert und ihre Qualitätswahrnehmungen strukturiert abgefragt werden. In der dritten und abschließenden Aktivität werden die gewonnenen Testergebnisse für die anschließende Interpretation und Ableitung von Handlungsempfehlungen aufbereitet.

## 5.5.2 Aktivitäten und Techniken der Durchführung

### 5.5.2.1 Testentwurf realisieren

Die erste Aktivität der Verfahrensphase umfasst alle Maßnahmen, welche zur Vorbereitung und Umsetzung des entworfenen Tests durchzuführen sind. In einem ersten Schritt werden Testprobanden gesucht, welche die beschriebenen Anspruchsgruppen bestmöglich repräsentieren. Bei dieser Aufgabe sollte möglichst sorgfältig vorgegangen werden, da die Validität der Testergebnisse wesentlich davon abhängt, wie gut sich die Testprobanden in den Anwendungskontext der Anspruchsgruppen eindenken können und deren zentrale Anforderungen an das Testobjekt teilen (vgl. Steinmeier 2013, S. 92). Bei der Auswahl werden die in den Testszenarien beschriebenen, differenzierenden Merkmale, wie z. B. vorhandene Erfahrungswerte im Umgang mit dem Testobjekt, zur Unterstützung herangezogen. Findet der Test im Rahmen einer Entwicklung von völlig neuartigen Smart Services statt, sollte bei der Auswahl zudem darauf geachtet werden, dass die Probanden offen für innovative Konzepte sind und ihre Anforderungen nicht ausschließlich aus bestehenden Lösungsansätzen ableiten (vgl. Franke et al. 2006, S. 302). Welche Anzahl an geeigneten Testprobanden bei der Bewertung notwendig ist, hängt von mehreren Faktoren ab. Zum einen legen die definierten Testziele und der benötigte Grad an Vollständigkeit der Ergebnisse den Mindestwert benötigter Probanden fest. Zum anderen wird die maximale Anzahl von Probanden durch die verfügbaren Ressourcen oder durch Zugriffsmöglichkeiten auf vertrauensvolle und repräsentative Testprobanden limitiert (vgl. Jonas 2018, S. 161). Die Suche nach geeigneten Testprobanden sollte mit einem ausreichenden zeitlichen Vorlauf zur Durchführung erfolgen, da es sich oftmals um eine zeitaufwändige, schwer steuerbare Aufgabe handelt, von deren Erfolg jedoch das Erreichen der Testziele abhängt.

Darüber hinaus werden Rollen und Aufgaben der Testdurchführung auf die Mitglieder des Testteams aufgeteilt. Zu den typischen Rollen gehören ein Moderator, der die Probanden möglichst neutral durch den Testablauf führt, ein Protokollierender, der für die vollständige und verständliche Dokumentation verantwortlich ist, sowie Fachexperten, die einen störungsfreien Ablauf und Einsatz der Smart-Service-Prototypen sowie den Einsatz der Testtechnik ermöglichen (vgl. Barnum 2020, S. 205ff.). Darüber hinaus können weitere Personen, etwa aus dem Entwicklungsteam, zur Testdurchführung eingeladen werden, welche als passive Teilnehmer den Testablauf beobachten. Dies kann dabei helfen, dem Entwicklungsteam eine korrekte Durchführung des Tests nachzuweisen und unerwünschte Ergebnisse glaubwürdig zu kommunizieren.

In einem weiteren Schritt wird das Testumfeld festgelegt und der Aufbau der konfigurierten Prototypen realisiert. Neben organisatorischen Maßnahmen, wie z. B. dem Sicherstellen der Verfügbarkeit von Räumlichkeiten und einem angemessenen Beobachtungs- und Testequipment, stehen hierbei auch vorbereitende Maßnahmen der Simulationen im Vordergrund. Ziel ist es hierbei, die entworfenen Interaktionssituationen der Testprobanden mit den Testobjekten zu ermöglichen und die geplante Qualitätsbewertung durchführbar zu machen. Mit Ausnahme der Testobjekte sollte die Testumgebung möglichst neutral und frei von Ablenkungen gestaltet sein. Für simulierte Bestandteile des Smart Service wird zudem ein Vortest durchgeführt, um die Funktionsfähigkeit sicherzustellen. Darüber hinaus gilt es, alle weiteren Materialien, welche für die Testdurchführung benötigt werden, vorzubereiten. Dazu zählen einerseits die beschreibenden Dokumente der Testszenarien (z. B. Personas oder Testing Blueprints als Ablaufskripte), sowie die zur Befragung eingesetzten Fragebögen und die Dokumentationsbögen zur systematischen Ergänzung von Beobachtungen. Darüber hinaus werden organisatorische Dokumente, wie

beispielsweise Geheimhaltungsvereinbarungen oder Datennutzungseinwilligungen, erstellt (vgl. Rubin/Chisnell 2008, S. 153).

### 5.5.2.2 Test durchführen

Die Durchführung der Testszenarien erfolgt mit jedem Testprobanden einzeln, um eine gegenseitige Beeinflussung der Testprobanden bei der Bewertung auszuschließen. Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, werden dabei alle Schritte in gleicher Reihenfolge und unter Bereitstellung der gleichen Informationen ausgeführt. Eine wichtige Aufgabe bei der Durchführung ist es, eine offene Atmosphäre zu schaffen, welche Probanden zu einer ehrlichen und verzerrungsfreien Bewertung ihrer Qualitätswahrnehmung ermutigt (vgl. Sarodnick/Brau 2016, S. 240). Die Durchführung beginnt damit, dass sich die teilnehmenden Mitglieder des Testteams und der Testproband gegenseitig kurz vorstellen. Dabei kann überprüft werden, ob der Proband die notwendigen Merkmale erfüllt und der Test fortgesetzt werden kann. Anschließend wird dem Probanden der Ablauf und die allgemeinen Rahmenbedingungen des Tests erläutert. Hierbei ist es wichtig, die Rolle des und die Erwartungen an den Testproband herauszustellen und ihm zu verdeutlichen, welche Merkmale bewertet werden sollen. Darüber hinaus werden die Fragebögen ausgehändigt. Im Anschluss daran werden dem Testproband die zu bewertenden Testobjekte und die Testszenarien vorgestellt. Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, werden alle Testprobanden mit gleichen Informationen versorgt und eine einheitliche Wissensbasis für die Bewertung geschaffen. Darüber hinaus sollte der Testproband genug Zeit erhalten, sich mit der eingesetzten Test- oder Simulationstechnik (z. B. Wearables oder virtueller Realität) vertraut zu machen, damit die positive oder negative Einstellung zum Medium nicht auf die Bewertung der Testobjekte übertragen wird und diese verzerrt (vgl. Reinemann et al. 2019, S. 46). Zudem ist sicherzustellen, dass der Testproband alle relevanten Aspekte vollständig verstanden hat und sich in der Lage fühlt, eine Bewertung der vorgestellten Testobjekte in den Interaktionen vorzunehmen.

Nach der Einführung startet die Durchführung der entworfenen Testszenarien, also der geplanten Interaktionen zwischen Testobjekten und Testprobanden. Die Befragung wird anhand des spezifizierten Bewertungskonzepts vorgenommen. Dabei sollten Testprobanden zu keinem Zeitpunkt gewollt oder ungewollt abgelenkt oder beeinflusst werden. Der Moderator hat die Aufgabe, die Testszenarien neutral vorzustellen und die Befragung zu leiten, ohne erwünschte Antworten oder eigene Wertungen implizit oder explizit zu kommunizieren. Während der Bewertung stellt der Protokollierende sicher, dass alle direkten oder indirekten Bewertungsdaten eindeutig verstanden sowie vollständig und korrekt dokumentiert werden. Weiterhin ist er für die spätere Zuordnung aller zusätzlich erhobenen Daten (z. B. durch Beobachtungen oder Daten der vernetzten physischen Objekte) zur entsprechenden Bewertungssituation verantwortlich. Hierzu zählt auch die Zuordnung der vorab festgelegten Meta-Daten des Tests.

Zum Abschluss der Durchführung eines Testszenarios wird dem Testproband die Möglichkeit eingeräumt, allgemeine Fragen zu stellen, beziehungsweise sich über das weitere Vorgehen und den Umgang mit den gewonnenen Erkenntnissen zu informieren. Nach Abschluss des Tests erhalten auch der bis hierhin neutrale Moderierende und die passiven Beobachtenden die Möglichkeit, die bestehende Dokumentation um ihre Erkenntnisse und Beobachtungen zu ergänzen. Die genannten Aktivitäten werden mit den weiteren eingeladenen Testprobanden wiederholt. In einem letzten Schritt werden alle gewonnenen Daten auf Vollständigkeit, Klarheit und Eindeutigkeit geprüft und für die weiteren Aktivitäten gespeichert.

### 5.5.2.3 Ergebnisse aufbereiten

Während des Tests werden unterschiedliche Datentypen erhoben. Dazu zählen einerseits die mithilfe der Fragebögen erzeugten quantitativen und qualitativen Daten. Darüber hinaus wurden mit Beobachtungen und ggfs. dem Einsatz intelligenter Objekte weitere Daten zur Qualitätsbewertung indirekt erhoben. Um in der kommenden Verfahrensphase Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen für den Entwicklungsgegenstand ableiten zu können, werden die erhobenen Daten in der dritten Aktivität strukturiert aufbereitet.

Im ersten Schritt werden dazu die Befragungsdaten, welche mit geschlossenen Fragen und Likert-Skalen erhoben wurden, adressiert. Durch das quasi-metrische Skalenniveau können verschiedene mathematische Operationen durchgeführt werden, um die Daten zu aggregieren und übersichtlich aufzubereiten. Dies ist insbesondere bei einer größeren Anzahl von Testprobanden und Einzelbewertungen erforderlich. Aber auch bei einer kleineren Stichprobe können einfache Kenngrößen der deskriptiven Statistik zur Übersichtlichkeit beitragen. Um diese zu berechnen, werden zunächst die Bewertungen der Probanden auf der zur Erhebung herangezogenen Ebene des Rahmenkonzepts aggregiert, wobei das arithmetische Mittel oder bei einzelnen, stark abweichenden Bewertungen der Median berechnet wird.

In Abhängigkeit der formulierten Testziele und des Erkenntnisinteresses ist eine Aggregation der einzelnen Bewertungen von Probanden nicht aussagekräftig genug. Daher gilt es, die Bewertungen zu verdichten und zu einer höheren Betrachtungsebene des Rahmenkonzepts zu aggregieren (vgl. Abb. 4-4). Um von den auf einer fünfstufigen Likert-Skala bewerteten Kriterien die Bewertung eines Einflussfaktors zu erhalten, lässt sich der Mittelwert berechnen. Unter der Annahme, dass alle ausgewählten Kriterien dieselbe Relevanz aufweisen, kann dazu Formel 5-1 angewendet werden. Da die Einflussfaktoren Anforderungen repräsentieren, die Qualitätsmerkmale aus Sicht der Kunden erfüllen sollten, ergibt der aggregierte Wert einen Überblick über den Erfüllungsgrad.

**Formel 5-1:** Berechnung einer Kennzahl für Einflussfaktoren der Qualitätswahrnehmung

$$EF_j = \frac{1}{a_j} \sum_{i=1}^{a_j} QK_{ji}$$

Dabei gilt:  $QK_{ji}: QK_{ji} \in \{1, \dots, 5\} \forall i = \{1, \dots, a_j\}; a_j \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$

Variablen:

$EF_j$  = Einflussfaktor j

$QK_{ji}$  = Qualitätskriterium i des Einflussfaktors j

$a_j$  = Anzahl der Qualitätskriterien für Einflussfaktor j

Um die aggregierten Werte der Einflussfaktoren zu einem Wert auf Ebene eines Qualitätsmerkmals zu verdichten, kann ebenfalls der Mittelwert berechnet werden. Wurden die einzelnen Einflussfaktoren in der Analysephase mit dem paarweisen Vergleich gewichtet, gilt es, diese relativen Gewichte zu berücksichtigen (Formel 5-2). Die aggregierten Werte für ein Qualitätsmerkmal können beispielsweise für verschiedene Testobjekte verglichen werden, um zu Hinweisen auf strukturelle Zusammenhänge zu gelangen.

**Formel 5-2:** Berechnung der Kennzahl für Qualitätsmerkmale

$$QM_k = \sum_{j=1}^{b_k} EF_{kj} * w_{kj} \quad \text{mit} \quad \sum_{j=1}^{b_k} w_{kj} = 1 \quad ; \quad w_{kj} \in [0,1]$$

Dabei gilt:  $EF_{kj}: EF_{kj} \in [1, \dots, 5]; j = \{1, \dots, b_k\}; b_k \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$

Variablen:

$QM_k$  = Qualitätsmerkmal k

$EF_{kj}$  = Einflussfaktor j des Qualitätsmerkmals k

$w_{kj}$  = Gewichtung des Einflussfaktors j für das Qualitätsmerkmal k

$b_k$  = Anzahl der Einflussfaktoren des Qualitätsmerkmals k

Um den Wert für die Teilqualitäten von den Testobjekten in den zwölf Bewertungsfeldern des Rahmenkonzepts zu ermitteln, kann das gewichtete arithmetische Mittel der Qualitätsmerkmale berechnet werden. Wurden in der Analysephase auch für die Qualitätsmerkmale relative Gewichte berechnet, so sind diese hierbei ebenfalls zu berücksichtigen. Für die Auswahl zwischen unterschiedlichen Gestaltungsvarianten können die Teilqualitäten der betrachteten Testobjekte beispielsweise einen Überblick über die Stärken und Schwächen der jeweiligen Varianten bereitstellen und bei der Auswahl unterstützen. Für die Berechnung der Teilqualität kann Formel 5-3 angewendet werden.

**Formel 5-3:** Berechnung der Teilqualität für ein Bewertungsfeld

$$TQ_l = \sum_{k=1}^{c_l} QM_{lk} * v_{lk} \quad \text{mit} \quad \sum_{k=1}^{c_l} v_{lk} = 1 \quad ; \quad v_{lk} \in [0,1]$$

Dabei gilt:  $QM_{lk}: QM_{lk} \in [1:5]; k = \{1, \dots, c_l\}; c_l \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$

Variablen:

$TQ_l$  = Teilqualität l

$QM_{lk}$  = Qualitätsmerkmal k der Teilqualität l

$v_{lk}$  = Relatives Gewicht des Qualitätsmerkmals k für die Teilqualität l

$c_l$  = Anzahl der Qualitätsmerkmale der Teilqualität l

Darüber hinaus können auch noch weitere Verdichtungen, wie die Berechnung eines Gesamtwerts der Qualitätswahrnehmung, vorgenommen werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass dem vorgestellten Rahmenkonzept ein kompensatorisches Multiattributmodell zugrunde liegt. In diesem wird angenommen, dass die niedrige Bewertung eines Testobjekts durch die hohe Bewertung eines anderen Testobjekts ausgeglichen werden kann. Mit der Aggregation auf höhere Ebenen steigt damit die Wahrscheinlichkeit, dass einzelne problematische Leistungsbestandteile nicht identifiziert werden. Daher wird von weiteren Aggregationsstufen über die Berechnung von Teilqualitäten hinaus an dieser Stelle abgesehen. Stattdessen empfiehlt es sich, die Ergebnisse auf verschiedenen

Betrachtungsebenen zu analysieren. So können aggregierte Werte für einen Überblick und Vergleich herangezogen und für die sich anschließende Ableitung von Verbesserungsvorschlägen eine weitere Eingrenzung, etwa anhand einzelner Kriterien oder Einflussfaktoren mit schlechten Bewertungen, vorgenommen werden. Die Wahl der geeigneten Betrachtungsebene ist somit auch eng mit der Möglichkeit zur Ableitung von operationalisierbaren Ansätzen zur Verbesserung der Qualität verbunden.

Neben der Berechnung von aggregierten Bewertungswerten für Testobjekte können weitere Gruppierungen für die Ergebnisinterpretation sinnvoll sein. Durch den Vergleich von Teilqualitäten auf Ebene der Bewertungsfelder des Rahmenkonzepts lassen sich beispielsweise strukturelle Zusammenhänge aufdecken und entsprechende Maßnahmen für eine qualitätsorientierte Entwicklung weiterer Smart Services ableiten. Darüber hinaus können die vorliegenden Bewertungen zu den Leistungen von verschiedenen Ökosystem-Partnern oder einzelnen internen Entwicklungsabteilungen gruppiert werden, um weiterführende Erkenntnisse zu erhalten. Solche Erkenntnisse sind beispielsweise für ein Unternehmen in der Rolle eines Smart-Service-Plattformbetreibers interessant, da er die Auswahl der Partner und die Sicherung einer durchgängig hohen Qualität aller Leistungsbestandteile zur Aufgabe hat (vgl. Bullinger et al. 2017a, S. 106).

Im zweiten Schritt gilt es, die beiden Aktivitäten der Aggregation und Gruppierung auch für die qualitativ erhobenen Daten der Befragung oder der Beobachtungen durchzuführen. Die dokumentierten Aussagen der Testprobanden lassen sich zum Beispiel zu verschiedenen thematischen Kategorien, welche sich aus den Testzielen ableiten, zuordnen und verdichten (vgl. Kuckartz et al. 2008, S. 36). Die Zuordnung kann einerseits dabei helfen, Erkenntnisse aus den quantitativen Daten durch die verbalen Aussagen der Anspruchsgruppe nachvollziehbar zu verdeutlichen. Zum anderen lässt sich auch die Anzahl der Nennungen unterschiedlicher Probanden je Kategorie quantifizieren und damit ihre Bedeutung für die Ergebnisinterpretation herausstellen.

Im dritten Schritt werden zudem auch die indirekt erhobenen Daten aufbereitet, welche für die Interpretation der direkt erhobenen Daten gesammelt wurden. Entsprechend gilt es, die Meta-Daten zu strukturieren. Dabei kommt der Zuweisung der Meta-Daten zu den einzelnen Betrachtungseinheiten, wie Testprobanden, Testobjekte oder auch Testszenarien eine wichtige Bedeutung zu, um die Rückverfolgbarkeit der Testergebnisse sicherzustellen (vgl. Spillner/Linz 2019, S. 45). Dies gilt in besonderem Maße für Daten, die mit integrierter Sensorik von vernetzten physischen Objekten gesammelt wurden.

### **5.5.3 Ergebnisse der vierten Verfahrensphase**

Als Ergebnis der Verfahrensphase liegen qualitative und quantitative Daten zur Qualitätswahrnehmung vor, die im Rahmen des Tests erhoben wurden. Zur Erhebung der Daten wurde die Bewertung vorbereitet, in dem Testprobanden gesucht und ausgewählt wurden. Des Weiteren wurden die zu präsentierenden Prototypen der Testobjekte aufbereitet und die Bewertung entlang der Spezifikationen aus dem Testentwurf durchgeführt. Um in der abschließenden Verfahrensphase eine effektive und effiziente Interpretation der Daten zu ermöglichen, wurden die quantitativen Daten in Abhängigkeit vom Erkenntnisinteresse und der Möglichkeit, operationalisierbare Handlungsempfehlungen abzuleiten, stufenweise aggregiert. Darüber hinaus wurden auch die qualitativen Ergebnisse und die Meta-Daten des Tests den entsprechenden Gruppierungen zugewiesen. Die Ergebnisauswertung wird dem Testbericht hinzugefügt.

## **5.6 Verfahrensphase 5: Abschluss**

### **5.6.1 Ziele der fünften Verfahrensphase**

Die Verfahrensphase „Abschluss“ dient dazu, die aufbereiteten Daten aus den Testergebnissen zusammenzuführen und daraus Erkenntnisse im Hinblick auf das Testziel abzuleiten. Aufbauend auf den Erkenntnissen lassen sich zudem konkrete Handlungsempfehlungen und Maßnahmen für das Entwicklungsprojekt formulieren, welche auf eine verbesserte Qualitätswahrnehmung der Anspruchsgruppen des Smart Service abzielen. Ein weiteres Ziel stellt die Nutzung der gesammelten Erfahrungen aus dem Testprojekt für weitere Iterationen oder nachfolgende Testprojekte dar. Abschließend wird der Testabschlussbericht erstellt, der dem Entwicklungsprojekt alle relevanten Erkenntnisse des Testens der Qualitätswahrnehmung in übersichtlicher Form präsentiert.

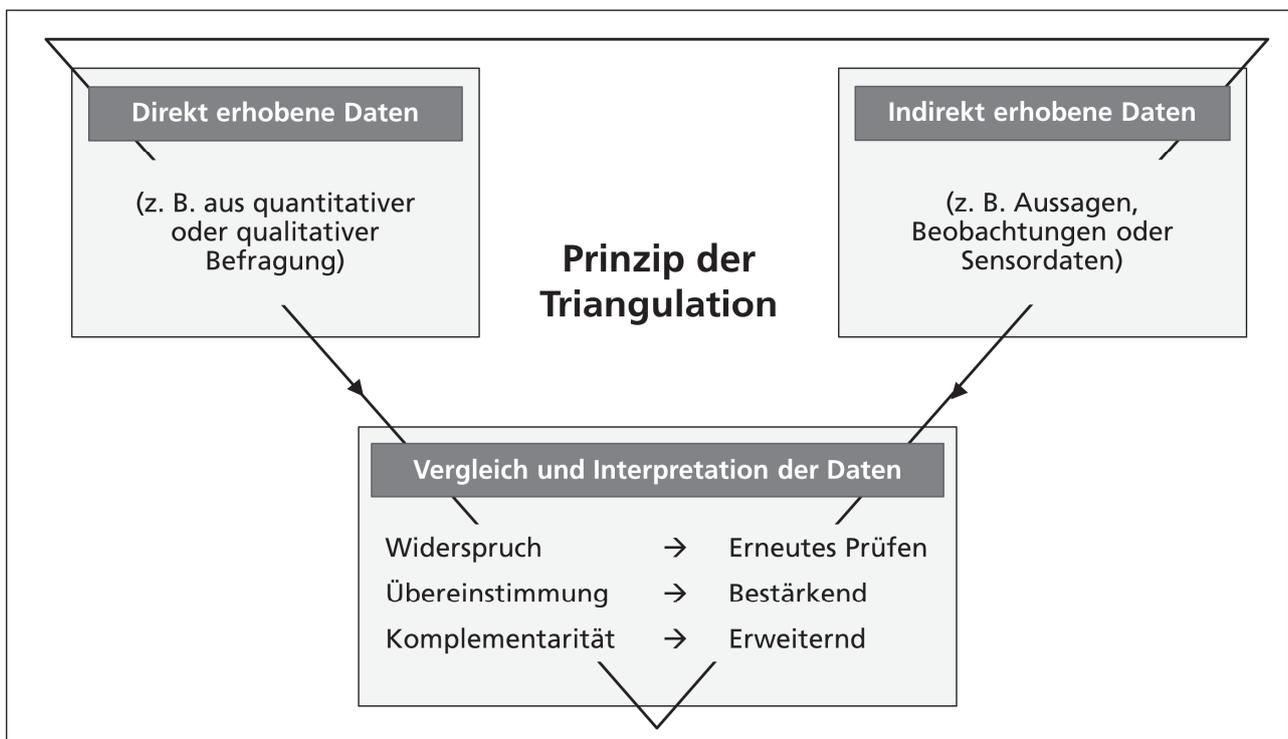
### **5.6.2 Aktivitäten und Techniken des Abschlusses**

#### **5.6.2.1 Ergebnisse interpretieren**

Als erste Aktivität der Verfahrensphase werden die aufbereiteten Ergebnisse des Tests strukturiert analysiert und im Hinblick auf die festgelegten Testziele interpretiert. Den zentralen Ausgangspunkt der Analyse bilden die direkt erhobenen Bewertungsdaten, welche im vorangegangenen Schritt aufbereitet wurden. Daraus lassen sich erste Aussagen zum Erreichen der vorgegebenen Testendekriterien, wie zum Beispiel eines vorab definierten Qualitätsgrenzwertes, oder zum Handlungsbedarf bei schlechten Qualitätskennzahlen einzelner Testobjekte treffen. Um ein besseres Verständnis für die Hintergründe der Bewertung zu erhalten, Anforderungen zu identifizieren und konkrete Handlungsempfehlungen abzuleiten, werden die bisher getrennt betrachteten Bewertungsdaten nun zusammengeführt und miteinander abgeglichen. Die gemeinsame Betrachtung dient einerseits dazu, die Aussagekraft von einzelnen Erkenntnissen zu prüfen. Ein grundlegendes Problem vieler Testprojekte stellt die aufwandsbedingt geringe Zahl einbezogener Testprobanden dar, auf deren Bewertungen Maßnahmen abgeleitet werden, welche mit einem hohen Ressourceneinsatz für das Entwicklungsprojekt verbunden sind. Daher gilt es zu prüfen, ob die Erkenntnisse valide sind, also eine repräsentative Bewertung für die jeweilige Anspruchsgruppe darstellen. Andererseits gestaltet es sich oftmals schwierig, aus einer einzelnen Datenquelle relevante Erkenntnisse abzuleiten. So kann die deskriptive Statistik der quantifizierbaren Daten zwar auf Tendenzen hinweisen, diese gilt es aber sinnvoll zu interpretieren und weiter auszuführen.

Ein für die Interpretation geeigneter Ansatz stellt die Triangulation dar, bei der eine Erkenntnis immer von mindestens zwei Standpunkten aus betrachtet wird. Die unterschiedlichen Standpunkte können sich dabei entweder auf Methoden, Daten oder auch beobachtende Personen beziehen (vgl. Flick 2014, S. 418). Für die Ergebnisinterpretation werden einerseits die qualitativen und quantitativen Daten aus der direkten Bewertung und andererseits die indirekt erhobenen Daten der Beobachtung oder sensorbasierten Daten herangezogen. In der gemeinsamen Betrachtung lassen sich die Erkenntnisse auf eine Übereinstimmung, Komplementarität oder Widersprüchlichkeit hin überprüfen (vgl. Greene/McCintock 1985, S. 523). Als einfaches Beispiel kann eine positive Bewertung des qualitätsbeeinflussenden Faktors „Emotionaler Zusatznutzen“ (Bewertungsfeld 12 des Rahmenkonzepts) mit den beobachtbaren Emotionen eines Testprobanden abgeglichen und die Glaubwürdigkeit der Bewertung überprüft werden. Sind keine offensichtlichen Gegensätze erkennbar, kann die Erkenntnis als glaubhaft eingeschätzt und bestärkt werden (vgl. Grove/Fisk

1992a, S. 223). Werden beim Abgleich von Erkenntnissen Widersprüchlichkeiten aufgedeckt, sollten diese einer genaueren Analyse unterzogen und gegebenenfalls durch Rückfrage bei den Testprobanden aufgelöst werden. Ein weiteres Anwendungsbeispiel stellen besonders gute oder schlechte Bewertungen durch einzelne Testprobanden im Sinne von stark vom Mittelwert abweichende Bewertungen dar, welche durch den Abgleich von Daten besser eingeordnet werden können. Hinterfragt werden sollte hierbei, ob es sich um ein relevantes Problem, eine ungewollte Verzerrung der Bewertung oder um einen echten Repräsentanten der Anspruchsgruppe handelt, bevor darauf aufbauend Maßnahmen abgeleitet werden. Da es sich bei der Triangulation um ein recht aufwändiges Verfahren handelt, wird diese nur bestimmten Fragestellungen durchgeführt. Hierzu zählen beispielsweise besonders schlechte Bewertungen eines Testobjekts, auf deren Basis weitere Entwicklungsmaßnahmen empfohlen werden. Das Prinzip der Triangulation kann Abbildung 5-9 entnommen werden.



**Abbildung 5-9:** Grundprinzip der Triangulation und potenzielle Ergebnisse

Die Zusammenführung von komplementären Erkenntnissen kann dem Testteam zudem dabei helfen, ein ganzheitlicheres Verständnis für die Qualitätswahrnehmung zu entwickeln, auf deren Basis sich präzisere Handlungsempfehlungen und konkrete Maßnahmen für die Verbesserung ableiten lassen. Die Triangulation startet meist mit den Ergebnissen der direkten quantitativen Bewertungen und reichert die daraus gezogenen Erkenntnisse mit den Daten der qualitativen Begründungen und Meta-Daten an (z. B. Beobachtungen, Sensordaten oder Äußerungen von Probanden).

Wurden die Ergebnisse und die Hintergründe interpretiert, lassen sich Empfehlungen und Erkenntnisse für weitere Entwicklungsschritte und -aktivitäten ableiten. In Abhängigkeit des Testziels und des Erkenntnisinteresses können zum Beispiel folgende generischen Informationen an das Entwicklungsteam kommuniziert werden:

- Empfehlungen über die Auswahl einer bestimmten Leistungsvariante anhand der gewichteten, aggregierten Qualitätskennzahlen.
- Freigabe von Leistungsbestandteilen für nachfolgende Entwicklungszyklen anhand der aggregierten Qualitätswerte.
- Vergleichender Überblick über Stärken und Schwächen verschiedener Varianten anhand der Bewertungen auf Ebene der Qualitätsmerkmale.
- Präzise formulierte Verbesserungsmaßnahmen für besonders schlecht bewertete Testobjekte anhand der Ergebnisse von Einzelindikatoren.
- Zusätzlich identifizierte Anforderungen an das Testobjekt, welche in das Zielsystem überführt werden können.

Dabei sollte dem Entwicklungsteam der Zusammenhang zwischen Bewertungsergebnissen, den Testobjekten und ihren Eigenschaften sowie den mit den Handlungsempfehlung beabsichtigten Wirkungen aufgezeigt und begründet werden. Darüber hinaus sollten die Empfehlungen eindeutig und vollständig formuliert und umsetzbar sein. Sofern möglich, kann das Testteam zudem eine Priorisierung der formulierten Empfehlungen vornehmen.

### 5.6.2.2 Testverfahren evaluieren

Die zweite Aktivität adressiert die Evaluation der beiden Hauptbestandteile des Verfahrens mit dem Ziel, eine Weiterentwicklung und Anpassungen im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses zu ermöglichen (vgl. Meiren/Freitag 2018, S. 86). Eine allgemeine Bewertung gemäß den inhaltlichen und verfahrensspezifischen Anforderungen aus Kapitel 3 wird in Kapitel 7 dieser Arbeit dargelegt. Darüber hinaus sollte nach jedem Testprojekt eine erneute Prüfung des Verfahrens anhand der gewonnenen Erkenntnisse durchgeführt werden.

Die Evaluation des Verfahrens und des Einsatzes des Rahmenkonzepts der Smart-Service-Qualität kann auf den Einschätzungen der Mitglieder des Testteams basieren oder die Einschätzungen von weiteren Beteiligten, wie z. B. den Testprobanden oder Mitgliedern des Entwicklungsteams, einbeziehen. Dazu werden zunächst alle positiven und negativen Erfahrungen aus der Testdurchführung festgehalten. Darüber hinaus können die Testergebnisse im Hinblick auf das Erreichen der Testziele und das Einhalten der Zeit- und Ressourcenplanung bewertet werden. Hierbei gilt es, die Gründe für Abweichung zu analysieren und abgeleitete Maßnahmen und deren Wirkung zu bewerten.

Eine weitere Aufgabe der Evaluation kann in der Identifikation von Mustern in und zwischen den beiden Bestandteilen des Tests der Qualitätswahrnehmung gesehen werden. So können beispielsweise relevante Zusammenhänge der Qualitätsbewertung zwischen den Bewertungsfeldern des Rahmenkonzepts aufgedeckt oder wiederkehrende Problemfolgen zwischen den Testaktivitäten identifiziert werden. Solche Erkenntnisse erleichtern eine erneute Anwendung des Verfahrens und tragen so zu einem effizienteren Ablauf bei. Konnten während des Verfahrens neue Anforderungen für einen bestimmten Typ von Smart Services oder eine bestimmte Anspruchsgruppe identifiziert werden, können diese zudem in ein unternehmensspezifisches Anwendungsmodell des Rahmenkonzepts übernommen werden. Auch die Priorisierung von Qualitätsmerkmalen kann beispielsweise für spätere Tests übernommen werden und muss nicht erneut durchgeführt werden. Folglich müssen nicht alle Verfahrensaktivitäten in gleicher Intensität wiederholt, sondern gegebenenfalls nur überprüft und angepasst werden.

Eine Möglichkeit, den Zusammenhang zwischen den konkreten Gestaltungsvarianten des Verfahrens und den erzielten Ergebnissen systematisch zu dokumentieren, bietet der morphologische Kasten (vgl. Zwicky 1967, S. 273ff.). Hierfür werden zunächst alle relevanten Merkmale und deren mögliche Ausprägungsformen des Testverfahrens und bzw. oder des Qualitätsmodells identifiziert (vgl. Bullinger/Schreiner 2006, S. 74). Dies können zum Beispiel der Entwicklungsansatz, die Testziele, die betrachteten Testobjekte und Qualitätsmerkmale sowie die Anspruchsgruppen sein. Auch der Einsatz von Befragungsmethodik und Simulationsmethoden kann systematisiert werden. Der morphologische Kasten spannt damit eine Matrix der Merkmale und deren mögliche Ausprägungen auf, die alle möglichen Varianten der unternehmensspezifischen Testkonzepte enthält. So kann das eingesetzte Testverfahren über verschiedene Entwicklungs- und Testprojekte einheitlich systematisiert werden und Erfolgsfaktoren und besonders geeignete Kombinationen identifiziert werden.

### **5.6.2.3 Abschlussbericht erstellen**

In der letzten Aktivität wird der Abschlussbericht erstellt, der alle relevanten Informationen zu den durchgeführten Testaktivitäten, den erzielten (Zwischen-)Ergebnissen sowie den abgeleiteten Handlungsempfehlungen und Maßnahmen für das Entwicklungsteam beinhaltet. Die Grundlagen des Testabschlussberichts stellen das in der ersten Verfahrensphase festgelegte Testkonzept und der darauf aufbauende Testplan dar, der die Meilensteine und zu erzielenden Ergebnisse aller nachfolgenden Verfahrensphasen beschreibt. Dieser Testplan wird während der Durchführung fortgeschrieben, durch die jeweiligen Ergebnisse der Phasen ergänzt und anschließend zu einem Abschlussbericht zusammengefasst. Da der Testabschlussbericht in der Regel auch weitere Anspruchsgruppen adressiert (z. B. das Management oder Ökosystempartner) können neben der Hauptversion zusätzlich zielgruppenspezifische Versionen erstellt werden, die sich im Hinblick auf den Umfang und Tiefe der Informationen unterscheiden (vgl. Sarodnick/Brau 2016, S. 215). Damit die erzielten Erkenntnisse einen Mehrwert stiften, sollten diese vollständig, nachvollziehbar begründet und ausreichend detailliert beschrieben werden. Nach Fertigstellen des Abschlussberichts und der weiteren Versionen, werden diese dem Entwicklungsteam und weiteren Anspruchsgruppen überreicht.

### **5.6.3 Ergebnisse der fünften Verfahrensphase**

In der abschließenden Verfahrensphase wurden die Testergebnisse gegenüberstellt und interpretiert. Auflistung und Interpretation sind das zentrale Ergebnis des gesamten Testprojekts und geben Auskunft über die Qualitätswahrnehmung von Anspruchsgruppen zum aktuellen Entwicklungsstand des Smart Service. Darauf aufbauend wurden Handlungsempfehlungen für die weiteren Entwicklungsschritte abgeleitet und konkrete Maßnahmen definiert. Darüber hinaus wurden im Rahmen der Evaluation wichtige Erkenntnisse zum Einsatz des Rahmenkonzepts und des Testverfahrens gesammelt und für weitere Testprojekte dokumentiert. Alle Erkenntnisse wurden in den Testabschlussbericht überführt, der das zentrale Ergebnisdokument des Testprojekts darstellt.

## 6 Anwendung des Verfahrens

In diesem Kapitel wird die praktische Anwendbarkeit der beiden Lösungskomponenten überprüft. Dazu wurde das Verfahren zum Testen der wahrgenommenen Qualität in zwei Smart-Service-Entwicklungsprojekten an einem internationalen Flughafen eingesetzt. Darüber hinaus wurde das Verfahren in einem Projekt zur Entwicklung von Smart Services in der Gesundheitsbranche eingesetzt, um die Übertragbarkeit auf weitere Anwendungsbereiche zu untersuchen. Nachfolgend werden die Anwendungsfälle und Ergebnisse beschrieben.

### 6.1 Anwendung des Verfahrens an einem Flughafen

#### 6.1.1 Der Flughafen als Dienstleistungssystem

Die Hauptziele eines Flughafenbetreibers bestehen darin, einen reibungslosen Flugbetrieb zu unterstützen und die hierfür notwendigen Prozesse zwischen Landung und Start der Flugzeuge zu organisieren sowie entsprechende Infrastrukturen bereitzustellen. Zu den Aufgaben, die direkt mit dem Flugbetrieb in Verbindung stehen, gehören die Überwachung von Rollwegen, Start- und Landebahnen, die Fluggastabfertigung sowie der Transport von Gepäck und Passagieren zwischen Vorfeld und Terminal. Die nicht direkt auf den Flugbetrieb bezogenen Funktionen umfassen unter anderem den Bau, den Betrieb und die Wartung von Start- und Landebahnen und technischen Einrichtungen sowie die Bewirtschaftung von Handels- und Büroflächen, Restaurants und Parkhäusern. Zusätzlich werden weitere Dienstleistungen, wie die Sicherheit und Kontrollen des Flughafens, benötigt. Der Flughafenbetreiber nimmt dabei eine zentrale Rolle ein und betreibt, ermöglicht, unterstützt und koordiniert Leistungen und Aktivitäten von unterschiedlichen Akteuren dieses Dienstleistungssystems. Die nachfolgende Abbildung 6-1 gibt einen Überblick über die genannten Akteure und ihren gegenseitigen Leistungsaustausch.

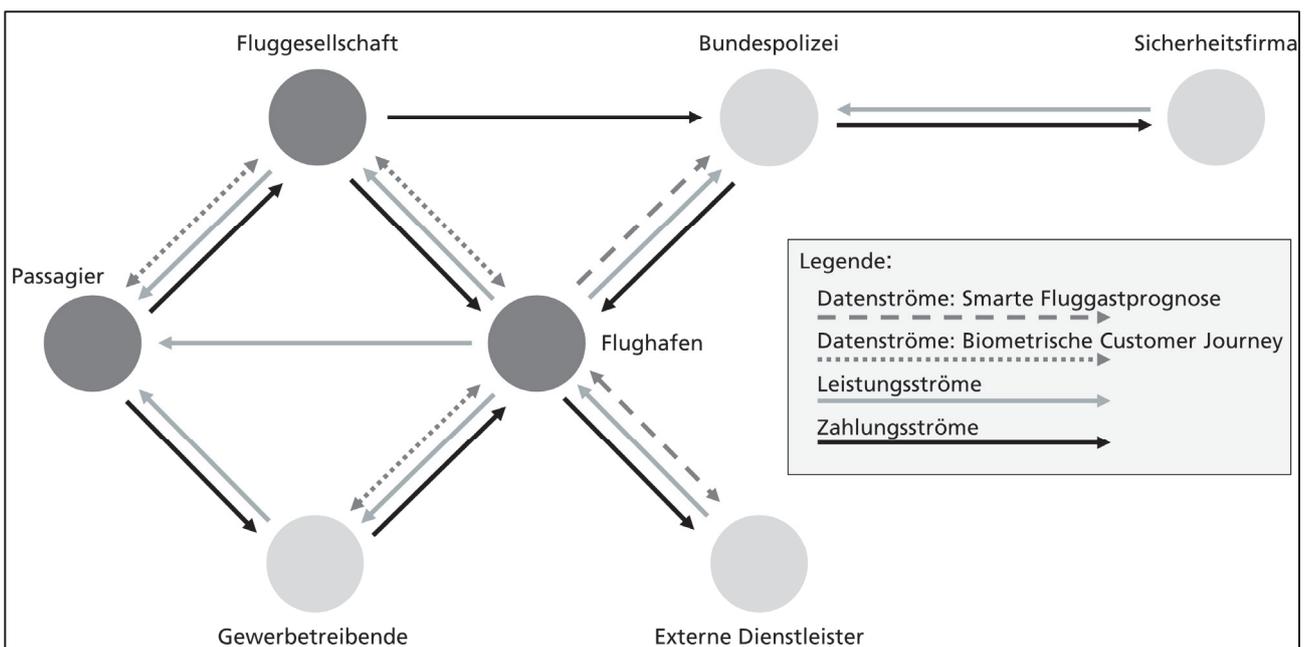


Abbildung 6-1: Dienstleistungssystem eines Flughafens

Zu den wichtigsten Kunden des Flughafenbetreibers zählen die Fluggesellschaften, gefolgt von den Gewerbetreibenden auf dem Flughafen-Campus. Mit den Passagieren besteht darüber hinaus eine indirekte Geschäftsbeziehung. Am Flugbetrieb selbst sind nur drei Akteure involviert: Flughafen – Passagiere – Fluggesellschaft. Diese sind in der Abbildung dunkelgrau gefärbt. Die weiteren Akteure, welche für das oben beschriebene Dienstleistungssystem benötigt werden, sind dagegen in hellgrauer Farbe gekennzeichnet. Die gestrichelten Pfeile symbolisieren die Datenströme im Anwendungsfall „Smarte Fluggastprognose“, die gepunkteten Pfeile markieren die des Anwendungsfalls „Biometrische Customer Journey“. Für beide Anwendungsfälle wird nachfolgend der Einsatz des Testverfahrens beschrieben.

## **6.1.2 Anwendungsfall „Smarte Fluggastprognose“**

### **6.1.2.1 Ausgangssituation und Zielstellung**

Die Optimierung von Passagierströmen und die Reduktion von Wartezeiten an einzelnen Service-Stationen, wie z. B. der Sicherheitskontrolle oder Gepäckaufgabe, zählen zu den wichtigsten Erfolgskennzahlen für die Aufenthaltsqualität am Flughafen. Um die Ströme von Passagieren optimal steuern zu können, benötigt der Flughafenbetreiber umfassende Kenntnisse über das aktuelle Aufkommen im Terminal. Darauf aufbauend können Maßnahmen abgeleitet und die Abläufe und Tätigkeiten von Mitarbeitenden angepasst werden. Aus diesem Grund setzt der Flughafenbetreiber ein sogenanntes Passenger-Tracking-System eines externen Dienstleisters ein. Grundlage des Systems stellen optische 3D-Sensoren dar, welche an der Decke des Flughafengebäudes angebracht sind. Mithilfe der gesammelten Daten können Personen anonymisiert erkannt und ihre Bewegungen nachvollzogen werden. Daraus lassen sich zentrale Kennzahlen zur Steuerung der Fluggastabfertigung ableiten. Zu diesen zählen z. B. die Anzahl aktuell anwesender Personen, der Abstand zwischen ihnen, die Länge von Warteschlangen oder die Dauer von Prozessdurchläufen. Die Daten werden in einem Dashboard für Mitarbeitende visualisiert. Bei einer Überschreitung von individuell vereinbarten Schwellenwerten, wie der durchschnittlichen Verweildauer in Warteschlangen, werden die Mitarbeitenden benachrichtigt und ergreifen entsprechende Maßnahmen (z. B. die Öffnung weiterer Service-Stationen oder eine gezielte Umleitung der Passagiere zu weniger ausgelasteten Stellen mithilfe von digitalen Anzeigen und Durchsagen). Allerdings sind die verfügbaren Handlungsmöglichkeiten bei Ad-hoc-Überschreitungen der Schwellenwerte oft eingeschränkt, da z. B. für die Öffnung weiterer Sicherheitskontrollen entsprechendes Personal benötigt wird oder bei einem hohen Aufkommen zu viele Werte gleichzeitig überschritten werden. Aus diesem Grund erweitert der externe Dienstleister sein Smart-Service-Portfolio und entwickelt aktuell einen smarten Prognosedienst, der gemeinsam mit dem Flughafenbetreiber im Rahmen eines Pilotprojekts erstmalig getestet wird. Neben den Sensordaten werden für die Fluggastprognose auch historischen Passagierdaten und Daten aus den Buchungs- und Betriebssystemen des Flughafenbetreibers einbezogen. Basierend auf den ausgewerteten Daten werden die Passagierströme innerhalb der Terminals für 24 Stunden im Voraus prognostiziert. Zusätzlich erhalten die Anwender Empfehlungen zur Optimierung der Personalbesetzung und zur Durchführung bestimmter Maßnahmen.

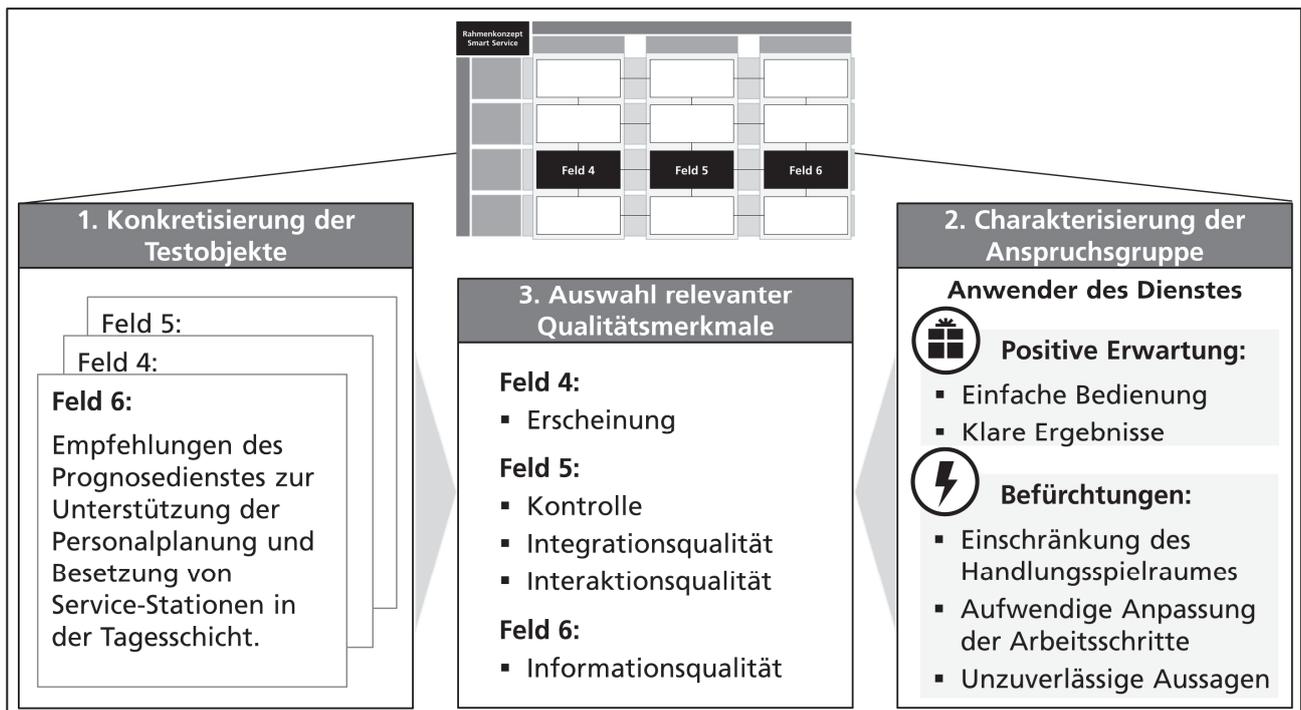
Eine Voraussetzung für die erfolgreiche Einführung des Smart Services ist es, das Vertrauen der Mitarbeitenden in die Fähigkeiten und die generierten Empfehlungen zu steigern und eine Akzeptanz für den Prognosedienst unter den Anwendern herzustellen. Im Pilotprojekt wurde daher das in dieser Arbeit entwickelte Testverfahren eingesetzt, um vor der Markteinführung die wahrgenommene Qualität des entwickelten Prognosedienstes systematisch zu überprüfen und

Ansatzpunkte zur Verbesserung zu identifizieren. Der Test erfolgte in einer späten Entwicklungsphase mit einem voll funktionsfähigen Prototyp.

### 6.1.2.2 Anwendung des Verfahrens

In der ersten Verfahrensphase „*Planung und Steuerung*“ wurden zunächst die Testziele gemeinsam mit dem Flughafenbetreiber und dem externen Dienstleister in einem gemeinsamen Workshop festgelegt. Das Ziel des externen Dienstleisters, also des Smart-Service-Anbieters, bestand zum einen darin, eine Einschätzung zur Gesamtqualität der smarten Fluggastprognose in Verbindung mit den zugrunde liegenden optischen 3D-Sensoren zu erhalten. Zum anderen sollten mögliche Schwachstellen im Hinblick auf die Gestaltung des Dienstes identifiziert werden. Für den Flughafenbetreiber war es dagegen wichtig, den Beitrag des Smart Services zu den internen Qualitätszielen zu evaluieren und eine Bewertung der Akzeptanz von Mitarbeitenden und der Auswirkungen auf ihre Arbeit vorzunehmen. Neben den Testzielen wurden im Workshop auch die zu berücksichtigenden Testobjekte näher präzisiert. Als zentrales Testobjekt wurde der Prognosedienst festgelegt, wobei ein besonderes Augenmerk auf den Nutzungsprozess, die Empfehlungen und die Informationsvisualisierungen gelegt werden sollte. Im weiteren Verlauf des Testprozesses wurden daher insbesondere die Felder 4, 5 und 6 des Rahmenkonzepts adressiert. Darüber hinaus sollte die intelligente Technik und ihre Einbettung in den Flughafenbetrieb sowie die Auswirkung auf die Wahrnehmungen der dort arbeitenden Personen im Test bewertet werden. Zur Durchführung des Tests wurde zudem ein interorganisationales Testteam gebildet, dessen Mitglieder einen Zugang zum smarten Prognosedienst und den notwendigen Dokumentationsmaterialien erhielten.

In der zweiten Verfahrensphase „*Analyse*“ wurde gemeinsam mit dem Testteam des Flughafenbetreibers eine Analyse der Anspruchsgruppen, der potenziellen Anwendungsfälle und der relevanten Qualitätsmerkmalen vorgenommen. Im ersten Schritt konnten zunächst die relevanten Anspruchsgruppen für den smarten Prognosedienst identifiziert werden. Neben Mitarbeitenden aus der Terminalaufsicht, welche den Smart Service zur Ableitung von Maßnahmen nutzen, wurden auch deren Führungskräfte sowie operativ ausführende Personen an den einzelnen Service-Stationen im Flughafenterminal und weitere Mitarbeitende aus den Abteilungen „*Qualitätssicherung*“ und „*Ressourcenplanung*“ in die Betrachtung einbezogen. In einem gemeinsamen Workshop mit dem Testteam des Flughafenbetreibers erfolgte eine nähere Betrachtung der verschiedenen Anspruchsgruppen und darauf aufbauend die Identifikation von relevanten Merkmalen entlang des Rahmenkonzepts der Smart-Service-Qualität (siehe Abbildung 6-2). Für die Anspruchsgruppe der Anwender wurden die Befürchtung, der Dienst könnte ihre Entscheidungsspielräume einschränken oder gar spezielle Fähigkeiten und Kompetenzen ersetzen, als relevant eingestuft. Zum anderen wiesen einige der am Workshop teilnehmenden Anwender darauf hin, dass die aufbereiteten Informationen zu den bisherigen Denkmustern bei der Entscheidungsfindung und Arbeitsabläufen passen müssten, um eine wirkungsvolle Zusammenarbeit zu ermöglichen. Weitere relevante Aspekte stellen die komfortable und aufwandsarme Bedienung sowie eine übersichtliche Aufbereitung der Empfehlungen und Ergebnisse dar. Die entsprechenden Qualitätsmerkmale wurden den Aspekten zugewiesen und eine Priorisierung mithilfe des paarweisen Vergleichs vorgenommen. Für die weiteren identifizierten Anspruchsgruppen könnten darüber hinaus ergänzende Aspekte identifiziert werden, welche sich weniger auf den direkten Nutzungsprozess des Dienstes, sondern mehr auf die Wahrnehmung zur intelligenten Technik und Koordination des Smart Services bezogen. Da zum Zeitpunkt der Durchführung des Tests ein funktionsfähiger Prototyp der smarten Fluggastprognose vorlag, wurde auf die Identifikation einzelner Interaktionen aus Prozessdokumenten in der zweiten Phase verzichtet.



**Abbildung 6-2:** Vorgehen bei der Auswahl relevanter Qualitätsmerkmale im Anwendungsfall

In der *Entwurfsphase* werden Testszenarien entwickelt, die Prototypen konfiguriert und die Bewertung spezifiziert. Im Anwendungsfall entfielen die Entwicklung von Testszenarien und die Aufbereitung von Prototypen aufgrund des bereits funktionsfähigen Prototyps. Der prototypische Prognosedienst wurde den Anwendern auf der software-definierten Plattform des Anbieters neben weiteren Diensten des Passenger-Tracking-Systems für mehrere Wochen zur Verfügung gestellt. So konnte die neue Anwendung im Arbeitsalltag und im direkten Vergleich zum damaligen Status quo erprobt werden. Auch während der Durchführung des Tests konnten die Anwender auf den Smart Service zugreifen, was eine detaillierte Bewertung förderte. Für die weiteren Anspruchsgruppen, welche keinen direkten Zugang zur Nutzung des Prognosedienstes hatten, wurde vor der Bewertung ein Informationstermin durchgeführt, an dem das Passenger-Tracking-System und der Prognosedienst durch einen Experten vorgestellt wurden. Die unterschiedlichen Kenntnisse und Erfahrungen mit dem Prognosedienst wurden auch bei der Spezifizierung der Bewertung entlang des Rahmenkonzepts berücksichtigt. Bei der Gruppe von Anwendern war es z. B. möglich, die Bewertung auf der vierten Ebene des Rahmenkonzepts (vgl. Abb. 4-4) anhand der detaillierten Bewertungskriterien durchzuführen. Um den Bewertungsumfang moderat zu gestalten, wurde dieser Detaillierungsgrad jedoch nur für Qualitätsmerkmale mit besonderem Erkenntnisinteresse seitens des Flughafenbetreibers oder einer vermuteten Relevanz aus Sicht der Anwender angewendet. Grundlage für die Entscheidung war die in der vorangegangenen Phase durchgeführte Priorisierung. Für die weiteren Anspruchsgruppen wurde aufgrund der fehlenden Erfahrung in der Anwendung des Prognosedienstes ein umfangreicherer, aber weniger detaillierter Bewertungsansatz gewählt. Die Bewertung erfolgte daher anhand der Einflussfaktoren auf der dritten Ebene, adressierte dafür jedoch weiterführende Aspekte des Systems. Das Befragungskonzept wurde für beide Gruppen von Testprobanden als eine Mischung aus offenen und geschlossenen Fragen, die anhand einer fünfstufigen Likert-Skala zu bewerten waren, gestaltet. Die Fragen wurden sprachlich an den Anwendungsfall angepasst. Abbildung 6-3 zeigt einen Ausschnitt des Fragebogens für die Zielgruppe der Anwender.

Bitte bewerten Sie die nachfolgenden Aussagen zur <b>Kontrollwahrnehmung</b> des Prognosedienstes:	Trifft gar nicht zu					Trifft voll zu				
Ich kann nachvollziehen, wie der Prognosedienst zu Vorschlägen und Empfehlungen gelangt.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Die Vorschläge und Empfehlungen des Dienstes entsprechen meiner Intuition.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Ich habe ausreichend Möglichkeiten, mich über die Empfehlungen hinwegzusetzen und selbst zu entscheiden.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Meine Kompetenzen werden auch zukünftig benötigt.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Ich fühle mich durch die Empfehlungen zu keiner Zeit in meiner Entscheidungsfreiheit eingeschränkt.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
...	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

**Abbildung 6-3:** Operationalisierung des Qualitätsmerkmals „Kontrolle“ aus Feld 5

In der vierten Verfahrensphase „Durchführung“ galt es zunächst, geeignete Probanden zu identifizieren, welche in den Test eingebunden werden sollten und die Anspruchsgruppen möglichst gut repräsentieren. Insgesamt konnten 13 repräsentative Probanden für die Teilnahme am Test gewonnen werden. Zu den vorbereitenden Maßnahmen gehörten auch die Umsetzung der zielgruppenspezifischen Fragebögen, das Anlegen der Testzugänge durch den externen Dienstleister und die Vereinbarung von Terminen. Die ausgewählten Anwender wurden nach einem mehrwöchigen Nutzungszeitraum des Prognosedienstes im Rahmen von Einzelinterviews zu ihrer Wahrnehmung befragt. Während der Bewertung hatten sie Zugriff auf die smarte Fluggastprognose und wurden gebeten, einzelne Bewertungen und Aussagen direkt anhand des Dienstes zu erläutern. Der Aufbau dieses Testszenarios ermöglichte zudem eine Beobachtung der Probanden im Umgang mit dem Smart Service. Die Testprobanden der weiteren Anspruchsgruppen erhielten nach der Vorstellung des Passenger-Tracking-Systems und des Prognosedienstes einen Zugang zu einem für sie gestalteten Online-Fragebogen und wurden gebeten, ihre Bewertungen abzugeben. Die Ergebnisse der beiden Gruppen wurden getrennt ausgewertet, wobei zunächst die geschlossenen Fragen zu einem gewichteten, additiven Index auf Ebene der ausgewählten Qualitätsmerkmale verdichtet wurden. Die Bewertung der wahrgenommenen Qualität der smarten Fluggastprognose war über beide Gruppen hinweg überwiegend positiv. Für die weniger gut bewerteten Aspekte erfolgte eine detailliertere Untersuchung von Freitextantworten und dokumentierten Beobachtungen, um nachfolgend eine Interpretation der Ergebnisse zu ermöglichen.

In der letzten Verfahrensphase „Abschluss“ wurden die Testergebnisse zusammengeführt und gemeinsam im Testteam interpretiert. Dabei wurde das Prinzip der Triangulation eingesetzt, um z. B. die Bewertungen der Anwender zur Nutzungsfreundlichkeit und die beobachtete Nutzung des Dienstes miteinander zu vergleichen. Aufbauend auf den Erkenntnissen ließen sich konkrete Handlungsempfehlungen für den externen Anbieter des Smart Services ableiten. Hierzu zählten unter anderem Vorschläge zur Anpassung der grafischen Darstellung von Prognoseergebnissen und bezüglich des Detaillierungsgrads der ausgewerteten Daten und Empfehlungen. Ausschlaggebend für den Handlungsbedarf waren zum einen die verfügbaren Endgeräte, an denen die ausgewerteten Daten durch Nutzer betrachtet wurden. Zum anderen können durch die Umsetzung der Handlungsempfehlungen, die von den Anwendern bereits etablierten Vorgehensweisen zur Überprüfung und Optimierung der Fluggastströme besser unterstützt werden. Aus der Nutzung des

Prognosedienstes heraus ergab sich zudem der Bedarf nach zusätzlichen Funktionalitäten, beispielsweise zur Erleichterung der teamübergreifenden Entscheidungsumsetzung. Das Qualitätsmerkmal Kontrollwahrnehmung und der Einflussfaktor Transparenz erhielten von beiden Gruppen der Testprobanden eine mittlere Bewertung. Daraus wurden Maßnahmen wie das Angebot von einführungsbegleitenden Informationsangeboten und Schulungen abgeleitet, welche der externe Dienstleister künftig anbieten will. Neben Verbesserungsmaßnahmen konnte im Rahmen des strukturierten Testens auch Ideen zur Erweiterung der smarten Fluggastprognose und die Verbindung mit weiteren Dienstleistungsangeboten des Flughafenbetreibers (z. B. mit dem Parkraummanagement und dem Einzelhandel) identifiziert werden.

### **6.1.3 Anwendungsfall „Biometrische Customer Journey“**

#### **6.1.3.1 Ausgangssituation**

Der zweite Anwendungsfall „Biometrische Customer Journey“ adressiert die Einführung von Gesichtserkennungstechnologien in der Fluggastabfertigung und die damit verbundene Weiterentwicklung der digitalen und persönlichen Interaktionen. Ziel des Smart Services ist es, weitestgehend dokumentenfreie Identifikationsprozesse zu gestalten. Voraussetzung hierfür sind die Einwilligung der Reisenden zu einer biometrischen Gesichtsidentifikation und eine Registrierung, bei der das Gesicht eines Fluggastes gescannt und mit dem Foto in einem amtlichen Identitätsnachweis abgeglichen wird. Stimmen die Daten überein, können die Person eingecheckt werden und eine „virtuelle Bordkarte“ wird erzeugt. Von diesem Moment an genügt der Blick in eine Kamera, um sich an den Stationen bis zum Einstieg in das Flugzeug auszuweisen. Flughafenbetreiber und Fluggesellschaften versprechen sich von der Nutzung biometrischer Daten Zeitersparnisse bei Abfertigungs- und Boardingprozessen, die Reduktion von benötigten Check-In-Schaltern sowie eine Arbeitserleichterung in der Sicherheitskontrolle, da das Reisen unter falscher Identität erschwert wird. Potenzielle Mehrwerte für Passagiere werden in einem schnelleren und komfortableren Prozess vermutet, da das Suchen, Vorzeigen und Verstauen von Buchungsbestätigungen, Ausweispapieren und Bordkarten entfällt. Allerdings müssen beim Einsatz von Gesichtserkennungstechnologien auch potenziell wertmindernde Aspekte berücksichtigt werden. Dazu zählen zum einen das wahrgenommene Risiko bei der Sammlung, Speicherung und Verarbeitung von sensiblen, personenbezogenen Biometrie-Daten sowie eine mangelnde Zuverlässigkeit der Gesichtserkennung. Zum anderen entsteht den Passagieren ein zusätzlicher Aufwand bei der Registrierung, weshalb sich die Frage stellt, ob für Passagiere durch das biometrische Verfahren tatsächlich ein wahrnehmbarer Mehrwert entsteht. Um diese Frage zu beantworten und die Akzeptanz für den Smart Service durch konkrete Gestaltungsempfehlungen zu fördern, wurde das Verfahren für den Qualitätstest mit Anspruchsgruppen in einer frühen Entwicklungsphase angewendet.

#### **6.1.3.2 Anwendung des Verfahrens**

Auch im zweiten Anwendungsfall begann die Phase „*Planung und Steuerung*“ mit der Gründung eines Testteams und der gemeinsamen Abstimmung von Testzielen. Da der Test noch während der Konzeption der biometrischen Customer Journey durchgeführt wurde, bestand ein wesentliches Testziel darin, wertstiftende Gestaltungsaspekte zu identifizieren und diese in den weiteren Entwicklungsschritten zu berücksichtigen. Darüber hinaus verfolgte der Flughafenbetreiber das Ziel, Anforderungen und Präferenzen strukturiert aufzunehmen. Als Testobjekte wurden zum einen die biometrischen Scanner als intelligente Technik, die damit gesammelten Daten sowie deren

Verarbeitung und Nutzung ausgewählt, welche mit den Feldern eins bis drei des Rahmenkonzepts adressiert werden. Zum anderen wurde das Augenmerk auch auf die Bewertung des Terminals als physisches Erbringungsumfeld, der Nutzungsprozess sowie die Koordination der Leistung zwischen Partnern des Ökosystems gelegt, weshalb das vierte, fünfte, zehnte und elfte Bewertungsfeld herangezogen wurden. Zur Identifikation von wertstiftenden Elementen sollte zudem der wahrgenommene Gesamtwert herangezogen werden, der im zwölften Bewertungsfeld adressiert wird.

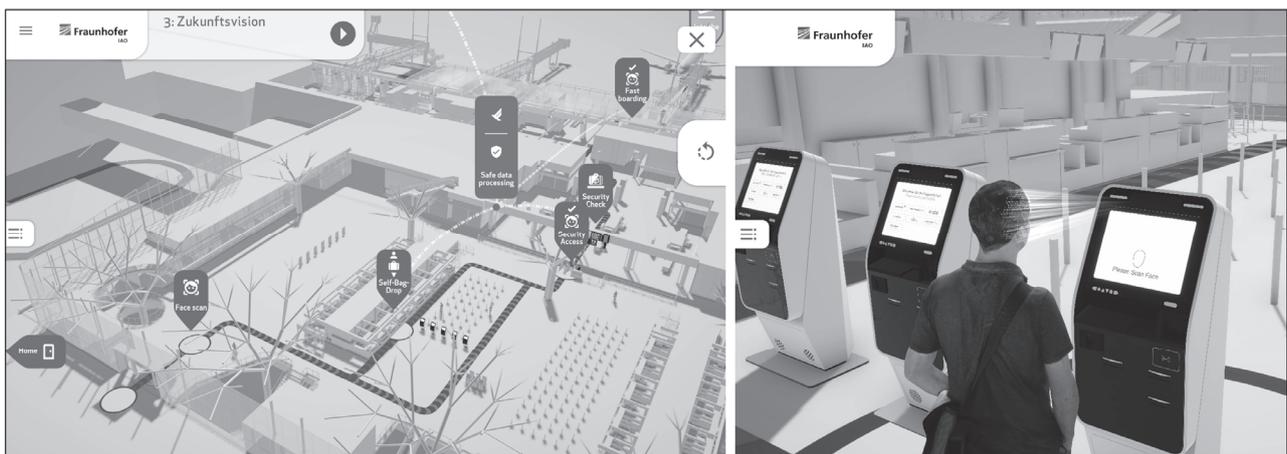
Die Verfahrensphase „*Analyse*“ begann mit der Unterteilung der Fluggäste in Urlaubsreisende und Geschäftsreisende. Dabei lag die Annahme zugrunde, dass für beide Gruppen unterschiedliche Qualitätsmerkmale die Gesamtwahrnehmung beeinflussen und sie daher getrennt voneinander betrachtet werden sollten. Für beide Anspruchsgruppen wurden auf Basis bisheriger Marktanalysen des Flughafenbetreibers Personas mit Charakteristika und Bedürfnismustern erstellt, welche zur Identifikation der relevanten Qualitätsmerkmale im Rahmenkonzept herangezogen wurden. Da in der Konzeption der biometrischen Customer Journey noch keine ausdifferenzierte Prozessdokumentation vorlag, erfolgte im zweiten Schritt gemeinsam mit dem Entwicklungsteam eine Visualisierung von bestehenden Ideen und Gestaltungsvarianten mithilfe von Smart-Service-Blueprints. Die ersten Ideen und Varianten unterschieden sich hinsichtlich der Einsatzpunkte der biometrischen Scanner, der benötigten Datenspeicherung und dem Automatisierungsgrad der Fluggastabfertigung. Anhand der Prozessmodelle konnten erste Interaktionssituationen identifiziert werden, mit welchen sich die ausgewählten Qualitätsmerkmale testen ließen.

In der *Entwurfsphase* galt es zunächst, geeignete Szenarien zu definieren, mit welchen die Testziele möglichst effektiv und effizient adressiert werden können. Da in der Konzeptionsphase verschiedene Ideen zur Gestaltung der biometrischen Customer Journey existierten, wurden zwei vergleichende Testszenarien gestaltet. Das erste Szenario beschreibt als „Basisszenario“ den Einsatz der biometrischen Technologie, wie er bereits an einigen Flughäfen in Asien oder den USA realisiert wird. Die biometrischen Daten werden in diesem Szenario nur für einen streng definierten Zeitraum lokal am Flughafen gespeichert. Daher ist vor jeder Reise eine erneute Registrierung erforderlich, bei der Passagiere an einem stationären Self-Service-Kiosk den Abgleich des Gesichtsscans mit einem amtlichen Identifikationsnachweis vornehmen. Die Daten werden anschließend an zwei Punkten der Customer Journey, der Bordkartenkontrolle und beim Boarding, zur Identifikation eingesetzt. Nach dem Abflug werden die biometrischen Daten der Passagiere automatisch gelöscht. Der Gesamtablauf des Basisszenarios ähnelt ansonsten der traditionellen Fluggastabfertigung.

Um einen Vergleich von unterschiedlichen Ideen und Varianten zu ermöglichen, wurde für den Test ein zweites, fiktives Szenario entwickelt. Dieses „Zukunftsszenario“ vereint verschiedene Gestaltungsideen des Flughafenbetreibers. Zum einen wurden verschiedene Einsatzpunkte der Gesichtserkennung aus den entwickelten Prozessmodellen in einem Szenario gebündelt. Zum anderen umfasst das Szenario die potenzielle Verknüpfung der biometrischen Identifikation mit weiteren Dienstleistungen am Flughafen. Ein weiterer Unterschied zum Basisszenario besteht darin, dass die biometrischen Daten nach der Registrierung dauerhaft gespeichert und an weiteren ausgewählten Flughäfen genutzt werden. Registrierte Personen werden routinemäßig beim Betreten des Flughafens durch an der Decke angebrachte Kameras identifiziert. Liegt eine passende Buchung vor, erfolgt ein automatischer Check-in. Alternativ dazu können Passagiere die Identifikation und den Check-In bereits vor Reisebeginn über ein eigenes mobiles Endgerät durchführen. Während die Kommunikation im Basisszenario über einen stationären Self-Service-Kiosk am Flughafen erfolgt, wird im Zukunftsszenario eine situationsbezogene Kommunikation über die mobilen Endgeräte der Passagiere ermöglicht. Mit Hilfe von Push-Nachrichten werden die

Fluggäste zum Beispiel zu dem Terminal gelotst, an dem die geringste Wartezeit für die Sicherheitskontrolle besteht. Zudem erhalten Passagiere Hinweise darauf, zu welchem Gate sie gehen sollen und wann sie aufbrechen müssen, um rechtzeitig anzukommen. Darüber hinaus können neben Navigationsdiensten auch weitere situationsspezifische Dienstleistungen in die biometrische Customer Journey eingebunden werden. Hierzu zählt beispielsweise das Angebot von Speisen und Getränken zu einem besonderen Tarif, sofern dies in Abhängigkeit der verfügbaren Zeit und Lokation sinnvoll erscheint. An keiner Stelle dieser fiktiven Customer Journey müssen Dokumente vorgelegt oder Daten eingetippt werden, selbst die Bezahlung bei weiteren Dienstleistungen erfolgt unter Einbezug der biometrischen Identifikation und anhand von hinterlegten Zahlungsdaten.

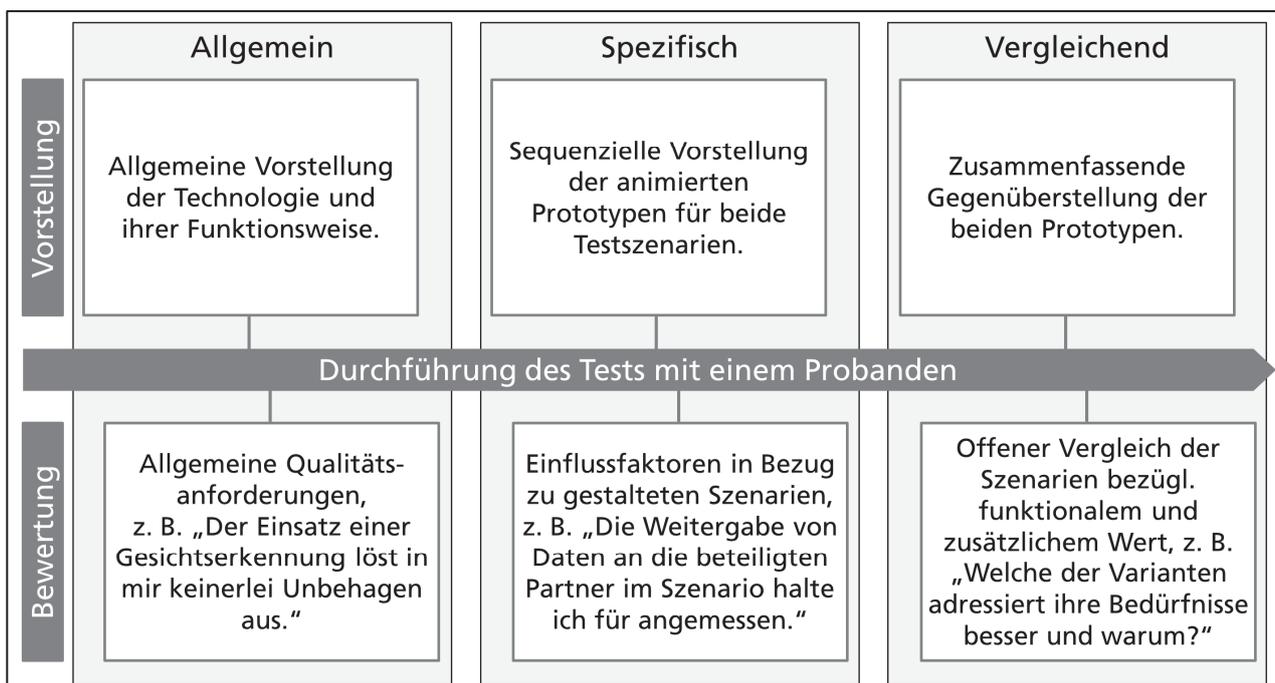
Um bereits vor einer Pilotinstallation einen Test der Qualitätswahrnehmung mit Anspruchsgruppen durchführen zu können, wurden beide Szenarien der biometrischen Customer Journey in Form von interaktiven 3D-Modellen als Prototyp visualisiert. Neben dem Überblick über die gesamte Customer Journey und dem Einsatz der Gesichtserkennung an verschiedenen Stellen, wurden im Prototyp auch die Datenflüsse zwischen den einzelnen Partnern visualisiert, da davon ausgegangen wurde, dass der Umgang mit sensiblen Daten einen wesentlichen qualitätsbeeinflussenden Faktor darstellt. Beide Szenarien wurden animiert, um die Interaktionen der Passagiere mit der intelligenten Technik und den Prozessablauf besser zu verdeutlichen. Abbildung 6-4 gibt links einen Überblick über die biometrische Customer Journey und zeigt rechts eine Interaktionssituation aus dem Registrierungsprozess mit dem stationären Self-Service-Kiosk. Die dritte Aktivität der Entwurfsphase bestand darin, die Bewertung an die Testszenarios und den verfügbaren Prototyp anzupassen. Dazu wurden den Interaktionssituationen der beiden Testszenarios die bereits identifizierten Qualitätsmerkmale für die Bewertung zugewiesen. Aufgrund der frühen Entwicklungsphase und der geringen Wiedergabetreue des Prototyps erfolgte die Bewertung überwiegend auf der dritten Ebene des Rahmenkonzepts anhand von Einflussfaktoren. Neben der Wahl der geeigneten Betrachtungsebene wurde für den Ablauf der Befragung ein dreiteiliges Befragungskonzept entwickelt, das im Rahmen der Durchführungsphase näher beschrieben wird.



**Abbildung 6-4:** 3D-Visualisierung der biometrischen Customer Journey

In der *Durchführungsphase* wurde zunächst der Prototyp in Abstimmung mit dem Flughafenbetreiber und einem externen Dienstleister entwickelt. Darüber hinaus konnten 15 Testprobanden für die Durchführung des Tests akquiriert werden. Der Test wurde virtuell in Einzelgesprächen mit einer Dauer zwischen 60 und 90 Minuten durchgeführt. Der Ablauf des Tests – vgl. Abb. 6-5 – begann mit einer allgemeinen Einschätzung der Probanden zur Erfassung

biometrischer Daten sowie zum Vertrauen und zu Bedenken im Hinblick auf die dabei eingesetzten Technologien. Erst im zweiten Schritt wurde den Testprobanden das Basisszenario und anschließend das Zukunftsszenario vorgestellt und währenddessen die Bewertung durchgeführt. An jedem der Kontaktpunkte in den beiden Szenarien wurden die Probanden um eine Einschätzung zu den Einflussfaktoren und zu ihrer Bedeutung gebeten. Zudem wurde um ein offenes Feedback und die Angabe von ergänzenden Anforderungen und nicht adressierten Erwartungen gebeten. Im dritten Schritt wurden die beiden Szenarien einander gegenübergestellt und entlang von ausgewählten Qualitätsmerkmalen miteinander verglichen. Zum Abschluss erfolgte die Bewertung der beiden Szenarien im Hinblick auf den Gesamtnutzen und eine zusammenfassende Abfrage der zentralen Vor- und Nachteile. Durch die sich teilweise doppelnde Abfrage von Qualitätsmerkmalen zu unterschiedlichen Zeitpunkten sollten die Erkenntnisse und deren Bedeutung für die Testprobanden kritisch hinterfragt werden.



**Abbildung 6-5:** Vorgehen und Ablauf der Testdurchführung im Anwendungsfall

Im Rahmen des Tests konnte festgestellt werden, dass die Probanden dem Einsatz der biometrischen Technologien am Flughafen Stuttgart überwiegend positiv gegenüberstehen. Allerdings wurde der Wunsch geäußert, dass weiterhin die traditionelle Alternative der Fluggastabfertigung bestehen bleiben und ausreichend Unterstützungsmöglichkeiten durch Mitarbeitende vor Ort gewährleistet sein sollen. Außerdem gaben die Probanden an, dass bereits die Möglichkeit, Daten nur für die einmalige Nutzung in einem Flug freizugeben oder zwischen den alternativen Gestaltungsvarianten zu wählen, das Vertrauen erhöht. Der eigentliche Mehrwert entsteht nach Ansicht der Probanden im Zukunftsszenario, dessen Gesamtwert im Vergleich zum Basisszenario deutlich höher bewertet wurde. Hierbei ließ sich sogar das Potenzial für einen Wettbewerbsvorteil für den Flughafen identifizieren: Einige Probanden gaben an, dass die Verfügbarkeit einer biometrischen Fluggastabfertigung ein Kriterium für die Wahl eines bestimmten Flughafens sei. Die Transparenz über den Zugriff von Akteuren auf die biometrischen Daten und den Zweck der Verwendung wurden als zentraler qualitätsbeeinflussender Faktor identifiziert. Dabei wurde geäußert, dass dem Flughafenbetreiber im Umgang mit Daten ein höheres Vertrauen als den Dienstleistern oder Fluggesellschaften zugesprochen wird. Eine Möglichkeit wäre es deshalb, diesen

Akteuren lediglich den Zugriff auf aggregierte Daten zu ermöglichen. Eine weitere geäußerte Idee war es, den Zugriff auf die Daten durch Dienstleister nur temporär zu ermöglichen und eine dauerhafte Speicherung der Passagierprofile nur dem Flughafenbetreiber zu ermöglichen. Die Verknüpfung des biometrischen Scans mit weiteren Dienstleistungen und dessen Nutzung als Zahlungsmittel wurde überwiegend positiv bewertet. Auch die Idee der geplanten Navigation am Flughafen sowie eine Unterstützung des Zeitmanagements am Flughafen wurde weitestgehend als hilfreich eingeschätzt. Eine weitere wichtige Erkenntnis war jedoch, dass eine zu engmaschige Navigation durch Push-Nachrichten das Gefühl von Bevormundung hervorrufen könnte.

## **6.2 Anwendung im Projekt „Smart Health Net“**

Da Smart Services in nahezu allen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bereichen an Relevanz gewinnen, wird an dieser Stelle die Übertragbarkeit des Testverfahrens auf andere Branchen überprüft. Nachfolgend erfolgt eine verkürzte Beschreibung des Verfahrenseinsatzes in der Versorgung von Schlaganfallpatienten.

### **6.2.1 Ausgangssituation und Zielstellung**

Ungefähr ein Drittel der von einem Schlaganfall betroffenen Menschen leidet anschließend unter chronischen Erkrankungen und ist kontinuierlich auf Versorgungsleistungen durch Pflegefachkräfte, Therapeuten, Ärzte, Hilfsmittelversorger und Medizintechnikhersteller angewiesen. Die Leistungen der ambulanten Schlaganfallsversorgung sind häufig fragmentiert und die Kommunikation zwischen einzelnen Akteuren erfolgt ohne technische Unterstützung. Dadurch wird eine ganzheitliche Therapieplanung erschwert und es ergeben sich oftmals Ineffizienzen und Qualitätsverluste. Darüber hinaus sind Patienten und Angehörige mit der Herausforderung konfrontiert, Leistungen wie die Überwachung des Gesundheitszustandes, die Versorgung mit Medikamenten, die Rehabilitationstherapie und andere gesundheits- und pflegerelevanten Abläufe und Leistungen eigenverantwortlich zu tragen und zu organisieren.

Im Verbundprojekt „Smart Health Net“ erfolgte daher die Entwicklung und Pilotierung eines Smart-Service-Systems, das ein individualisiertes, bedarfsgerechtes und abgestimmtes Versorgungsmanagement von Schlaganfallpatienten ermöglicht. Im Mittelpunkt stand dabei die Entwicklung einer Software-definierten Plattform, welche die Integration und zentrale Verarbeitung von unterschiedlichen Daten ermöglicht. Dazu zählen zum einen Daten, welche mit intelligenter Technik erhoben werden, wie z. B. Vitalparameter oder sensorbasierte Nutzungsdaten von Trainings- und Rehabilitationsgeräten. Zum anderen lassen sich weitere relevante Informationen, wie etwa dokumentierte Behandlungsfortschritte, Verfügbarkeitsdaten oder individuelle Bedürfnisse und Präferenzen der Patienten berücksichtigen. Auf Basis der Datenauswertung kann für Patienten im Rahmen eines datenbasierten Fallmanagements ein individueller Versorgungsplan erstellt werden, der auf spezifische Bedürfnisse zugeschnitten ist und zustandsbezogen weiterentwickelt wird. Auch die weiteren, an der Versorgung beteiligten Dienstleister sowie die Anbieter von Rehabilitationstechnik erhalten auf der digitalen Plattform über eine Fallmanagement-Applikation Zugang zu präzisen Informationen und können ihre Leistungserbringung darauf aufbauend individualisieren. Die durchgängige Sammlung von Daten dient darüber hinaus dem Nachweis der Leistungserbringung gegenüber Krankenkassen, welche die Behandlungskosten übernehmen sollen. Um in der Pilotphase der digitalen Plattform die Qualität zu überprüfen, wurde im Rahmen des Projekts das Testverfahren eingesetzt.

## 6.2.2 Kurzbeschreibung der Anwendung

Mit dem Test der Qualitätswahrnehmung wurden im Projekt zwei Ziele verfolgt. Zum einen galt es, zum Ende der Pilotierung eine systematische Qualitätskontrolle der entwickelten Bestandteile durchzuführen. Zum anderen sollten Verbesserungsmöglichkeiten für die Weiterentwicklung des Smart Services identifiziert werden. Aufgrund der Vielzahl an relevanten Akteuren wurden bei der Qualitätsbewertung die Perspektiven von drei unterschiedlichen Rollen berücksichtigt. Patienten und Angehörige nutzten während der Pilotierung sowohl die bereitgestellte intelligente Technik als auch die digitalen Dienste und persönlich erbrachten Versorgungsleistungen. Fallmanager nutzten dagegen überwiegend die digitale Management-Applikation und waren für die Koordination der unterschiedlichen Leistungsbestandteile und Partner verantwortlich. Die Hilfsmittelversorger verwendeten aufbereitete Daten zur Erbringung individualisierter Leistungen und wurden daher als weitere Anspruchsgruppe betrachtet.

Der Entwicklungsstand der Smart Services war zum Zeitpunkt des Tests nahezu voll funktionsfähig, auch wenn einzelne Leistungsbestandteile und Abläufe noch nicht komplett auf der Plattform integriert waren. Für die Bewertung konnten alle zwölf Bewertungsfelder berücksichtigt und auf der vierten Ebene des Rahmenkonzepts durch Qualitätskriterien operationalisiert werden. Da der Smart Service während des Projekts pilothaft angewendet und in den realen Versorgungsablauf von Schlaganfallpatienten integriert wurde, entfielen die Konzeption von fiktiven Testszenarien und die zweckgebundene Aufbereitung eines Prototyps als Aktivitäten der Entwurfsphase. Stattdessen erfolgte die Bewertung auf Basis von realen Erfahrungen aus der Nutzungsphase.

Die meisten Qualitätsmerkmale der Technik und Datenbasis wurde von allen Anspruchsgruppen als sehr gut eingeschätzt. Dennoch konnten einige Ansätze für Verbesserungen identifiziert werden. So wurden zum Beispiel das Erscheinungsbild und die Verarbeitung der Rehabilitationstechnik von Patienten als mittelmäßig bewertet. Darüber hinaus wurde der Wunsch nach einer automatisierten Fehlererkennung und -übermittlung geäußert, um eine Unterbrechung in der Datensammlung frühzeitig zu erkennen. Die Qualität der Daten und ihr Beitrag zum Gesamtwertversprechen wurde von allen Akteuren als hoch eingeschätzt. Auch die Qualität der digitalen Dienste wurde größtenteils positiv bewertet. Allerdings konnten ein Bedarf nach verschiedenen Berechtigungsstufen für den Datenzugriff und ein Defizit in Bezug auf die Anpassbarkeit der digitalen Prozesse und die Transparenz der Datenverarbeitung identifiziert werden. Die Hilfsmittelversorger sahen zudem ein Defizit hinsichtlich der Transparenz und Kontrolle bei der Datenverarbeitung und äußerten einen Bedarf nach weiterführenden Informationen. Bei den persönlichen Dienstleistungen wurde die Fähigkeit des Personals im Umgang mit den ausgewerteten Daten als teilweise verbesserungswürdig bewertet, woraus die Idee für ein Schulungsangebot abgeleitet wurde. Ansonsten wurden die persönlichen Interaktionen durchgängig als qualitativ hochwertig wahrgenommen. In Bezug auf die Koordination konnte ein Defizit bei der Abstimmung von digitalen und persönlich erbrachten Prozessen identifiziert werden, weshalb der Wunsch nach einer Überarbeitung der digitalen Ablauflogik geäußert wurde. Die Partner des Ökosystems wurden von allen Anspruchsgruppen als kompetent und vertrauenswürdig bewertet. Auch der funktionale und zusätzliche Gesamtnutzen der angebotenen Smart Services wurden jeweils als hoch eingestuft.

## 7 Evaluation und Diskussion

In den nachfolgenden Abschnitten erfolgt eine kritische Reflexion der in dieser Arbeit erzielten Ergebnisse. Dazu wird das Verfahren zunächst entlang der definierten Anforderungen hinsichtlich seiner praktischen Anwendbarkeit evaluiert. Anschließend werden der wissenschaftliche Beitrag zur Erweiterung des Stands der Technik diskutiert und ein Ausblick auf weiterführende Handlungsfelder gegeben.

### 7.1 Anwendungsbezogene Evaluation

Die Anwendung in Zusammenarbeit mit dem Flughafenbetreiber und dem Anbieter der digitalen Versorgungsplattform zeigen, dass sich das entwickelte Verfahren grundsätzlich für die Durchführung eines Tests der Qualitätswahrnehmung in der Entwicklung von Smart Services eignet. Um eine differenzierte Betrachtung zu ermöglichen, wurden die in Kapitel 3 aufgestellten inhaltlichen und verfahrensspezifischen Anforderungen untersucht. Die Evaluation erfolgt zum einen anhand der Erkenntnisse aus der Anwendung und aus konzeptionellen Überlegungen. Zum anderen wurden die beteiligten Praxispartner nach der Durchführung der Testprojekte gebeten, die Anforderungserfüllung aus ihrer Wahrnehmung zu bewerten. Dabei kam eine 5-stufige Likert-Skala mit Werten von 1 (= gar nicht erfüllt) bis 5 (= vollständig erfüllt) zum Einsatz. Stellvertretend für den Betreiber des Flughafens bewertete die Leiterin der Abteilung Qualitätssicherung die ersten beiden Anwendungsfälle, da sie in beiden Anwendungsfällen die Leitung der Entwicklungsprojekte innehatte. Die Bewertung des dritten Anwendungsfalles wurde vom Geschäftsführer des Plattformbetreibers vorgenommen. Eine detaillierte Dokumentation der Vorgehensweise und die Einzelbewertungen sind im Anhang 10-4 dargelegt.

#### 7.1.1 Erfüllung der inhaltlichen Anforderungen

Die Evaluation durch die beiden Praxispartner ergab über alle inhaltlichen Anforderungen hinweg einen durchgängig hohen Erfüllungsgrad. Für die einzelnen Anforderungen lassen sich folgende Erkenntnisse festhalten.

##### **IA 1: Berücksichtigung aller relevanten Leistungsbestandteile**

Diese Anforderung wurde nach Einschätzung der Praxispartner für beide Lösungskomponenten in den Anwendungsfällen als „**vollständig erfüllt**“ erachtet. In den praktischen Anwendungen konnte gezeigt werden, dass das Rahmenkonzept der Smart-Service-Qualität, ausgehend von der intelligenten Technik über die gesammelten Daten bis hin zu deren Nutzung in digitalen Diensten und persönlichen Dienstleistungen, alle relevanten Bestandteile von Smart Services adressiert. Die Koordinationsebene ermöglicht zudem eine Bewertung der Zusammenführung und Konfiguration der Bestandteile. In den weiteren Aktivitäten des Testverfahrens werden darüber hinaus Methoden und Werkzeuge (z. B. Smart-Service-Blueprinting) eingesetzt, welche ebenfalls eine ganzheitliche Betrachtung ermöglichen.

##### **IA 2: Berücksichtigung der spezifischen Merkmale von Smart Services**

Die Praxispartner bewerteten auch die zweite Anforderung als „**vollständig erfüllt**“. Im Verfahren werden zum einen dienstleistungsspezifische Besonderheiten, wie der hohe Immaterialitätsgrad und der prozessorientierte Charakter, berücksichtigt. Hierfür wurde das Rahmenkonzept beispielsweise entlang der dienstleistungstypischen Potenzial-, Prozess- und Ergebnisdimensionen

strukturiert und Erkenntnisse aus bestehenden Qualitätsmodellen übertragen. Auch in den Aktivitäten des Vorgehensmodells werden die Besonderheiten adressiert, beispielsweise durch die Gestaltung von interaktionsbasierten Testszenarien. Zum anderen werden spezifische Charakteristika von Smart Services, wie der zunehmende Automatisierungsgrad oder die Bedeutung von Daten als Ressource, berücksichtigt. So wurden zum Beispiel neue Qualitätsmerkmale erarbeitet, welche im Rahmen der Tests angewendet und zu neuartigen Einsichten bei den Praxispartnern führten.

### **IA 3: Anpassbarkeit des Betrachtungsumfangs**

Die Anwendungsfälle verdeutlichen, dass das Verfahren zum Testen von unterschiedlichen Typen von Smart Services eingesetzt und an deren zentrale Leistungsbestandteile sowie an das Erkenntnisinteresse angepasst werden kann. Beim Test der biometrischen Customer Journey lag der Betrachtungsschwerpunkt auf prozessbezogenen und koordinativen Testaspekten, bei der smarten Fluggastprognose dagegen auf dem digitalen Dienst und insbesondere auf der Qualität der Informationsvisualisierung. Dabei wird die Anpassbarkeit durch den modularen Aufbau des Rahmenkonzepts ermöglicht. Darüber hinaus umfasst das Vorgehensmodell unterstützende Aktivitäten und Methoden für die Anpassung des Rahmenkonzepts. Auch die Praxispartner sahen die Anforderung daher als „vollständig erfüllt“ an.

### **IA 4: Berücksichtigung der Entwicklung in Ökosystemen**

Auch die vierte inhaltliche Anforderung wurde von den Praxispartnern als „vollständig erfüllt“ bewertet. Die Entwicklung der Smart Services wurde in jedem der drei Anwendungsfälle gemeinsam von mehreren Akteuren durchgeführt. Das Testverfahren berücksichtigt und unterstützt eine kollaborative Entwicklung in mehrerlei Hinsicht. Am Beispiel der smarten Versorgungsleistung für Schlaganfallpatienten konnte gezeigt werden, dass die Bewertung der digitalen Plattform aus der Perspektive unterschiedlicher Akteure durchgeführt werden kann und deren besonderen Interessen berücksichtigen werden. Das Vorgehensmodell unterstützt die Identifikation der relevanten Akteure und ihrer Bedarfe durch den Einsatz von Methoden wie dem Stakeholder-Mapping. Darüber hinaus beinhaltet das Rahmenkonzept spezifische Qualitätsmerkmale für die Bewertung der Koordination von Leistungsbeiträgen, die von unterschiedlichen Ökosystem-Partnern bereitgestellt werden.

### **IA 5: Methodische Unterstützung im Sinne des Service Engineerings**

Bei der Entwicklung der beiden Lösungskomponenten wurden wesentliche Prinzipien und Ansätze des Service Engineerings berücksichtigt, z. B. durch die Strukturelemente des Rahmenkonzepts. Ziel dabei war es, die Kompatibilität mit weiteren methodischen Ansätzen der systematischen Dienstleistungsentwicklung sicherzustellen. Nach Einschätzung der Praxispartner konnte das Verfahren diese Anforderung „vollständig erfüllen“. Allerdings zeigten die Anwendungsfälle, dass die sonstigen Methoden und Werkzeugen, die in den Entwicklungsprojekten der Partner eingesetzt wurden, einen eher geringen Reifegrad aufweisen.

### **IA 6: Beitrag zum Testen in verschiedene Entwicklungsstufen**

Das Verfahren wurde in den drei Anwendungsfällen jeweils zu einem unterschiedlichen Zeitpunkt im Entwicklungsprozess eingesetzt. Das Testen der biometrischen Customer Journey erfolgte beispielsweise bereits während der Konzeption mit dem Ziel, die Gestaltungsideen zu evaluieren und Anforderungen zu identifizieren. Der Test des smarten Prognosedienstes zielte dagegen auf die Identifikation von Schwachstellen und auf eine abschließende Qualitätskontrolle kurz vor der Markteinführung ab. Die Anwendung des Verfahrens in unterschiedlichen Entwicklungsstufen verdeutlicht die Anforderungserfüllung, welche auch von den Praxispartnern als „vollständig erfüllt“ bestätigt wurde. Durch die Operationalisierung der Qualitätsmerkmale über verschiedene

Ebenen hinweg wird zudem eine flexible Anpassung des Rahmenkonzepts an den Reifegrad des zu bewertenden Prototyps ermöglicht. Darüber hinaus trägt der flexible Ansatz des Testverfahrens dazu bei, dass nur Aktivitäten durchgeführt werden, welche einen Mehrwert für ein konkretes Testprojekt stiften. Aufgaben, wie die Gestaltung von Testszenarien oder die Aufbereitung der Testumgebung, können beispielsweise entfallen, sofern bereits ein funktionsfähiger Prototyp in der Pilotphase eingesetzt wird.

#### **IA 7: Identifikation konkreter Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung**

Diese Anforderung adressiert die Bewertung des Verfahrens im Hinblick auf den praktischen Mehrwert für die Anwender. Hierzu ist es notwendig, eine direkte Verbindung zwischen der Qualitätswahrnehmung von Probanden und den Ansatzpunkten sowie konkreten Maßnahmen zur Verbesserung des Testobjekts herzustellen. In jedem Anwendungsfall konnten durch den Einsatz des Testverfahrens konkrete Vorschläge für qualitätssteigernde Maßnahmen identifiziert und im Anschluss umgesetzt werden. Die befragten Praxispartner sahen die Anforderung als **„vollständig erfüllt“** an und betonten die Relevanz der identifizierten Erkenntnisse und Verbesserungsmaßnahmen für die weitere Entwicklung.

### **7.1.2 Verfahrensbezogene Anforderungen**

Darüber hinaus wurde auch die Erfüllung der verfahrensbezogenen Anforderungen von den Praxispartnern bewertet. Nachfolgend werden die Ergebnisse vorgestellt und um theoretische Überlegungen erweitert.

#### **VA 1: Semantische und syntaktische Richtigkeit des Verfahrens**

Zur Herleitung und Gestaltung der beiden Lösungskomponenten wurden bestehende und allgemein anerkannte Ansätze herangezogen. Als Beispiel hierfür dient die Strukturierung des Rahmenkonzepts, die sich einerseits auf das Ebenen-Modell zur Beschreibung von Smart-Service-Systemen (vgl. acatech 2015, S. 17) und andererseits auf die Gestaltungsdimensionen des Service Engineerings (vgl. Bullinger/Schreiner 2006, S. 57) stützt. Darüber hinaus wurde die Notation des Methoden Engineerings zur Verfahrensentwicklung einheitlich und stringent angewendet, weshalb eine syntaktische Richtigkeit als **„vollständig erfüllt“** angesehen wird. Aufgrund der Verwendung von im Service Engineering üblichen Begrifflichkeiten kann zudem von einer semantischen Richtigkeit des Verfahrens ausgegangen werden.

#### **VA 2: Relevanz der Sachverhalte, Schritte und Techniken**

Neben der Berücksichtigung von relevanten Leistungsbestandteilen soll das Verfahren auch alle relevanten Schritte und Techniken aus Anwendersicht abdecken. Die Bewertung durch die Praxispartner nach der Anwendung ergab eine **„vollständige Erfüllung“** dieser Anforderung an das Verfahren. Zudem sind im Vorgehensmodell klare Ziele und Ergebnisse formuliert, welche als Bezugspunkt für alle dargelegten Sachverhalte, Aktivitäten und Techniken gelten und deren Relevanz sicherstellen.

#### **VA 3: Wirtschaftlichkeit der Anwendung**

Die Anforderung nach einer wirtschaftlichen Anwendung ist erfüllt, wenn das Verfahren in einem angemessenen Kosten-Nutzen-Verhältnis eingesetzt werden kann. Die Effektivität, also der Nutzen des Verfahrens zur Identifikation von konkreten Verbesserungsmaßnahmen während der Entwicklung, wurde von den Anwendern als vollständig gegeben bewertet. Dem entgegen steht jedoch der Aufwand, der sich aus der Anwendung der umfangreichen und teilweise komplexen Lösungskomponenten ergibt. Dieser Aufwand wurde von den Anwendungspartnern insbesondere beim erstmaligen Einsatz des Verfahrens als hoch eingestuft und führte zu einem erweiterten

Unterstützungsbedarf. Dennoch betonten die Praxispartner die Angemessenheit des Aufwandes im Verhältnis zu den Folgen einer mangelhaften Qualitätswahrnehmung oder einer fehlenden Nutzerakzeptanz für die entwickelte Leistung. Beide Praxispartner sahen die Anforderung daher als „**größtenteils erfüllt**“ an.

#### **VA 4: Klare und einheitliche Darstellung**

Auch die Anforderung nach einer klaren und einheitlichen Darstellung wurde als „**größtenteils erfüllt**“ bewertet. Zwar sind alle Inhalte des Rahmenkonzepts sowie die einzelnen Verfahrensphasen und -aktivitäten eindeutig beschrieben und einheitlich strukturiert. Allerdings wurde in den Anwendungsfällen deutlich, dass die generischen Bezeichnungen innerhalb des Rahmenkonzepts für Anwender aus der Praxis teilweise zu abstrakt sind. Begriffe, wie „vernetzte physische Objekte“ oder ein „epistemischer Nutzen“, sind erklärungsbedürftig und wurden erst nach ihrer Operationalisierung für ein konkretes Testobjekt klar verständlich.

#### **VA 5: Vergleichbarkeit von Ergebnissen und mit anderen Verfahren**

Da bisher kein ähnliches Verfahren vorliegt, kann kein direkter Vergleich vorgenommen werden. Allerdings wurde gemäß dem Grundprinzip des Service Engineerings bei der Gestaltung auf bestehende Ansätze aus benachbarten Entwicklungsdisziplinen zurückgegriffen. So diente zum Beispiel der fundamentale Testprozess des Software-Engineerings als Grundlage für die Entwicklung des Testverfahrens. Darüber hinaus wurden Merkmale und Kriterien bestehender Qualitätsansätze der einzelnen Leistungsbestandteile in das Rahmenkonzept integriert. Die praktische Anwendung verdeutlichte jedoch auch, dass die Entwicklungsprojekte nicht immer unter Zuhilfenahme von strukturierten Ansätzen durchgeführt werden. Zwar passt das Verfahren nach Ansicht der Praxispartner grundsätzlich zur Entwicklungslogik, ist jedoch deutlich systematischer und strukturierter als die bisher eingesetzten Methoden und Werkzeuge. Die Anforderung wurde dennoch als „**größtenteils erfüllt**“ angesehen.

#### **VA 5: Systematischer Aufbau des Verfahrens**

Bei der Konzeption des Verfahrens wurden die Prinzipien des Methoden Engineerings angewendet, welche eine systematische und konsistente Beschreibung von Methoden und ihren Bestandteilen vorgibt. Darüber hinaus wurden beide Lösungskomponenten in das ZHO-Modell des System-Engineerings eingeordnet und ihre Beziehung zueinander verdeutlicht. Die Anforderung nach einem systematischen Aufbau des Verfahrens wurde dagegen von beiden Praxispartnern als „**vollständig erfüllt**“ wahrgenommen.

### **7.1.3 Zusammenfassende Bewertung der Anwendung**

Die vorliegende Arbeit zielte darauf ab, ein Verfahren zu entwickeln, das Unternehmen dazu befähigt, die Qualität von Smart Services während der Entwicklung mit Anspruchsgruppen zu testen und systematisch zu steigern. Hierfür wurden zwei Lösungskomponenten entwickelt. Die erste Lösungskomponente stellt das integrative Rahmenkonzept der Smart-Service-Qualität dar, welches eine systematische Bewertung anhand von bestehenden und neuen Qualitätsmerkmalen ermöglicht. Die zweite Lösungskomponente, das Vorgehensmodell, beschreibt die Durchführung des Qualitätstests anhand von Zielen, Aktivitäten und Ergebnissen. Durch den Einsatz der bereitgestellten Methoden und Techniken wird das Rahmenkonzept systematisch für die Qualitätsbewertung in einem spezifischen Anwendungsfall angepasst und die Nutzung des darin enthaltenen Gestaltungswissens anwendbar gemacht.

Das Verfahren wurde in drei realen Entwicklungsprojekten angewendet, welche sich im Hinblick auf den Typ des zu entwickelnden Smart Service, den Entwicklungsstand, das Erkenntnisinteresse der

Unternehmenspartner und die Anwendungsbranche unterschieden. Von einer Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf weitere Projekte des Smart-Service-Engineerings wird daher ausgegangen. Mithilfe des Tests konnten in den Anwendungsfällen konkrete Ansatzpunkte zur Qualitätsverbesserung der Entwicklungsgegenstände identifiziert werden, welche von den Praxispartnern als relevant eingestuft wurden. Damit leistet das Verfahren einen wesentlichen Beitrag zur dargestellten Zielstellung der Arbeit. Die detaillierte Betrachtung der inhaltlichen und verfahrensspezifischen Anforderungen bestärkt diese Erkenntnis. Tabelle 7-1 fasst die Bewertung der Praxispartner zum Erfüllungsgrad übersichtlich zusammen.

**Tabelle 7-1:** Bewertung der Anforderungen durch die Praxispartner

Nr.	Anforderung	Erfüllungsgrad
IA 1	Berücksichtigung der relevanten Leistungsbestandteile	●
IA 2	Berücksichtigt der spezifischen Merkmale von Smart Services	●
IA 3	Anpassbarkeit im Hinblick auf den Betrachtungsumfang	●
IA 4	Berücksichtigung der Entwicklung in Ökosystemen	●
IA 5	Methodische Unterstützung im Sinne des Service Engineerings	●
IA 6	Beitrag zum Testen in verschiedenen Entwicklungsstufen	●
IA 7	Identifikation konkreter Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung	●
VA 1	Semantische und syntaktische Richtigkeit	●
VA 2	Relevanz der Sachverhalte, Schritte und Techniken	●
VA 3	Wirtschaftlichkeit bei der Anwendung	◐
VA 4	Klare und einheitliche Darstellung	◐
VA 5	Vergleichbarkeit von Ergebnissen und mit anderen Verfahren	◐
VA 6	Systematischer Aufbau des Verfahrens.	●
Legende:		● vollständig erfüllt ● größtenteils erfüllt ◐ teilweise erfüllt [...]

Trotz der durchgängig positiven Bewertung des Verfahrens durch die Praxispartner wurden in der Anforderungsevaluation auch Grenzen des Verfahrens ersichtlich. Dazu zählen zum einen die Komplexität des Verfahrens und der daraus entstehende Aufwand der Anwendung. Durch den Leistungsumfang und den Charakter von Smart Services bedingt, sind bei der Qualitätsbewertung vielfältige Aspekte zu berücksichtigen. Die daraus resultierende Anzahl an relevanten Qualitätsmerkmalen im Rahmenkonzept kann auf Anwender ohne Erfahrungswerte unübersichtlich wirken und erforderte in den Anwendungsfällen eine zusätzliche Unterstützung durch einen erfahrenen Anwender. Obwohl die beschriebenen Aktivitäten und Methoden des Vorgehensmodells auf eine schrittweise Reduktion der Qualitätsmerkmale und Fokussierung auf das konkrete Testobjekt abzielen, besteht an dieser Stelle Verbesserungspotenzial.

Neben dem Umfang erhöht auch die generische Bezeichnung der Einflussfaktoren und Bewertungskriterien die Komplexität und erschwert eine eigenständige Anwendung in Unternehmen. Da das Verfahren für unterschiedliche Anwendungsbereiche und Typen von Smart Services gestaltet wurde, war ein hoher Abstraktionsgrad der inhaltlichen Beschreibung in der Konzeption jedoch unerlässlich. Um den Widerspruch zwischen generischer Anwendbarkeit und klarer Verständlichkeit der Verfahrensinhalte aufzulösen, könnten spezifische Anwendungsmodelle für bestimmte Branchen oder Typen von Smart Services vorkonfiguriert werden.

Einen weiteren Aspekt, der bisher eine ausführliche Hilfestellung bei der Anwendung des Verfahrens notwendig machte, stellt die wenig systematische Vorgehensweise und der lückenhafte Einsatz von Methoden in der Unternehmenspraxis dar. Das Testverfahren beschreibt alle relevanten Aktivitäten, welche zur Generierung der relevanten Informationen benötigt werden. Eine systematische Erarbeitung und Dokumentation von Entwicklungsartefakten könnten die Anzahl der im Test durchzuführenden Aktivitäten jedoch deutlich reduzieren. Die eigens für den Test erarbeiteten Artefakte (z. B. Smart-Service-Blueprints) wurden auch für die weitere Entwicklung als hilfreich angesehen. Der entstandene Aufwand für das Testen kann vor diesem Hintergrund relativiert werden, was sich in der Bewertung der Praxispartner zur Wirtschaftlichkeit des Verfahrens auch widerspiegelt. Diese Herausforderung ist daher losgelöst vom Verfahren zu betrachten und zeigt ein allgemeines Handlungsfeld für ein durchgängiges Smart-Service-Engineering auf. Ungeachtet der kleineren Einschränkungen kann aus den positiven Ergebnissen auf eine hohe Anwendbarkeit und einen großen praktischen Mehrwert des Verfahrens geschlossen werden.

## **7.2 Diskussion des wissenschaftlichen Beitrags**

Neben dem praktischen Nutzen für Unternehmen wird nachfolgend der wissenschaftliche Erkenntnisgewinn der beiden Lösungskomponenten entlang des identifizierten Forschungsbedarfs und der abgeleiteten inhaltlichen Teilziele (vgl. Kapitel 1.2) reflektiert.

### **7.2.1 Verständnis und Bewertung von Smart-Service-Qualität**

Die Analyse der wissenschaftlichen Literatur in Kapitel 2 hat verdeutlicht, dass die Qualität von Smart Services bisher nicht ausreichend erforscht wurde. Insbesondere konnte ein Bedarf zur Entwicklung von Ansätzen und Konzepten identifiziert werden, welche zu einem besseren Verständnis der Qualitätswahrnehmung beitragen und deren Bewertung mit verschiedenen Anspruchsgruppen ermöglichen (vgl. Maglio/Lim 2016, S. 16; Dreyer 2019, S. 64). Dieser Bedarf wurde in der vorliegenden Arbeit mit der Entwicklung eines Rahmenkonzepts der Smart-Service-Qualität aufgegriffen. Bei der Gestaltung wurde zum einen berücksichtigt, dass für die einzelnen Leistungsbestandteile, wie zum Beispiel digitale Dienste oder persönliche Dienstleistungen, bereits empirisch abgesicherte Erkenntnisse vorliegen. Die bekannten Qualitätsmerkmale, Einflussfaktoren und Bewertungskriterien wurden analysiert und überschneidungsfrei in das Rahmenkonzept überführt. Darüber hinaus erfolgte eine Vereinheitlichung der hierarchischen Dimensionierung und der verwendeten Bezeichnungen von Qualitätsmerkmalen über die verschiedenen Modelle und Fachdisziplinen hinweg. Zum anderen wurden bei der inhaltlichen Gestaltung des Rahmenkonzepts neue Qualitätsmerkmale definiert. Basierend auf einer strukturierten Literaturanalyse und qualitativen Expertengesprächen wurden die Besonderheiten von Smart Services detailliert untersucht und dedizierte Qualitätsmerkmale für Smart Services abgeleitet. Analog zu den bereits bekannten Merkmalen wurden die Qualitätsmerkmale über die Beschreibung von qualitätsbeeinflussenden Faktoren und Bewertungskriterien für den Einsatz im Testverfahren operationalisiert. Zu den neuen Qualitätsmerkmalen zählen beispielsweise die „Anpassungsfähigkeit“ und „Kontrolle“ der Smart Services, welche im Zuge einer zunehmend datenbasierten und automatisierten Leistungserbringung an Bedeutung gewinnen. Das Rahmenkonzept leistet daher einen wichtigen Beitrag zur Erweiterung des bestehenden Erkenntnisstandes und ermöglicht eine systematische Bewertung der wahrgenommenen Smart-

Service-Qualität. Die ersten beiden Teilziele dieser Arbeit können damit als erfüllt betrachtet werden (vgl. Kapitel 1.2).

Bei der Gestaltung des Rahmenkonzepts wurde eine Vielzahl an generisch formulierten Qualitätsmerkmalen aufgenommen, welche im Test an den jeweiligen Anwendungsfall anzupassen sind. Damit wurde der im Stand der Technik identifizierten Anforderung nach ganzheitlichen Ansätzen zur Qualitätsbewertung von soziotechnischen Systemen, welche alle Leistungsbestandteile berücksichtigen, entsprochen (vgl. Brogt et al. 2017, S. 7). Zum anderen wird die situativ angepasste Leistungskonfiguration, ein Wesensmerkmal von Smart Services, entsprechend berücksichtigt. Diesem Vorteil steht jedoch auch die Einschränkung gegenüber, dass es sich nicht um eine empirisch validierte Bewertungsskala, wie zum Beispiel SERVQUAL, handelt. Solche Bewertungsinstrumente wurden für einen bestimmten Leistungstyp entwickelt und können für diesen nahezu unreflektiert angewendet werden. Das Rahmenkonzept erfordert dagegen eine überlegte Anpassung auf einen konkreten Anwendungsfall eines Smart Services. Ein Vorteil des integrativen Ansatzes besteht allerdings darin, dass eine Weiterentwicklung des Rahmenkonzepts und eine Integration von neuen Qualitätsmerkmalen gefördert werden. Beide Maßnahmen ermöglichen es, flexibel auf technologischen Fortschritt oder auf gesellschaftliche Veränderung zu reagieren.

## **7.2.2 Beitrag zur Forschungsdisziplin Smart-Service-Engineering**

Ein weiteres Ziel der Arbeit bestand darin, einen Beitrag zu der sich aktuell entwickelnden Disziplin des Smart-Service-Engineerings zu leisten. Bei der Betrachtung des bisherigen Stands der Technik wurde ersichtlich, dass bereits erste Entwicklungsansätze vorhanden sind. Diese folgen mehrheitlich einer agilen Entwicklungslogik und rücken somit ein frühzeitiges und wiederkehrendes Testen des Entwicklungsstandes mit Anspruchsgruppen in den Mittelpunkt. Als konkreten Forschungsbedarf wurde die Entwicklung von neuen Methoden genannt, welche die spezifischen Merkmale von Smart Services berücksichtigen und die einzelnen Entwicklungsaktivitäten unterstützen (vgl. Marx et al. 2020, S. 1075). Hierbei wird in der wissenschaftlichen Literatur darauf verwiesen, dass Methoden nicht zwingend komplett neu entwickelt werden müssen, sondern auch durch Kombination bestehender Ansätze und Ergänzung um neue Aspekte für die Entwicklung von Smart Services angepasst werden können (vgl. Anke et al. 2020b, S. 955). Daher erfolgte zunächst eine Betrachtung der Ansätze aus angrenzenden Disziplinen. Dies führte jedoch zur Erkenntnis, dass für das zunehmend bedeutsame Testen von immateriellen und interaktiven Leistungen mit Anspruchsgruppen bislang kein ausreichend ausdifferenzierter Ansatz vorlag, welcher direkt übernommen und erweitert werden konnte (vgl. Spath et al. 2014a, S. 164). Als Aufgabenstellung für die vorliegende Arbeit wurde daher die Gestaltung eines eigenständigen Verfahrens zum Testen von Smart Services gewählt. Dieses neue Verfahren beinhaltet eine detaillierte Darstellung von Zielen, Ergebnissen, durchzuführenden Aktivitäten, Methoden und Empfehlungen. Das in dieser Arbeit vorgestellte Testverfahren schließt somit die identifizierte Forschungslücke – die in Kapitel 1.2 genannten inhaltlichen Teilziele drei und vier können daher ebenfalls als erfüllt angesehen werden.

Darüber hinaus ergeben sich weitere relevante Erkenntnisse für die Disziplin des Smart-Service-Engineerings. Mit dem Verfahren sollen unterschiedliche Entwicklungsprojekte unterstützt werden. Daher wurde das Verfahren so gestaltet, dass die Auswahl und Reihenfolge der Testaktivitäten innerhalb der Verfahrensphasen flexibel an den Einsatzzeitpunkt und die Logik des Entwicklungsprojekts anpassbar sind. Die Anwendungsfälle zeigten, dass je nach Entwicklungsprojekt und vorliegenden Vorarbeiten unterschiedliche Aktivitäten zur Vorbereitung

des Tests notwendig waren und die Flexibilität des Vorgehensmodells einen Mehrwert für die Unternehmen darstellte. Die Gestaltung weiterer Methoden für das Smart-Service-Engineering können auf dieser Erkenntnis aufsetzen und einen ähnlichen Ansatz verfolgen, um eine breite Anwendbarkeit zu fördern. Mit der bewussten Fokussierung auf die Qualitätswahrnehmung der Technik und der Berücksichtigung von verschiedenen Interaktionsformen kann das Verfahren darüber hinaus einen ersten Eindruck von neuen Methoden und Ansätzen vermitteln, welche ein menschen- und ein technologiezentriertes Dienstleistungsparadigma vereinen (vgl. Keating et al. 2018, S. 768). Auch wenn der Einfluss von intelligenten Technologien und Daten auf die Erbringung von Dienstleistungen stetig zunimmt, sollte die subjektive Wahrnehmung von potenziellen Nutzenden und Mitarbeitenden bei der Entwicklung von qualitativ hochwertigen Smart Services weiterhin von zentraler Bedeutung sein. Nur so können sich die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Potenziale von Smart Services voll entfalten (vgl. Ganz 2020, S. 15).

Einen weiteren Beitrag leistet das entwickelte Verfahren zur aktuell geführten Diskussion über eine zunehmend kollaborative und interdisziplinäre Entwicklung von Smart Services (vgl. Anke et al. 2018, S. 95) und eine zunehmend vernetzte Wertschöpfung über digitale Plattformen in flexiblen Ökosystemen (vgl. acatech 2018, S. 8). So kann das modulare Rahmenkonzept zum Beispiel Unternehmen dabei unterstützen, die Qualitätsbetrachtung auf die Leistungsbeiträge von externen Akteuren im Smart-Service-System zu erweitern, Qualitätsvorgaben zu strukturieren und die Koordinations- und Integrationsleistung als zentrales Element eines Ökosystems zu bewerten. Auf diese Weise kann das Rahmenkonzept dazu beitragen, eine gleichbleibend hohe Qualität von verteilt entwickelten und gemeinsamen erbrachten Smart Services besser sicherzustellen und transparent zu bewerten.

### **7.3 Ausblick**

Ausgehend von den Erkenntnissen aus der praktischen Anwendung und der Einordnung in den wissenschaftlichen Erkenntnisstand werden nachfolgend mehrere Ansatzpunkte für weitere Arbeiten genannt.

Die Anwendung des Verfahrens im Rahmen dieser Arbeit verdeutlicht den positiven Beitrag des Verfahrens für die Entwicklung von Smart Services in Unternehmen. Eine umfassende Wirkung kann das Verfahren jedoch erst entfalten, wenn es als fester Bestandteil in den Entwicklungsprozess eingebunden wird und von den Unternehmen eigenständig und ohne Unterstützung von wissenschaftlichen Partnern angewendet werden kann. Dies erfordert eine Entwicklung von Werkzeugen und Hilfsmitteln, welche die identifizierte Komplexität und teilweise wahrgenommene Unübersichtlichkeit des Rahmenkonzepts reduzieren und eine effiziente, operative Nutzung ermöglichen. Aus diesem Grund wurde bereits mit der Entwicklung des digitalen Werkzeugs „S<sup>2</sup>QUAT“ (kurz für: „Smart Service Quality Testing“) begonnen, in welchem Anwender entlang von Leitfragen und Strukturvisualisierungen durch das Testverfahren geführt werden. Dabei soll die Wahl der relevanten Bewertungsfelder des Rahmenkonzepts sowie die Identifikation der Qualitätsmerkmale und deren Betrachtungstiefe deutlich vereinfacht werden. Somit erhöht das digitale Werkzeug die praktische Anwendbarkeit des Verfahrens und trägt zur Entfaltung seines Potenzials für Unternehmen bei.

Eine weitere Möglichkeit, die Komplexität der Qualitätsbewertung zu reduzieren, ist die bereits angedeutete Vorkonfiguration von spezifischen Anwendungsmodellen aus dem Rahmenkonzept heraus. Dazu können relevante Qualitätsmerkmale für generische Smart Services, wie z. B.

Routenoptimierungen oder prädikative Wartungsleistungen, vorab ausgewählt werden, was den unternehmensindividuellen Auswahlprozess deutlich vereinfachen könnte. Die ausgewählten Qualitätsmerkmale können anschließend auf die besonderen Anforderungen einer Anwendungsdomäne oder eines Absatzmarktes angepasst werden (vgl. Zhang et al. 2019). Solche Anwendungsmodelle stellen darüber hinaus auch die Grundlage für weitere Forschungsarbeiten dar. Zum einen kann die reduzierte Anzahl an Qualitätsmerkmalen in empirischen Untersuchungen für einen bestimmten Anwendungszweck validiert und gewichtet werden. Auf diese Weise kann eine bisher bestehende Einschränkung des Rahmenkonzepts aufgelöst werden. Zum anderen können im Rahmen von empirischen Untersuchungen auch Muster und wechselseitige Wirkungen zwischen den Merkmalen und in Bezug auf die Gesamtqualität untersucht werden. Die dabei entstehenden Erkenntnisse tragen zum vorhandenen Gestaltungswissen bei und unterstützen somit die systematische Entwicklung von qualitativ hochwertigen Smart Services.

Ein weiteres Handlungsfeld ist in der Weiterentwicklung der zur Bewertung herangezogener Qualitätsaspekte zu sehen. Zum einen erfordert der technische Fortschritt eine kontinuierliche Prüfung der Qualitätsmerkmale des Rahmenkonzepts. So führen die Fähigkeiten von lernenden Systemen beispielsweise zu einer zunehmenden Automatisierung und Personalisierung der Leistungserbringung oder ermöglichen neuartige Interaktionsformen an der Schnittstelle zu Nutzern. In Folge könnten zukünftig die kreativen oder empathischen Fähigkeiten solcher Systeme bei der Bewertung der wahrgenommenen Gesamtqualität eine noch stärkere Rolle spielen und müssten im Rahmenkonzept entsprechend hervorgehoben werden. Zum anderen muss das Rahmenkonzept auch vor dem Hintergrund von sich ändernden gesellschaftlichen Werten überprüft und weiterentwickelt werden. In der aktuellen Literatur wird in diesem Zusammenhang die Erweiterung bzw. eine Neubetrachtung des Qualitätsverständnisses im Zuge der digitalen Transformation der Wirtschaft und Gesellschaft diskutiert (vgl. Böhmman et al. 2020, S. 13). Neben bereits im Rahmenkonzept adressierten Aspekten wie der Fairness oder der Transparenz von Algorithmen wird dort auch auf eine steigende Bedeutung von sozialen, ethischen und umweltbezogenen Qualitätsanforderungen hingewiesen. Der integrative Charakter des Rahmenkonzepts unterstützt die Erweiterung und Anpassung der Qualitätsbetrachtung, welche Gegenstand nachfolgender Forschungsarbeiten sein sollte.

Das Angebot von qualitativ hochwertigen Smart Services, welche den zentralen Werten der Gesellschaft entsprechen, unterstützt nicht nur einzelne Unternehmen dabei, sich im Wettbewerb zu positionieren. Eine konsequente Qualitätsorientierung und eine gemeinsame Wertvorstellung für die Gestaltung von Smart Services beinhaltet auch überbetriebliche Potenziale, welche in künftigen Aktivitäten adressiert werden sollten. Die Entwicklung und Durchsetzung eines gemeinsamen, wertebasierten Qualitätsstandards für Smart Services könnte die Positionierung im internationalen Wettbewerb positiv beeinflussen und dabei helfen, zukunftsfähige Wertschöpfung am Hochlohnstandort Deutschland zu sichern (vgl. Spath et al. 2009, S. 324). Smart Services, welche neben den Themen Datenschutz und -sicherheit zusätzlich auch die Werte einer sozialen, ökologischen und wirtschaftlichen Nachhaltigkeit verkörpern, könnten so zu einem begehrten Exportgut werden (vgl. acatech 2015, S. 93). Das Verfahren zum Testen der Qualitätswahrnehmung von Smart Services und seine beiden Lösungskomponenten können sowohl bei der Gestaltung als auch bei der Umsetzung eines solchen Leitbildes eine wesentliche Rolle einnehmen.

## 8 Zusammenfassung

Die zunehmende Ausstattung von physischen Objekten mit Vernetzungsmodulen und Sensorik ermöglicht die Entwicklung und Erbringung von Smart Services in nahezu allen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bereichen. Basierend auf den mit intelligenter Technik gesammelten und auf digitalen Plattformen veredelten Daten können Unternehmen digitale Dienste und persönliche Dienstleistungen bedarfsgerecht zu Smart Services kombinieren und an einen situativen Kontext anpassen. Diese datenbasierte Individualisierung ermöglicht Potenziale für kundenseitige Mehrwerte und anbieterseitige Effizienzsteigerungen. Darüber hinaus eröffnet der Einsatz von weiteren digitalen Technologien – wie Verfahren der künstlichen Intelligenz – zusätzliche Automatisierungspotenziale für eine effizientere Dienstleistungserbringung.

Die Entwicklung von qualitativ hochwertigen Smart Services ist für Unternehmen jedoch mit Herausforderungen verbunden. So können aus dem Einsatz von Sensorik in sensiblen Bereichen oder schwer nachvollziehbaren Algorithmen auch kundenseitige Risiken entstehen, welche sich negativ auf die Akzeptanz der Smart Services auswirken. Um Smart Services entwickeln zu können, deren kundenseitiger Mehrwert diese wahrgenommenen Risiken übersteigen, benötigen Unternehmen umfangreiche Kenntnisse über die Qualitätswahrnehmung von Kunden und Nutzern. Zudem bedarf es Ansätze, um die wahrgenommene Qualität bereits während der Entwicklung bewerten und sicherstellen zu können. Die bisher verfügbaren Modelle zur Qualitätsbewertung eignen sich hierfür nur bedingt, da sie einzelne Leistungsbestandteile monolithisch betrachten und die Charakteristika von Smart Services als komplexe, datenbasierte Leistungsbündel nicht ausreichend berücksichtigen.

Eine weitere Herausforderung resultiert aus dem Defizit an geeigneten Methoden und Werkzeugen, welche eine systematische Entwicklung von Smart Services in Unternehmen unterstützen würden. Bezüglich des genannten Mangels an Kenntnissen über kundenseitige Qualitätsanforderungen rückt die Entwicklungsaktivität des Testens mit Anspruchsgruppen in den Fokus, durch die eine frühzeitige Fehlentwicklungen vermieden und ein späteres Scheitern am Markt verhindert werden kann. Bestehende Verfahren zum Testen beziehen sich oftmals auf das Sicherstellen der Funktionsfähigkeit. Jedoch beziehen sich diese Methoden nicht auf potenzielle Kunden oder sie zielen nicht auf eine ganzheitliche Betrachtung der Qualitätswahrnehmung ab. Um den daraus resultierenden Bedarf zu kompensieren, wird in der vorliegenden Arbeit ein Verfahren zum Testen der wahrgenommenen Qualität in der Entwicklung von Smart Services entwickelt, das zwei Lösungskomponenten umfasst.

Als erste Lösungskomponente wird ein integratives Rahmenkonzept der Smart-Service-Qualität entwickelt, das als Bewertungsgrundlage für einen strukturierten Test in der Entwicklung dient. Die Strukturierung erfolgt einerseits in Anlehnung an bestehende Methoden und Ansätze des Service Engineerings entlang der drei Gestaltungsdimensionen Potenzial, Prozess und Ergebnis. Andererseits werden die unterschiedlichen Bestandteile von Smart Services als strukturierende Elemente herangezogen, um einen direkten Bezug zwischen der Qualitätsbewertung und konkreten Handlungsempfehlungen herzustellen. Neben der intelligenten Technik und Datenbasis, den digitalen Diensten sowie den persönlich erbrachten Dienstleistungen wird dabei auch die Leistungs-koordination berücksichtigt, welche die Zusammenführung der weiteren Leistungsbestandteile zu einer Gesamtlösung adressiert. Durch das Aufspannen der Gestaltungs- und Leistungsperspektive entsteht ein Rahmenkonzept mit zwölf Bewertungsfeldern, deren Teilqualitäten die Grundlage zur Operationalisierung der Smart-Service-Qualität bilden. Die Operationalisierung erfolgt durch die

Zuweisung von Qualitätsmerkmalen zu den Bewertungsfeldern, welche durch eine schrittweise Dekonstruktion zu Einflussfaktoren und Bewertungskriterien ausdifferenziert werden. Diese Kriterien wiederum ermöglichen eine detaillierte Bewertung der Testobjekte.

Die Qualitätsmerkmale wurden zum einen aus bestehenden Qualitätsmodellen in das Rahmenkonzept überführt, einheitlich beschrieben und inhaltlich an die zwölf Bewertungsfelder angepasst. Zum anderen wurden im Rahmen von Expertengesprächen und einer weiterführenden Literaturanalyse dedizierte Qualitätsmerkmale identifiziert, welche den besonderen Charakter von Smart Services adressieren. Auf diese Weise ermöglicht das integrative Rahmenkonzept eine umfassende und ganzheitliche Betrachtung der Smart-Service-Qualität.

Die zweite Lösungskomponente ist ein Verfahren, welches die Durchführung eines Tests von Smart Services mit Anspruchsgruppen auf Basis des entwickelten Rahmenkonzepts detailliert ausführt. Das Verfahren umfasst fünf Phasen, welche anhand von Zielen, Aktivitäten und Techniken sowie von Ergebnissen strukturiert beschrieben werden.

In der ersten Verfahrensphase „Planung und Steuerung“ werden die Grundlagen für den Test der Qualitätswahrnehmung gelegt. Es werden die Testziele und -objekte definiert und ein Zugang zu allen relevanten Entwicklungsinformationen sichergestellt. Darüber hinaus wird eine Steuerung für das Testprojekt initiiert. Die zweite Phase „Analyse“ zielt auf eine detaillierte Untersuchung der Anspruchsgruppen sowie der für sie relevanten Qualitätsmerkmale und Interaktionen mit dem Testobjekt ab. Die Ergebnisse dienen als Ausgangspunkt für die dritte Phase „Testentwurf“. In dieser erfolgt die Gestaltung von konkreten Testszenarien, in denen die Testprobanden den Smart Service im Hinblick auf die wahrgenommene Qualität bewerten. Neben der Beschreibung von Interaktionssituationen gilt es zudem, eine geeignete Darstellung der Prototypen für die Bewertung zu planen. Im abschließenden Schritt werden die identifizierten Qualitätsmerkmale an die Wiedergabebetreiber der Prototypen und die entwickelten Testszenarien angepasst und für die Bewertung anwendbar gemacht. In der vierten Verfahrensphase „Durchführung“ werden die gestalteten Testszenarien vorbereitet und realisiert. Eine weitere wesentliche Aktivität besteht in der Dokumentation und Aufbereitung der Ergebnisse. Diese werden in der fünften Verfahrensphase „Abschluss“ interpretiert und entsprechende Handlungsmaßnahmen abgeleitet. Darüber hinaus erfolgt eine kritische Reflektion der durchgeführten Testaktivitäten und es wird ein zusammenfassender Testbericht erstellt, der als Grundlage für die weitere Entwicklungsarbeit dient.

Die Praxistauglichkeit des entwickelten Verfahrens wird durch dessen Anwendung in drei Entwicklungsprojekten in Kooperation mit Unternehmen nachgewiesen, welche sich hinsichtlich des betrachteten Smart-Service-Typs, des Entwicklungsstandes und der Anwendungsbranche voneinander unterscheiden. Zwei der Entwicklungsprojekte wurden in Kooperation mit einem Flughafenbetreiber durchgeführt, ein weiteres mit dem Betreiber einer digitalen Versorgungsplattform für Schlaganfallpatienten. In allen drei Anwendungsfällen wird gezeigt, dass mit dem Verfahren zum Testen der Qualitätswahrnehmung relevante Verbesserungspotenziale identifiziert und in konkrete Handlungsempfehlungen überführt werden können. Der modulare Aufbau des Rahmenkonzepts und die Auswahl der durchzuführenden Testaktivitäten gewährleisten eine flexible Anpassung und Übertragbarkeit des Verfahrens auf weitere Anwendungsfälle. Somit stellt das Verfahren eine wertvolle Unterstützung für Unternehmen bei der Umsetzung eines systematischen Smart-Service-Engineerings und dem Sicherstellen einer hohen Qualität ihrer Lösungen dar.

## 9 Literatur

- ABDEL RAZEK, A.R., C. VAN HUSEN, M. PALLOT und S. RICHIR, 2017. Innovation by Service Prototyping. Design Dimensions & Attributes, Key Design Aspects, & Toolbox. In: R. JARDIM-GONCALVES, Hg. „*Engineering, technology & innovation management beyond 2020: new challenges, new approaches*“. 2017 International Conference on Engineering, Technology, and Innovation (ICE/ITMC): conference proceedings. Piscataway, NJ: IEEE, S. 587-592. ISBN 978-1-5386-0774-9.
- ABDEL RAZEK, R.A., C. VAN HUSEN und S. IMRAN, 2017. Introduction to a Service Prototyping Tool Box. In: Y. HARA und D. KARAGIANNIS, Hg. *Serviceology for Services*. Cham: Springer International Publishing, S. 135-143. ISBN 978-3-319-61239-3.
- ABDEL RAZEK, R.A., M. RABAN, A. HENGELS und C. VAN HUSEN, 2020. Einführung. In: C. VAN HUSEN und J. OVTCHAROVA, Hg. *Multidimensionales Service Prototyping*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 1-45. ISBN 978-3-662-60731-2.
- ACATECH – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN, Hg., März 2015. *Smart Service Welt - Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft. Abschlussbericht*. Berlin.
- ACATECH - DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN, Hg., April 2016. *Smart Service Welt: Digitale Serviceplattformen - Praxiserfahrungen aus der Industrie* [online]. Best Practices. München.
- ACATECH - DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN, Hg., 2018. *Smart Service Welt 2018. Wo stehen wir? Wohin gehen wir?* [online]. München.
- AKAKA, M.A. und G. PARRY, 2019. Value-in-Context: An Exploration of the Context of Value and the Value of Context. In: P.P. MAGLIO, C.A. KIELISZEWSKI, J.C. SPOHRER, K. LYONS, L. PATRÍCIO und Y. SAWATANI, Hg. *Handbook of Service Science, Volume II*. Cham: Springer International Publishing, S. 457-477. ISBN 978-3-319-98511-4.
- AKTER, S., J. D'AMBRA und P. RAY, 2013. Development and validation of an instrument to measure user perceived service quality of mHealth [online]. *Information & Management*, **50**(4), 181-195. ISSN 0378-7206. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.im.2013.03.001.
- ALAM, I. und C. PERRY, 2002. A customer-oriented new service development process [online]. *Journal of Services Marketing*, **16**(6), 515-534. ISSN 0887-6045. Verfügbar unter: doi:10.1108/08876040210443391
- ALBERS, A. Five Hypotheses about Engineering Processes and their Consequences. In: *Proceedings of the TMCE 2010*.
- ALBERS, A. und A. BRAUN, 2011. A generalised framework to compass and to support complex product engineering processes [online]. *International Journal of Product Development*, **15**(1/2/3), 6. ISSN 1477-9056. Verfügbar unter: doi:10.1504/IJPD.2011.043659
- ALBERS, A., M. BEHRENDT, S. KLINGLER und K. MATROS, 2016. Verifikation und Validierung im Produktentstehungsprozess. In: U. LINDEMANN, Hg. *Handbuch Produktentwicklung*. München: Hanser, S. 541-569. ISBN 978-3-446-44518-5.
- ALLMENDINGER, G. und R. LOMBREGLIA, 2005. Four Strategies for the Age of Smart Services. *Harvard Business Review*, 131-145.

- ANKE, J., 2019. Design-integrated financial assessment of smart services [online]. *Electronic Markets*, **29**(1), 19-35. ISSN 1019-6781. Verfügbar unter: doi:10.1007/s12525-018-0300-y
- ANKE, J., J. POEPELBUSS und R. ALT, 2020a. It Takes More than Two to Tango: Identifying Roles and Patterns in Multi-Actor Smart Service Innovation [online]. *Schmalenbach Business Review*, **72**(4), 599-634. ISSN 1439-2917. Verfügbar unter: doi:10.1007/s41464-020-00101-2
- ANKE, J., J. POEPELBUSS und R. ALT, 2020b. Joining Forces: Understanding Organizational Roles in Inter-organizational Smart Service Systems Engineering. In: N. GRONAU, M. HEINE, K. POUSTCCHI und H. KRASNOVA, Hg. *Proceedings der 15. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik 2020*: GITO Verlag, S. 939-954. ISBN 9783955453350.
- ANKE, J., K. MEYER, R. ALT, J. HOLZE und E. KAHLERT, 2018. Lernen aus Anwendung: Transferorientierte Entwicklung von Methoden für das Smart Service Engineering. In: K. MEYER, S. KLINGNER und C. ZINKE, Hg. *Service Engineering*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 91-107. ISBN 978-3-658-20904-9.
- ARNOLD, C., J. LINDENMEIER, M. RECKENFELDERBÄUMER und H.-M. HODGES, 2018. Zu den Herausforderungen der Informatisierung der Service-Ökonomie aus einzelwirtschaftlicher Sicht. In: C. ARNOLD und H. KNÖDLER, Hg. *Die informatisierte Service-Ökonomie*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 3-20. ISBN 978-3-658-21527-9.
- ATZORI, L., A. IERA und G. MORABITO, 2010. The Internet of Things: A survey [online]. *Computer Networks*, **54**(15), 2787-2805. ISSN 1389-1286 [Zugriff am: 14. Februar 2018]. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.comnet.2010.05.010
- AURICH, J.C. und S. WALTEMODE, 2012. Qualität technischer Produkt-Service Systeme. *wt Werkstattstechnik online*, **102**(7/8), 508-512. wt Werkstattstechnik online.
- AWAD und KRISHNAN, 2006. The Personalization Privacy Paradox: An Empirical Evaluation of Information Transparency and the Willingness to Be Profiled Online for Personalization [online]. *MIS quarterly*, **30**(1), 13. ISSN 0276-7783. Verfügbar unter: doi:10.2307/25148715
- BACKHAUS, K. und A. AWAN, 2019. The Paradigm Shift in Customer Analysis: Marketing or IT-Driven? In: K. BERGENER, M. RÄCKERS und A. STEIN, Hg. *The Art of Structuring*. Cham: Springer International Publishing, S. 337-349. ISBN 978-3-030-06233-0.
- BACKHAUS, K., J. BECKER, D. BEVERUNGEN, M. FROHS, R. KNACKSTEDT, O. MÜLLER, M. STEINER und M. WEDDELING, 2010. Vermarktung hybrider Leistungsbündel. Das ServPay-Konzept. Berlin Heidelberg: Springer, ISBN: 987-3-642-12830-1.
- BACKHAUS, K. und P. GAUSLING, 2015. Markenrelevanz auf Industriegütermärkten. In: K. BACKHAUS und M. VOETH, Hg. *Handbuch Business-to-Business-Marketing. Grundlagen, Geschäftsmodelle, Instrumente des Industriegütermarketing. 2.*, vollständig überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 365-383. ISBN 978-3-8349-4681-2.
- BACKHAUS, K., 2019. Produktvorteil oder Nutzensvorteil im Spannungsfeld zwischen Ingenieuren und Wirtschaftlern. In: K. BACKHAUS und P. BUFF, Hg. *MarktLab 2.0*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 7-17. ISBN 978-3-662-55151-6.
- BAE, J.D. und S.C. LEEM, 2014. A visual interactive method for service prototyping [online]. *Managing Service Quality: An International Journal*, **24**(4), 339-362. ISSN 0960-4529. Verfügbar unter: doi:10.1108/MSQ-12-2013-0281
- BAIER, M., E. BÜLLESFELD, J. LINK und A. SCHIEFER, November 2018. *Leitfaden zur Bewertung von Self Services. Future Self Service II*.

- BAINES, T.S., H.W. LIGHTFOOT, S. EVANS, A. NEELY, R. GREENOUGH, J. PEPPARD, R. ROY, E. SHEHAB, A. BRAGANZA, A. TIWARI, J.R. ALCOCK, J.P. ANGUS, M. BASTL, A. COUSENS, P. IRVING, M. JOHNSON, J. KINGSTON, H. LOCKETT, V. MARTINEZ, P. MICHELE, D. TRANFIELD, I.M. WALTON und H. WILSON, 2007. State-of-the-art in product-service systems [online]. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, **221**(10), 1543-1552. ISSN 0954-4054. Verfügbar unter: doi:10.1243/09544054JEM858
- BANERJEE, M., 2014. Misalignment and Its Influence on Integration Quality in Multichannel Services. *Journal of Service Research*, **17**(4), 460-474. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670514539395
- BARILE, S., R. LUSCH, J. REYNOSO, M. SAVIANO und J. SPOHRER, 2016. Systems, networks, and ecosystems in service research. *Journal of Service Management*, **27**(4), 652-674. ISSN 1757-5818. Verfügbar unter: doi:10.1108/JOSM-09-2015-0268
- BARNUM, C.M., 2020. *Usability testing essentials. Ready, set ... test!* 2nd edition. Cambridge: Elsevier. ISBN 978-0-12-816942-1.
- BAUER, H.H., T. FALK und M. HAMMERSCHMIDT, 2006. eTransQual: A transaction process-based approach for capturing service quality in online shopping. *Journal of Business Research*, **59**(7), 866-875. ISSN 01482963. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.jbusres.2006.01.021
- BAUER, W. und M. DANGELMAIER, 2016. Virtuelles Engineering. In: U. LINDEMANN, Hg. *Handbuch Produktentwicklung*. München: Hanser, S. 939-942. ISBN 978-3-446-44518-5.
- BAUMGARTNER, M., M. KLONK, H. PICHLER, R. SEIDL und S. TANCZOS, 2018. *Agile Testing. Der agile Weg zur Qualität. 2.*, überarbeitete und erweiterte Auflage. München: Hanser Verlag. ISBN 978-3-446-45292-3.
- BECKER, J., W. PROBANDT und O. VERING, 2012. *Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-642-30411-8.
- BECKER, J., B. NIEHAVES, J. PÖPPELBUß, K. ORTBACH, R. PLATTFAUT, M. VOIGT und A. Malsbender, 2015. *Service Design. Mit der Quadromo-Methode von der Idee zum Konzept*. Berlin Heidelberg: Springer Gabler. ISBN: 987-3-662-46580-6.
- BENKENSTEIN, M. und A. von STENGLIN, 2006. Innovationsmanagement im Service-Marketing: Neue Geschäfte für den Service erschließen. In: H.-J. BULLINGER und A.-W. SCHEER, Hg. *Service Engineering*. [New York]: Springer Berlin Heidelberg, S. 271-295. ISBN 978-3-540-29473-3.
- BERITELLI, P. und T. BIEGER, 2020. Automatisierung und Personalisierung von persönlichen Dienstleistungen im Tourismus – Zum Kundenwert der persönlichen Dienstleistung. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Automatisierung und Personalisierung von Dienstleistungen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 491-505. ISBN 978-3-658-30165-1.
- BERTSCHE, B. und H.-J. BULLINGER, 2007. *Entwicklung und Erprobung innovativer Produkte - Rapid Prototyping. Grundlagen, Rahmenbedingungen und Realisierung*. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. VDI-Buch. ISBN 978-3-540-69879-1.
- BEVAN, N. und M. MACLEOD, 1994. Usability measurement in context [online]. *Behaviour & Information Technology*, **13**(1-2), 132-145. ISSN 0144-929X. Verfügbar unter: doi:10.1080/01449299408914592
- BEVERUNGEN, D., C. BARTELHEIMER und V. WOLF, 2019a. Smart Service Systems als Handlungsfeld einer konvergierenden Dienstleistungsforschung. In: V. STICH, J.H. SCHUMANN, D.

- BEVERUNGEN, G. GUDERGAN und P. JUSSEN, Hg. *Digitale Dienstleistungsinnovationen*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 227-243. ISBN 978-3-662-59516-9.
- BEVERUNGEN, D., D. KUNDISCH und N. WÜNDERLICH, 2021. Transforming into a platform provider: strategic options for industrial smart service providers. *Journal of Service Management*, **32**(4), 507-532. ISSN 1757-5818. Verfügbar unter: doi:10.1108/JOSM-03-2020-0066.
- BEVERUNGEN, D., H. LÜTTENBERG und V. WOLF, 2017. Recombinant Service System Engineering. In: J.M. LEIMEISTER und W. BRENNER, Hg. *Proceedings der 13. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik*, S. 136-150.
- BEVERUNGEN, D., H. LÜTTENBERG und V. WOLF, 2018. Recombinant Service Systems Engineering [online]. *Business & Information Systems Engineering*, **60**(5), 377-391. ISSN 2363-7005. Verfügbar unter: doi:10.1007/s12599-018-0526-4.
- BEVERUNGEN, D., O. MÜLLER, M. MATZNER, J. MENDLING und J. VOM BROCKE, 2019b. Conceptualizing smart service systems. *Electronic Markets*, **29**(1), 7-18. ISSN 1019-6781. Verfügbar unter: doi:10.1007/s12525-017-0270-5.
- BITKOM E.V und DFKI, Hg., 2017. *Künstliche Intelligenz. Wirtschaftliche Bedeutung, gesellschaftliche Herausforderungen, menschliche Verantwortung*.
- BITNER, M.J., 1992. Servicescapes: The impact of physical surroundings on customers and employees. *Journal of Marketing*, **56**(2), 57-71. Journal of Marketing.
- BITNER, M.J., A.L. OSTROM und F.N. MORGAN, 2008. Service Blueprinting: A Practical Technique for Service Innovation. *California Management Review*, **50**(3), 66-94. California Management Review. Verfügbar unter: doi:10.2307/41166446
- BLÖCHER, K. und R. ALT, 2018. An Approach for Customer-Centered Smart Service Innovation Based on Customer Data Management. In: G. SATZGER, L. PATRICIO, M. ZAKI, N. KÜHL und P. HOTTUM, Hg. *EXPLORING SERVICE SCIENCE. 9th international conference, IESS 2018, Karlsruhe, Germany, September 19-21, 2018 Proceedings*. Cham: Springer, S. 45-58. ISBN 978-3-030-00712-6.
- BLOEMER, J., K.O. de RUYTER und M. WETZELS, 1999. Linking perceived service quality and service loyalty: a multi-dimensional perspective. *European Journal of Marketing*, **33**(11/12), 1082-1106. ISSN 0309-0566.
- BLOMKVIST, J., 2011. *Conceptualising prototypes in service design*. Linköping: Department of Computer and Information Science, Linköpings universitet. Faculty of Arts and Sciences Thesis. 101. ISBN 978-91-7393-158-8.
- BLUT, M., N. CHOWDHRY, V. MITTAL und C. BROCK, 2015. E-Service Quality: A Meta-Analytic Review [online]. *Journal of Retailing*, **91**(4), 679-700. Journal of Retailing. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.jretai.2015.05.004
- BOCK, D.E., J.S. WOLTER und O.C. FERRELL, 2020. Artificial intelligence: disrupting what we know about services [online]. *Journal of Services Marketing*, **34**(3), 317-334. ISSN 0887-6045. Verfügbar unter: doi:10.1108/JSM-01-2019-0047
- BOEHM, B.W., 1979. Guidelines for verifying and validating software requirements and design specifications. *Proceedings Euro IFIP'79, Amsterdam: North-Holland.*, 711-719. Proceedings Euro IFIP'79, Amsterdam: North-Holland.
- BOGNER, A., B. LITTIG und W. MENZ, 2014. *Interviews mit Experten*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-531-19415-8.

- BÖHM, M., A. SCZUDLEK, U. KNEBEL, J.M. LEIMEISTER und H. KRCCMAR, 2010. Qualitätsmanagement bei hybriden Produkten: Ein Ansatz zur Messung der Leistungsqualität hybrider Produkte. In: J.M. LEIMEISTER, H. KRCCMAR, M. HALLE und K. MÖSLEIN, Hg. *Hybride Wertschöpfung in der Gesundheitsförderung. Innovation - Dienstleistung - IT*. Lohmar: Eul Verlag, S. 155-172.
- BÖHMANN, T. und H. KRCCMAR, 2006. Modulare Servicearchitekturen. In: H.-J. BULLINGER und A.-W. SCHEER, Hg. *Service Engineering*. [New York]: Springer Berlin Heidelberg, S. 377-402. ISBN 978-3-540-29473-3.
- BÖHMANN, T., A. ROTH, G. SATZGER, C. GROTHERR, M. SCHYMANIETZ, C. WOLFF, C. BENZ, S. FALK, J. FRANK, W. GANZ, C. HIPPE, J.M. LEIMEISTER und V. STICH, 2020. *HIGH-TECH MEETS HIGH-TOUCH: DIE DIENSTLEISTUNGSWENDE ALS CHANCE FÜR DIE WERTSCHÖPFUNG UND BESCHÄFTIGUNG DER ZUKUNFT. ENTWICKLUNGSLINIEN, FORSCHUNGSFELDER UND EMPFEHLUNGEN FÜR DIE DIENSTLEISTUNGSFORSCHUNG*.
- BÖHMANN, T., J.M. LEIMEISTER und K. MÖSLEIN, 2014a. Service Systems Engineering [online]. *Business & Information Systems Engineering*, **6**(2), 73-79. ISSN 2363-7005. Verfügbar unter: doi:10.1007/s12599-014-0314-8
- BÖHMANN, T., J.M. LEIMEISTER und K. MÖSLEIN, 2014b. Service-Systems-Engineering [online]. Ein zukünftiges Forschungsgebiet der Wirtschaftsinformatik. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK*, **56**(2), 83-90. ISSN 0937-6429. Verfügbar unter: doi:10.1007/s11576-014-0406-6
- BÖHMANN, T., J.M. LEIMEISTER und K. MÖSLEIN, 2018. The New Frontiers of Service Systems Engineering [online]. *Business & Information Systems Engineering*, **60**(5), 373-375. ISSN 2363-7005. Verfügbar unter: doi:10.1007/s12599-018-0553-1
- BOLTON, R.N., J.R. MCCOLL-KENNEDY, L. CHEUNG, A. GALLAN, C. ORSINGHER, L. WITTELL und M. ZAKI, 2018. Customer experience challenges: bringing together digital, physical and social realms [online]. *Journal of Service Management*, **29**(5), 776-808. ISSN 1757-5818. Verfügbar unter: doi:10.1108/JOSM-04-2018-0113
- BORGMEIER, A., A. GROHMANN und S.F. GROSS, Hg., 2017. *Smart Services und Internet der Dinge: Geschäftsmodelle, Umsetzung und Best Practices. Industrie 4.0, Internet of Things (IoT), Machine-to-Machine, Big Data, Augmented Reality Technologie*. München: Hanser. ISBN 978-3-446-45184-1.
- BÖTTCHER, M., 2011. Modellierung von Dienstleistungssystemen. In: D. SPATH und W. GANZ, Hg. *Am Puls wirtschaftlicher Entwicklung. Dienstleistungstrends*. München: Hanser Verlag, S. 51-68. ISBN 978-3-446-42584-2.
- BRADY, M.K. und J. CRONIN, 2001. Some New Thoughts on Conceptualizing Perceived Service Quality: A Hierarchical Approach. *Journal of Marketing*, **65**(3), 34-49. *Journal of Marketing*.
- BREIDBACH, C.F., D. ANTONS und T.O. SALGE, 2016. Seamless Service? On the Role and Impact of Service Orchestrators in Human-Centered Service Systems [online]. *Journal of Service Research*, **19**(4), 458-476. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670516666370
- BREIDBACH, C.F., M. DAVERN, G. SHANKS und I. ASADI-SOMEH, 2019. On the Ethical Implications of Big Data in Service Systems. In: P.P. MAGLIO, C.A. KIELISZEWSKI, J.C. SPOHRER, K. LYONS, L. PATRÍCIO und Y. SAWATANI, Hg. *Handbook of Service Science, Volume II*. Cham: Springer International Publishing, S. 661-674. ISBN 978-3-319-98511-4.

- BRINKKEMPER, S., 1996. Method engineering: engineering of information systems development methods and tools [online]. *Information and Software Technology*, **38**(4), 275-280. ISSN 0950-5849. Verfügbar unter: doi:10.1016/0950-5849(95)01059-9
- BROCKHOFF, K., 2007. Produktinnovation. In: S. ALBERS und A. HERRMANN, Hg. *Handbuch Produktmanagement. Strategieentwicklung - Produktplanung - Organisation - Kontrolle*. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Gabler, S. 19-48. ISBN 978-3-8349-0268-9.
- BROGT, T., B. SCHILLER, J.P.M. SCHULER und S. EICKER, 2017. *The role of quality in sociotechnical systems* [online].
- BROY, M., 2010. *Cyber-Physical Systems. Innovation durch softwareintensive eingebettete Systeme*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. acatech DISKUTIERT. ISBN 978-3-642-14498-1.
- BRUCKS, M., V.A. ZEITHAML und G. NAYLOR, 2000. Price and brand name as indicators of quality dimensions for consumer durables. *Journal of the Academy of Marketing Science*, **28**(3), 359-374. ISSN 0092-0703.
- BRUHN, M. und K. HADWICH, 2017. *Dienstleistungen 4.0 – Erscheinungsformen, Transformationsprozesse und Managementimplikationen*. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Dienstleistungen 4.0. Band 2*. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 3-42. ISBN 978-3-658-17551-1.
- BRUHN, M. und K. HADWICH, 2020. *Automatisierung und Personalisierung als Zukunftsdisziplinen des Dienstleistungsmanagements*. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Automatisierung und Personalisierung von Dienstleistungen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 3-46. ISBN 978-3-658-30165-1.
- von Dienstleistungen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Forum Dienstleistungsmanagement. ISBN 978-3-658-30165-1.
- BRUHN, M., 2002. E-Services — eine Einführung in die theoretischen und praktischen Probleme. In: M. BRUHN und B. STAUSS, Hg. *Electronic Services*. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 3-41. ISBN 978-3-409-11836-1.
- BRUHN, M., 2006. Markteinführung von Dienstleistungen — Vom Prototyp zum marktfähigen Produkt. In: H.-J. BULLINGER und A.-W. SCHEER, Hg. *Service Engineering*. [New York]: Springer Berlin Heidelberg, S. 227-248. ISBN 978-3-540-29473-3.
- BRUHN, M., 2019. *Marketing. Grundlagen für Studium und Praxis*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-658-24472-9.
- BRUHN, M., V. BATT, K. HADWICH und S. MELDAU, 2010. Messung der Qualität in Dienstleistungszentren — am Beispiel eines Flughafens [online]. *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, **80**(4), 351-382. ISSN 0044-2372. Verfügbar unter: doi:10.1007/s11573-009-0348-4
- BÜHLER, P. und P. MAAS, 2017. Transformation von Geschäftsmodellen in einer digitalisierten Welt. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Dienstleistungen 4.0. Band 2*. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 43-70. ISBN 978-3-658-17551-1.
- BULLINGER, H.-J. und P. SCHREINER, 2006. Service Engineering: Ein Rahmenkonzept für die systematische Entwicklung von Dienstleistungen. In: H.-J. BULLINGER und A.-W. SCHEER, Hg. *Service Engineering*. [New York]: Springer Berlin Heidelberg, S. 51-82. ISBN 978-3-540-29473-3.
- BULLINGER, H.-J., J. NEUHÜTTLER, R. NÄGELE und I. WOYKE, 2017b. Collaborative Development of Business Models in Smart Service Eco-Systems. In: *Proceedings of PICMET ,17: Technology Management for an Interconnected World*, S. 130-139.

- BULLINGER, H.-J., K.-P. FÄHNRIK und T. MEIREN, 2003. Service engineering—methodical development of new service products [online]. *International Journal of Production Economics*, **85**(3), 275-287. ISSN 09255273. Verfügbar unter: doi:10.1016/S0925-5273(03)00116-6
- BULLINGER, H.-J., T. MEIREN und R. NÄGELE, 2015. Smart Services in Manufacturing Companies. In: INTERNATIONAL FOUNDATION FOR PRODUCTION RESEARCH -IFPR-, Hg. *23rd International Conference of Production Research*.
- BULLINGER, H.-J., W. GANZ und J. NEUHÜTLER, 2017a. Smart Services – Chancen und Herausforderungen digitalisierter Dienstleistungssysteme für Unternehmen. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Dienstleistungen 4.0. Band 1*. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 97-120. ISBN 978-3-658-17549-8.
- BURGER, T. und C. SCHULTZ, 2014. *Testen neuer Dienstleistungen. Ergebnisse einer empirischen Breitenerhebung bei Anbietern technischer Dienstleistungen* [online]. Stuttgart: Fraunhofer-Verl. Stuttgarter Beiträge zum Testen in der Dienstleistungsentwicklung. Bd 2. ISBN 978-3-8396-0775-6.
- BURGER, T., 2014. *Testen in der Dienstleistungsentwicklung. Ergebnisse einer qualitativen Erhebung bei Anbietern produktbegleitender Dienstleistungen*. Stuttgart: Fraunhofer-Verl. Stuttgarter Beiträge zum Testen in der Dienstleistungsentwicklung. Bd. 1. ISBN 978-3-8396-0653-7.
- BURGER, T., K.-J. KIM und T. MEIREN, 2010. A Structured Test Approach for Service Concepts [online]. *International Journal of Service Science, Management, Engineering, and Technology*, **1**(4), 12-21. *International Journal of Service Science, Management, Engineering, and Technology*. Verfügbar unter: doi:10.4018/jssmet.2010100102
- BUSCHAK, D., C. LERCH und M. GOTSCH, 2014. Messung des Service Value innovativer Dienstleistungen in der Industrie – Eine integrierte Anbieter-Kunden-Perspektive. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Service Value als Werttreiber: Konzepte, Messung und Steuerung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 91-113. ISBN 978-3-658-02139-9.
- BUSSE, R., 1994. Markendesign. In: M. BRUHN, Hg. *Markentechnik, Markenintegration, Markenkontrolle*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. 813-832. ISBN 3-7910-0718-1.
- CAMPBELL, C.S., P.P. MAGLIO und M.M. DAVIS, 2011. From self-service to super-service: a resource mapping framework for co-creating value by shifting the boundary between provider and customer [online]. *Information Systems and e-Business Management*, **9**(2), 173-191. ISSN 1617-9846. Verfügbar unter: doi:10.1007/s10257-010-0142-4
- CARDOSO, J., J. HOXHA und H. FROMM, 2015. Service Analytics. In: J. CARDOSO, H. FROMM, S. NICKEL, G. SATZGER, R. STUDER und C. WEINHARDT, Hg. *Fundamentals of Service Systems*. Cham: Springer International Publishing, S. 179-215. ISBN 978-3-319-23194-5.
- CHRISTENSEN, C.M., T. HALL, K. DILLON und D.S. DUNCAN, 2016. Know Your Customers' "Jobs to Be Done". *Harvard Business Review*, **94**(9), 14. Harvard Business Review.
- CHUANG, P.-T., 2007. Combining Service Blueprint and FMEA for Service Design [online]. *The Service Industries Journal*, **27**(2), 91-104. ISSN 0264-2069. Verfügbar unter: doi:10.1080/02642060601122587
- CICHY, C. und S. RASS, 2019. An overview of data quality frameworks. *IEEE Access*, **7**, 24634-24648. ISSN 2169-3536.
- CLEMENT, R., D. SCHREIBER, P. BOSSAUER und C. PAKUSCH, 2019. Güter in der Internet-Ökonomie. In: R. CLEMENT, D. SCHREIBER, P. BOSSAUER und C. PAKUSCH, Hg. *Internet-Ökonomie*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 27-62. ISBN 978-3-662-59828-3.

- COCCA, S., A.-M. FRANKE und S. SCHELL, 2015. Agile New Service Development in an Interdisciplinary Context [online]. *Technology Innovation Management Review*, **5**, 33-45. ISSN 1927-0321. Verfügbar unter: doi:10.22215/timreview/872
- COLLIER, J.E. und C.C. BIENSTOCK, 2006. Measuring Service Quality in E-Retailing [online]. *Journal of Service Research*, **8**(3), 260-275. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670505278867
- CRONIN, J. und S.A. TAYLOR, 1992. Measuring service quality: a re-examination and extension. *Journal of Marketing*, **56**(3), 55-68. *Journal of Marketing*.
- CURRY, E., 2016. The Big Data Value Chain: Definitions, Concepts, and Theoretical Approaches. In: J.M. CAVANILLAS, E. CURRY und W. WAHLSTER, Hg. *New Horizons for a Data-Driven Economy*. Cham: Springer International Publishing, S. 29-37. ISBN 978-3-319-21568-6.
- DABHOLKAR, P.A., 1996. Consumer evaluations of new technology-based self-service options: an investigation of alternative models of service quality. *International Journal of Research in Marketing*, **13**(1), 29-51. ISSN 01678116.
- DABHOLKAR, P.A., D.I. THORPE und J.O. RENTZ, 1996. A measure of service quality for retail stores: Scale development and validation [online]. *Journal of the Academy of Marketing Science*, **24**(1), 3-16. ISSN 0092-0703. Verfügbar unter: doi:10.1007/bf02893933
- DAVIS, F.D., R.P. BAGOZZI und P.R. WARSHAW, 1989. User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, **35**(8), 982-1003. ISSN 0025-1909.
- DECKER, B., I. KAHN und T. MEIREN, 2011. Modellierung und Simulation von Dienstleistungen. In: D. SPATH und W. GANZ, Hg. *Am Puls wirtschaftlicher Entwicklung. Dienstleistungstrends*. München: Hanser Verlag, S. 43-68. ISBN 978-3-446-42584-2.
- DELEN, D. und H. DEMIRKAN, 2013. Data, information and analytics as services [online]. *Decision Support Systems*, **55**(1), 359-363. ISSN 01679236. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.dss.2012.05.044
- Deutsches Institut für Normung. 33453:2019, *Entwicklung digitaler Dienstleistungssysteme*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Deutsches Institut für Normung. 9000:2015, *Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Deutsches Institut für Normung. 91364:2018, *Leitfaden für die Entwicklung neuer Dienstleistungen zur Elektromobilität*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- DIANA, C., E. PACENTI und R. TASS, 2009. Visualities: Communication tools for (service) design [online]. *Conference Proceedings ServDes.2009; DeThinking Service; ReThinking Design; Oslo Norway 24-26 November 2009*. Conference Proceedings ServDes.2009; DeThinking Service; ReThinking Design; Oslo Norway 24-26 November 2009.
- DONABEDIAN, A., 1966. Evaluating the Quality of Medical Care [online]. *The Milbank Memorial Fund Quarterly*, **44**(3), 166. ISSN 0026-3745. Verfügbar unter: doi:10.2307/3348969
- DONABEDIAN, A., 1980. *Explorations in quality assessment and monitoring*. Ann Arbor, Mich.: Health Administration Press. ISBN 0914904485.
- DONABEDIAN, A., 1985. Twenty Years of Research on the Quality of Medical Care. 1964-1984. *Evaluation & The Health Professions*, **8**(3), 243-265. *Evaluation & The Health Professions*.
- DONABEDIAN, A., 1988. Quality assessment and assurance: unity of purpose, diversity of means. *Inquiry*, **25**(1), 173-192. ISSN 0046-9580.

- DORAN, G.T., 1981. There's a S.M.A.R.T. Way to Write Management's Goals and Objectives. *Management Review*, **70**, 35-36. Management Review.
- DREYER, S., D. OLIVOTTI, B. LEBEK und M.H. BREITNER, 2019. Focusing the customer through smart services: a literature review [online]. *Electronic Markets*, **29**(1), 55-78. ISSN 1019-6781. Verfügbar unter: doi:10.1007/s12525-019-00328-z
- DUMAS, J.S. und J.C. REDISH, 1999. *A practical guide to usability testing*. Exeter, England: Intellect. ISBN 1841500208.
- EDVARDSSON, B., B. TRONVOLL und T. GRUBER, 2011. Expanding understanding of service exchange and value co-creation: a social construction approach [online]. *Journal of the Academy of Marketing Science*, **39**(2), 327-339. ISSN 0092-0703. Verfügbar unter: doi:10.1007/s11747-010-0200-y
- EHRENSPIEL, K. und H. MEERKAMM, 2013. *Integrierte Produktentwicklung. Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit*. 5., überarb. und erw. Aufl. München: Hanser. ISBN 978-3-446-43548-3.
- ENDERS, T. und R. SCHÜRITZ, 2020. Capturing the Value: How to Charge for Smart Services. In: M. MALESHKOVA, N. KÜHL und P. JUSSEN, Hg. *Smart Service Management*. Cham: Springer International Publishing, S. 75-88. ISBN 978-3-030-58181-7.
- ENGELHARDT, S. von, L. WANGLER und S. WISCHMANN, März 2017. *Eigenschaften und Erfolgsfaktoren digitaler Plattformen*.
- ENGELHARDT, W.H., M. KLEINALTENKAMP und M. RECKENFELDERBÄUMER, 1993. Leistungsbündel als Absatzobjekte - Ein Ansatz zur Überwindung der Dichotomie von Sach- und Dienstleistungen, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung. *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*. ISSN 0341-2687.
- ENGELS, G., C. PLASS und F.J. RAMMIG, Hg., 2017. *IT-Plattformen für die Smart Service Welt. Verständnis und Handlungsfelder* [online]. München: Herbert Utz Verlag. acatech Diskussion. ISBN 978-3-8316-4615-9.
- EVERSHEIM, W., V. LIESTMANN und K. WINKELMANN, 2006. Anwendungspotenziale ingenieurwissenschaftlicher Methoden für das Service Engineering. In: H.-J. BULLINGER und A.-W. SCHEER, Hg. *Service Engineering*. [New York]: Springer Berlin Heidelberg, S. 423-442. ISBN 978-3-540-29473-3.
- EXNER, K., 2019. *Prototyping von Produkt-Service Systemen und Smart Services in der Konzeptphase des Entwicklungsprozesses*. ISBN 9783839614570.
- EXNER, K., K. LINDOW, C. BUCHHOLZ und R. STARK, 2014. Validation of Product-Service Systems – A Prototyping Approach [online]. *Procedia CIRP*, **16**, 68-73. ISSN 22128271. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.procir.2014.03.004
- FACCHI, C., S. HEIDPRIEM, J. JÄHNERT, T. JUNG, C. KÖLLNER, A. KRAAS, J. KRAUSE, K. KRÜNING, A. KUGLER, B. MASCHLER, C. SCHLEICHER, D. SIEGRIST, H. SIMON, C. STÖRMER, THÖNNESSEN, DAVID, D. WASSERMANN, M. WEYRICH, T. WIMMER und A. ZELLER, 2018. *VDI-Statusreport-Testen vernetzter Systeme für Industrie 4.0*.
- FÄHNRIK, K.-P. und M. OPTIZ, 2006. Service Engineering – Entwicklungspfad und Bild einer jungen Disziplin. In: H.-J. BULLINGER und A.-W. SCHEER, Hg. *Service Engineering*. [New York]: Springer Berlin Heidelberg, S. 85-110. ISBN 978-3-540-29473-3.

- FASSNACHT, M. und I. KOESE, 2006. Quality of Electronic Services [online]. *Journal of Service Research*, **9**(1), 19-37. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670506289531.
- FELDMANN, N. und J. CARDOSO, 2015. Service Design. In: J. CARDOSO, H. FROMM, S. NICKEL, G. SATZGER, R. STUDER und C. WEINHARDT, Hg. *Fundamentals of Service Systems*. Cham: Springer International Publishing, S. 105-135. ISBN 978-3-319-23194-5.
- FETTKE, P., 2006. State-of-the-Art des State-of-the-Art [online]. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK*, **48**(4). ISSN 0937-6429. Verfügbar unter: doi:10.1007/s11576-006-0057-3
- FLEISCH, E., M. WEINBERGER und F. WORTMANN, 2015. Geschäftsmodelle im Internet der Dinge [online]. *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, **67**(4), 444-465. ISSN 0341-2687. Verfügbar unter: doi:10.1007/BF03373027
- FLICK, U., 2014. Gütekriterien qualitativer Sozialforschung. In: N. BAUR und J. BLASIUS, Hg. *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 411-423. ISBN 978-3-531-17809-7.
- FLIEß, S., S. DYCK und M. SCHMELTER, 2014. Mirror, mirror on the wall – how customers perceive their contribution to service provision [online]. *Journal of Service Management*, **25**(4), 433-469. ISSN 1757-5818. Verfügbar unter: doi:10.1108/JOSM-09-2013-0266
- FLIEß, S. und E. LEXUTT, 2016. Erfolgsfaktoren der Service Transition – eine systematische Literaturanalyse. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Service transformation: Entwicklung vom Produktanbieter zum Dienstleistungsunternehmen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 49-77. ISBN 978-3-658-11096-3.
- FLORIDI, L., J. COWLS, M. BELTRAMETTI, R. CHATILA, P. CHAZERAND, V. DIGNUM, C. LUETGE, R. MADELIN, U. PAGALLO, F. ROSSI, B. SCHAFER, P. VALCKE und E. VAYENA, 2018. AI4People-An Ethical Framework for a Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, and Recommendations [online]. *Minds and machines*, **28**(4), 689-707. ISSN 0924-6495. Verfügbar unter: doi:10.1007/s11023-018-9482-5
- FRANK, M., C. KOLDEWEY, M. RABE, R. DUMITRESCU, J. GAUSEMEIER und A. KÜHN, 2018. Smart Services – Konzept einer neuen Marktleistung [online]. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, **113**(5), 306-311. ISSN 0947-0085. Verfügbar unter: doi:10.3139/104.111913.
- FRANKE, N., E. von HIPPEL und M. SCHREIER, 2006. Finding commercially attractive user innovations: A test of lead-user theory. *Journal of product innovation management*, **23**(4), 301-315. *Journal of product innovation management*.
- FREEMAN, R.E., 1984. *Strategic management. A stakeholder approach* [online]. Boston, Mass.: Pitman. Pitman series in business and public policy. ISBN 9780273019138.
- FREITAG, M. und C. SCHILLER, 2017. Approach to Test a Product-Service System During Service Engineering [online]. *Procedia CIRP*, **64**, 336-339. ISSN 22128271. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.procir.2017.03.059
- FREITAG, M. und O. HÄMMERLE, 2020. Agile Guideline for Development of Smart Services in Manufacturing Enterprises with Support of Artificial Intelligence. In: B. LALIC, V. MAJSTOROVIC, U. MARJANOVIC, G. von CIEMINSKI und D. ROMERO, Hg. *Advances in Production Management Systems. The Path to Digital Transformation and Innovation of Production Management Systems*. Cham: Springer International Publishing, S. 645-652. ISBN 978-3-030-57992-0.
- FREITAG, M. und S. WIESNER, 2019. Smart Service Lifecycle Management [online]. *Industrie 4.0 Management*, **2019**(5), 35-39. ISSN 23649208. Verfügbar unter: doi:10.30844/I40M\_19-5\_S35-39

- FREITAG, M., O. HÄMMERLE und S. WIESNER, 2016. Overview about Service Labs worldwide: Approaches, Methods and Use Cases to test Service across Lifecycle [online]. *Procedia CIRP*, **47**, 549-554. ISSN 22128271. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.procir.2016.03.076
- FRIEND, S.B. und A. MALSHE, 2016. Key Skills for Crafting Customer Solutions Within an Ecosystem [online]. *Journal of Service Research*, **19**(2), 174-191. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670515617154
- FRITZSCHE, A., J.M. JONAS und A. ROTH, 2018. Entwicklung digitaler Servicesysteme – Akteure, Ressourcen und Aktivitäten. In: K. MEYER, S. KLINGNER und C. ZINKE, Hg. *Service Engineering*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 51-61. ISBN 978-3-658-20904-9.
- FURRER, O., J. YU KERGUIGNAS, C. DELCOURT und D.D. GREMLER, 2020. Twenty-seven years of service research: a literature review and research agenda [online]. *Journal of Services Marketing*, **34**(3), 299-316. ISSN 0887-6045. Verfügbar unter: doi:10.1108/JSM-02-2019-0078
- GANZ, W., 2020. Smart Services - Chancen erkennen und nutzen. In: W. BAUER, O. RIEDEL, W. GANZ und S. HERMANN, Hg. *Smart Services. Chancen erkennen und nutzen*, S. 6-18.
- GARVIN, D.A., 1984. What does “product quality” really mean. *MIT Sloan Management Review*, **26**(1), 25-43.
- GARVIN, D.A., 1987. Competing on the Eight Dimensions of Quality. *Harvard Business Review*, **65**(6).
- GEIGENMÜLLER, A., 2017. Interaktionsqualität in digitalen B2B-Service-Encountern – Begriff, Relevanz und Einflussfaktoren. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Dienstleistungen 4.0. Band 1*. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 121-138. ISBN 978-3-658-17549-8.
- GENTSCH, P., 2019. *Künstliche Intelligenz für Sales, Marketing und Service. Mit AI und Bots zu einem Algorithmic Business – Konzepte und Best Practices*. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler. Ebook Inside. ISBN 978-3-658-25375-2.
- GLOHR, T., N. WAHN, M. FRITZ und T. MAIER, 2015. Haptics as an Aspect of the Perceived Quality of Control Devices in Trucks. *Procedia Manufacturing* **3**, 5535-5542. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.promfg.2015.07.721.
- GONCALVES, L., L. PATRÍCIO, J. GRENHA TEIXEIRA und N.V. WÜNDERLICH, 2020. Understanding the customer experience with smart services [online]. *Journal of Service Management*, **31**(4), 723-744. ISSN 1757-5818. Verfügbar unter: doi:10.1108/JOSM-11-2019-0349
- GOUNARIS, S., 2005. Measuring service quality in b2b services: an evaluation of the SERVQUAL scale vis-à-vis the INDSERV scale [online]. *Journal of Services Marketing*, **19**(6), 421-435. ISSN 0887-6045. Verfügbar unter: doi:10.1108/08876040510620193
- GOUTHIER, M., A. GIESE und C. BARTL, 2012. Service excellence models: a critical discussion and comparison. *Managing Service Quality*, **22**(5), 447-464.
- GREENE, J. und C. MCCLINTOCK, 1985. Triangulation in Evaluation [online]. *Evaluation Review*, **9**(5), 523-545. ISSN 0193-841X. Verfügbar unter: doi:10.1177/0193841X8500900501
- GREVE, K., 2018. *Facilitating Co-creation in Living Labs*. University of Cambridge.
- GRÖNROOS, C., 1984. A Service Quality Model and its Marketing Implications [online]. *European Journal of Marketing*, **18**(4), 36-44. ISSN 0309-0566. Verfügbar unter: doi:10.1108/EUM0000000004784

- GRÖNROOS, C., 1988. Service quality: The six criteria of good perceived service quality. *Review of business*, **9**(3), 10-13. ISSN 0034-6454.
- GRÖNROOS, C., 2001. The perceived service quality concept – a mistake? [online]. *Managing Service Quality: An International Journal*, **11**(3), 150-152. ISSN 0960-4529. Verfügbar unter: doi:10.1108/09604520110393386
- GRÖNROOS, C., 2007. *Service management and marketing. Customer management in service competition*: John Wiley & Sons.
- GROVE, S.J. und R.P. FISK, 1992a. Observational Data Collection Methods for Services Marketing: An Overview [online]. *Journal of the Academy of Marketing Science*, **20**(3), 217-224. ISSN 0092-0703. Verfügbar unter: doi:10.1177/0092070392203002.
- GROVE, S.J. und R.P. FISK, 1992b. The Service Experience as Theatre. *Advances in Consumer Research*, **19**, 455-461. Advances in Consumer Research.
- GUDERGAN, G., J. MÜLLER, R. SENDEREK, J. KUNTZ, A. KWIATKOWSKI und D. KRECHTING, 2020. Digitale Transformation durch die Entwicklung datenbasierter Dienstleistungen – Erforschung von Transformationsmustern und Merkmalen datenbasierter Dienstleistungen für die Ableitung des Smart Service Engineerings als Handlungsleitfaden für Unternehmen. In: D. BEVERUNGEN, J.H. SCHUMANN, V. STICH und G. STRINA, Hg. *Dienstleistungsinnovationen durch Digitalisierung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 49-105. ISBN 978-3-662-62143-1.
- GUTZWILLER, T.A., 1994. Methoden-Engineering. In: H.R. HANSEN, H. KRALLMANN, P. MERTENS, A.-W. SCHEER, D. SEIBT, P. STAHLKNECHT, H. STRUNZ, R. THOME und T.A. GUTZWILLER, Hg. *Das CC RIM-Referenzmodell für den Entwurf von betrieblichen, transaktionsorientierten Informationssystemen*. Heidelberg: Physica-Verlag HD, S. 11-39. ISBN 978-3-642-52406-6.
- GWINNER, K.P., M.J. BITNER, S.W. BROWN und A. KUMAR, 2005. Service Customization Through Employee Adaptiveness [online]. *Journal of Service Research*, **8**(2), 131-148. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670505279699
- HAAB, H., D. BIEBER und P. ELFERT, 2019. Zwischen Interaktionsarbeit und Service-Engineering – Auf dem Weg zu einem integrativen Ansatz in der Dienstleistungsforschung. In: V. STICH, J.H. SCHUMANN, D. BEVERUNGEN, G. GUDERGAN und P. JUSSEN, Hg. *Digitale Dienstleistungsinnovationen*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 49-71. ISBN 978-3-662-59516-9.
- HADWICH, K., D. GEORGI, S. TUZOVIC, J. BÜTTNER und M. BRUHN, 2010. Perceived quality of e-health services: A conceptual scale development of e-health service quality based on the C-OAR-SE approach. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*, **4**(2), 112-136. ISSN 1750-6123.
- HAGEN, S., S. JANNABER und O. THOMAS, 2018. Closing the Gap Between Research and Practice – A Study on the Usage of Service Engineering Development Methods in German Enterprises. In: G. SATZGER, L. PATRICIO, M. ZAKI, N. KÜHL und P. HOTTUM, Hg. *EXPLORING SERVICE SCIENCE. 9th international conference, IESS 2018, Karlsruhe, Germany, September 19-21, 2018 Proceedings*. Cham: Springer, S. 59-71. ISBN 978-3-030-00712-6.
- HALLER, S. und C. WISSING, 2020. *Dienstleistungsmanagement*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-658-28508-1.

- HAN, M. und Y. PARK, 2019. Developing smart service concepts: morphological analysis using a Novelty-Quality map [online]. *The Service Industries Journal*, **39**(5-6), 361-384. ISSN 0264-2069. Verfügbar unter: doi:10.1080/02642069.2018.1548616
- HARWOOD, T. und T. GARRY, 2017. Internet of Things: understanding trust in techno-service systems [online]. *Journal of Service Management*, **28**(3), 442-475. ISSN 1757-5818. Verfügbar unter: doi:10.1108/JOSM-11-2016-0299
- HASSENZAHL, M., M. BURMESTER und F. KOLLER, 2003. AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In: J. ZIEGLER und G. SZWILLUS, Hg. *Mensch & Computer 2003. Interaktion in Bewegung*. Stuttgart: T. B. Teubner, S. 187-196.
- HAYWOOD-FARMER, J., 1988. A Conceptual Model of Service Quality [online]. *International Journal of Operations & Production Management*, **8**(6), 19-29. ISSN 0144-3577. Verfügbar unter: doi:10.1108/eb054839
- HAZEN, B.T., C.A. BOONE, Y. WANG und K.S. KHOR, 2017. Perceived quality of remanufactured products: construct and measure development [online]. *Journal of Cleaner Production*, **142**, 716-726. ISSN 09596526. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.jclepro.2016.05.099
- HENKENS, B., K. VERLEYE und B. LARIVIÈRE, 2020. The smarter, the better?! Customer well-being, engagement, and perceptions in smart service systems [online]. *International Journal of Research in Marketing*. ISSN 01678116. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.ijresmar.2020.09.006
- HERTERICH, M.M., F. UEBERNICKEL und W. BRENNER, 2016. *Industrielle Dienstleistungen 4.0*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. essentials. ISBN 978-3-658-13910-0.
- HESKETT, J.L., T.O. JONES, G.W. LOVEMAN, SASSER, JR., W.E. und L.A. SCHLESINGER, 1994. Putting the Service-Profit Chain to Work. *Harvard Business Review*, **72**(4), 164-170. Harvard Business Review.
- HEUCHERT, M., Y. VERHOEVEN, A.-K. CORDES und J. BECKER, 2020. Smart Service Systems in Manufacturing: An Investigation of Theory and Practice. In: HICSS, Hg. *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences*. Honolulu, Hawaii: ScholarSpace, S. 1686-1695. ISBN 978-0-9981331-3-3.
- HICKING, J., 2020. Smart Service Prototyping. In: M. MALESHKOVA, N. KÜHL und P. JUSSEN, Hg. *Smart Service Management*. Cham: Springer International Publishing, S. 63-74. ISBN 978-3-030-58181-7.
- HILKE, W., 1989. Grundprobleme und Entwicklungstendenzen des Dienstleistungs-Marketings. In: W. HILKE, L. TRIPPEN, W. PEINER und S.A. KÖHLER, Hg. *Dienstleistungs-Marketing*. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 5-44. ISBN 978-3-409-17904-1.
- HIRSCHMAN, E.C. und M.R. HOLBROOK, 1986. Expanding the Ontology and Methodology of Research on the Consumption Experience. In: D. BRINBERG und R.J. LUTZ, Hg. *Perspectives on Methodology in Consumer Research*. New York, NY: Springer New York, S. 213-251. ISBN 978-1-4613-8611-7.
- HOLMLUND, M. und S. KOCK, 1995. Buyer perceived service quality in industrial networks. *Industrial Marketing Management*, **24**(2), 109-121. ISSN 00198501.
- HOLZINGER, A. und H. MÜLLER, 2020. Verbinden von Natürlicher und Künstlicher Intelligenz: eine experimentelle Testumgebung für Explainable AI (xAI) [online]. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, **57**(1), 33-45. ISSN 1436-3011. Verfügbar unter: doi:10.1365/s40702-020-00586-y

- HOMBURG, C. und A. GIERING, 1996. Konzeptualisierung und Operationalisierung komplexer Konstrukte: Ein Leitfaden für die Marketingforschung. *Marketing: Zeitschrift für Forschung und Praxis*, **18**(1), 5-24. ISSN 03441369.
- HOMBURG, C. und P. KEBBEL, 2001. Komplexität als Determinante der Qualitätswahrnehmung von Dienstleistungen. *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, **53**(5), 478-499. ISSN 0341-2687.
- HOMBURG, C., Hg., 2017. *Grundlagen des Marketingmanagements*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-658-13653-6.
- HUANG, T.-L., 2018. *Creating a commercially compelling smart service encounter*. *Journal of Service Business*, **12**, 357-377. Verfügbar unter: doi:10.1007/s11628-017-0351-8
- HUANG, M.-H. und R.T. RUST, 2018. Artificial Intelligence in Service [online]. *Journal of Service Research*, **21**(2), 155-172. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670517752459
- HUBERT, M., M. BLUT, C. BROCK, R.W. ZHANG, V. KOCH und R. RIEDL, 2019. The influence of acceptance and adoption drivers on smart home usage [online]. *European Journal of Marketing*, **53**(6), 1073-1098. ISSN 0309-0566. Verfügbar unter: doi:10.1108/EJM-12-2016-0794
- HUCHLER, N., L. ADOLPH, E. ANDRÉ, W. BAUER, N. BENDER, N. MÜLLER, R. NEUBURGER, M. PEISSNER, J. STEIL, S. STOWASSER und O. SUCHY, 2020. *Kriterien für die Mensch-Maschine-Interaktion bei KI. Ansätze für die menschengerechte Gestaltung in der Arbeitswelt*. München.
- HUNKE, F. und R. SCHÜRITZ, 2019. Smartere Produkte durch analysebasierte Dienstleistungen – Ein methodisches Werkzeug zur strukturierten Entwicklung [online]. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, **56**(3), 514-529. ISSN 1436-3011. Verfügbar unter: doi:10.1365/s40702-019-00531-8
- HUSMANN, M. und C. FABRY, 2014. *Smart Services - Neue Chance für Services ‚Made in Europe‘*. Aachen: FIR an der RWTH. KVD-Servicestudie. 2014. ISBN 978-3-943024-23-4.
- HUSMANN, M., 2020. *Erfolgsfaktoren bei der Markteinführung von datenbasierten Dienstleistungen im Maschinen- und Anlagenbau*: Apprimus Verlag. ISBN 978-3-86359-839-6.
- Institute of Electrical and Electronic Engineering, 2008. *IEEE Standard for Software and System Test Documentation 829*. New York. IEEE Std 829-2008. ISBN: 978-0-7381-5764-7.
- Institute of Electrical and Electronic Engineering, 2013. *Software and systems engineering - Software testing. Part 1: Concepts and definitions*. First edition. Geneva: ISO; IEC.. International standard. ISO/IEC/IEEE 29119-1:2013(E). ISBN 978-0-7381-8598-9.
- IMMONEN, A., E. OVASKA, J. KALAOJA und D. PAKKALA, 2016. A service requirements engineering method for a digital service ecosystem [online]. *Service Oriented Computing and Applications*, **10**(2), 151-172. ISSN 1863-2386. Verfügbar unter: doi:10.1007/s11761-015-0175-0
- JAAKKOLA, E., T. MEIREN, L. WITELL, B. EDVARDSSON, A. SCHÄFER, J. REYNOSO, R. SEBASTIANI und D. WEITLANER, 2017. Does one size fit all? New service development across different types of services [online]. *Journal of Service Management*, **28**(2), 329-347. ISSN 1757-5818. Verfügbar unter: doi:10.1108/JOSM-11-2015-0370
- JAKOBY, W., 2015. *Projektmanagement für Ingenieure. Ein praxisnahes Lehrbuch für den systematischen Projekterfolg*. 3., aktualisierte u. erw. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg. Lehrbuch. ISBN 978-3-658-02608-0.

- JOHNSTON, R., 1995. The determinants of service quality: satisfiers and dissatisfiers [online]. *International Journal of Service Industry Management*, **6**(5), 53-71. ISSN 0956-4233. Verfügbar unter: doi:10.1108/09564239510101536
- JONAS, J.M., 2018. *Stakeholder Integration in Service Innovation*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-658-19462-8.
- JURIC, J., H.-M. HODGES, J. LINDENMEIER und T. RENZ, 2018. Kundenseitige Präferenz für Basistechnologien ‚smarter‘ Produkte: eine Untersuchung am Beispiel von ‚Smart Lighting‘-Systemen. In: C. ARNOLD und H. KNÖDLER, Hg. *Die informatisierte Service-Ökonomie*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 183-205. ISBN 978-3-658-21527-9.
- JUSSEN, P. und K. HEEG, 2020. Introduction to Smart Service Design. In: M. MALESHKOVA, N. KÜHL und P. JUSSEN, Hg. *Smart Service Management*. Cham: Springer International Publishing, S. 35-44. ISBN 978-3-030-58181-7.
- JUSSEN, P., J. KUNTZ, R. SENDEREK und B. MOSER, 2019. Smart Service Engineering [online]. *Procedia CIRP*, **83**, 384-388. ISSN 22128271. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.procir.2019.04.089
- KABADAYI, S., F. ALI, H. CHOI, H. JOOSTEN und C. LU, 2019. Smart service experience in hospitality and tourism services [online]. *Journal of Service Management*, **30**(3), 326-348. ISSN 1757-5818. Verfügbar unter: doi:10.1108/JOSM-11-2018-0377
- KAISER, R., 2014. *Qualitative Experteninterviews*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-658-02478-9.
- KAMMLER, F., E. ACIK, J. BRINKER, O. THOMAS und M. NÜTTGENS, 2019. Digitale Plattformstrategien für hybride Wertschöpfungssysteme: Exploration und Wirkungsanalyse im Maschinen- und Anlagenbau [online]. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, **56**(3), 579-599. ISSN 1436-3011. Verfügbar unter: doi:10.1007/978-3-662-59517-6\_28.
- KAMPKER, A., J. FRANK, M. SCHWARTZ und P. JUSSEN, 2018a. Lernen von den Besten: Fünf Erfolgsfaktoren bei der Entwicklung von Smart Services. In: K. MEYER, S. KLINGNER und C. ZINKE, Hg. *Service Engineering*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 151-165. ISBN 978-3-658-20904-9.
- KAMPKER, A., P. JUSSEN und B. MOSER, 2018b. Industrial Smart Services: Types of Smart Service Business Models in the Digitalized Agriculture. In: IEEE, Hg. *2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering & Engineering Management. IEEE IEEM2018: 16-19 Dec., Bangkok, Thailand*: IEEE, S. 1081-1085. ISBN 978-1-5386-6786-6.
- KANDT, A., T. PICKSHAUS, K. FLEISCHER und R. SCHMITT, 2016. A New Model to Ascertain Product Maturity in Product Development Processes [online]. *Procedia CIRP*, **50**, 173-178. ISSN 22128271. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.procir.2016.05.006
- KANO, N., N. SERAKU, F. TAKAHASHI und S. TSUJI, 1996: Attractive Quality and Must-be Quality. In: HROMI, J. D., Hg. *The Best on Quality*. Milwaukee, Wisconsin: Quality Press, S. 165-186.
- KARWATZKI, S., O. DYTYNKO, M. TRENZ und D. VEIT, 2017. Beyond the Personalization–Privacy Paradox: Privacy Valuation, Transparency Features, and Service Personalization [online]. *Journal of management information systems*, **34**(2), 369-400. ISSN 0742-1222. Verfügbar unter: doi:10.1080/07421222.2017.1334467
- KEATING, B.W., J.R. MCCOLL-KENNEDY und D. SOLNET, 2018. Theorizing beyond the horizon: service research in 2050 [online]. *Journal of Service Management*, **29**(5), 766-775. ISSN 1757-5818. Verfügbar unter: doi:10.1108/JOSM-08-2018-0264

- KELLEY, J.F., 1984. An iterative design methodology for user-friendly natural language office information applications [online]. *ACM Transactions on Information Systems*, **2**(1), 26-41. ISSN 1046-8188. Verfügbar unter: doi:10.1145/357417.357420
- KETT, H.-J., D. EVCENKO, J. FALKNER, S. FRINGS und J. NEUHÜTTLER, 2021. Künstliche Intelligenz als Veränderungstreiber für Geschäftsmodelle. In: M. BRUHN und K. HADWICH., Hg. *Künstliche Intelligenz im Dienstleistungsmanagement*. Springer Gabler, Wiesbaden. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-658-34324-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-658-34324-8_2)
- KEYSER, A. , S. KÖCHER, L. ALKIRE, C. VERBEECK und J. KANDAMPULLY, 2019. Frontline Service Technology infusion: conceptual archetypes and future research directions [online]. *Journal of Service Management*, **30**(1), 156-183. ISSN 1757-5818. Verfügbar unter: doi:10.1108/JOSM-03-2018-0082
- KIM, C.W. und R. MAUBORGNE, 2018. *Blue Ocean Shift. Jenseits des Wettbewerbs*. München: Verlag Franz Vahlen.
- KIM, K.-J. und T. MEIREN, 2010. New Service Development Process. In: G. SALVENDY und W. KARWOWSKI, Hg. *Introduction to service engineering*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, S. 253-267. ISBN 9780470569627.
- KIM, K.-J., C.-H. LIM, J.-Y. HEO, D.-H. LEE, Y.-S. HONG und K. PARK, 2016. An evaluation scheme for product–service system models: development of evaluation criteria and case studies [online]. *Service Business*, **10**(3), 507-530. ISSN 1862-8516. Verfügbar unter: doi:10.1007/s11628-015-0280-3
- KIRSTE, M. und M. SCHÜRHOLZ, 2019. Einleitung: Entwicklungswege zur KI. In: V. WITTPAHL, Hg. *Künstliche Intelligenz. Technologie | Anwendung | Gesellschaft*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, S. 21-35. ISBN 978-3-662-58041-7.
- KITSIOS, F. und M. KAMARIOTOU, 2020. Mapping new service development: a review and synthesis of literature [online]. *The Service Industries Journal*, **40**(9-10), 682-704. ISSN 0264-2069. Verfügbar unter: doi:10.1080/02642069.2018.1561876
- KLEIN, M.M., 2017. *Design Rules for Smart Services. Overcoming Barriers with Rational Heuristics*. Dissertation. St. Gallen.
- KLEIN, M.M., S.S. BIEHL und T. FRIEDLI, 2018. Barriers to smart services for manufacturing companies – an exploratory study in the capital goods industry [online]. *Journal of Business & Industrial Marketing*, **33**(6), 846-856. ISSN 0885-8624. Verfügbar unter: doi:10.1108/JBIM-10-2015-0204
- KLEINALTENKAMP, M., 2001. Begriffsabgrenzungen und Erscheinungsformen von Dienstleistungen. In: M. BRUHN und H. MEFFERT, Hg. *Handbuch Dienstleistungsmanagement. Von der strategischen Konzeption zur praktischen Umsetzung*. 2., überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Gabler, S. 27-50. ISBN 978-3409235938.
- KLINGLER, S., 2016. *Eine Methode zur effizienten und effektiven Unterstützung der kontinuierlichen Validierung im Kontext der PGE-Produktgenerationsentwicklung*. Karlsruher Institut für Technologie (KIT).
- KNOTE, R. und M. SÖLLNER, 2017. Towards Design Excellence for Context-Aware Services - The Case of Mobile Navigation Apps. In: J.M. LEIMEISTER und W. BRENNER, Hg. *Proceedings der 13. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2017)*, S. 121-135.

- KNOTE, R., L.F. THIES, M. SÖLLNER, S. JANDT, J.M. LEIMEISTER und A. ROßNAGEL, 2020. Rechtsverträgliche und qualitätszentrierte Gestaltung für „KI Made in Germany“ [online]. *Informatik Spektrum*, **43**(2), 118-128. ISSN 0170-6012. Verfügbar unter: doi:10.1007/s00287-020-01252-9
- KOKEMUELLER, J., 2011. An empirical investigation of factors influencing data quality improvement success. In: AIS ELECTRONIC LIBRARY, Hg. *17th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2011. Proceedings: A renaissance of information technology for sustainability and global competitiveness: AIS*, S. 1-10.
- KOLLMANN, T., 2019. *E-Business. Grundlagen elektronischer Geschäftsprozesse in der Digitalen Wirtschaft*. 7. Auflage. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-658-26142-9.
- KORPER, A.K., M. PURRMANN, K. HEINONEN und W. KUNZ, 2020. Towards a Better Understanding of Smart Services - A Cross-Disciplinary Investigation. In: H. NÓVOA, M. DRĂGOICEA und N. KÜHL, Hg. *Exploring Service Science*. Cham: Springer International Publishing, S. 164-173. ISBN 978-3-030-38723-5.
- KRAUSE, T., O. STRAUß, G. SCHEFFLER, H. KETT, K. LEHMANN und T. RENNER, 2017. *IT-Plattformen für das Internet der Dinge (IOT). Basis intelligenter Produkte und Services*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. ISBN 978-3-8396-1231-6.
- KUCKARTZ, U., T. DRESING, S. RÄDIKER und C. STEFER, 2008. *Qualitative Evaluation. Der Einstieg in die Praxis*. 2., aktualisierte Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden. ISBN 978-3-531-15903-4.
- KÜHN, A., R. JOPPEN, F. REINHART, D. RÖLTGEN, S. von ENZBERG und R. DUMITRESCU, 2018. Analytics Canvas – A Framework for the Design and Specification of Data Analytics Projects [online]. *Procedia CIRP*, **70**, 162-167. ISSN 22128271. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.procir.2018.02.031
- LADHARI, R., 2008. Alternative measures of service quality: a review [online]. *Managing Service Quality: An International Journal*, **18**(1), 65-86. ISSN 0960-4529. Verfügbar unter: doi:10.1108/09604520810842849
- LADHARI, R., 2010. Developing e-service quality scales: A literature review [online]. *Journal of Retailing and Consumer Services*, **17**(6), 464-477. ISSN 0969-6989. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.jretconser.2010.06.003
- LANGLEY, D.J., J. VAN DOORN, I.C. NG, S. STIEGLITZ, A. LAZOVIK und A. BOONSTRA, 2021. The Internet of Everything: Smart things and their impact on business models [online]. *Journal of Business Research*, **122**(1), 853-863. ISSN 01482963. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.jbusres.2019.12.035
- LARIVIÈRE, B., D. BOWEN, T.W. ANDREASSEN, W. KUNZ, N.J. SIRIANNI, C. VOSS, N.V. WÜNDERLICH und A. de KEYSER, 2017. "Service Encounter 2.0": An investigation into the roles of technology, employees and customers [online]. *Journal of Business Research*, **79**, 238-246. ISSN 01482963. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.jbusres.2017.03.008.
- LEE, M.K., 2018. Understanding perception of algorithmic decisions: Fairness, trust, and emotion in response to algorithmic management [online]. *Big Data & Society*, **5**(1), 205395171875668. ISSN 2053-9517. Verfügbar unter: doi:10.1177/2053951718756684

- LEIMEISTER, J.M., 2020. *Dienstleistungsengineering und -management. Data-driven Service Innovation*. 2., vollständig aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-662-59857-3.
- LEITING, T. und C. RIX, 2020. *Vertrieb von Services und Smart Services*. Aachen: FIR e. V. an der RWTH Aachen. KVD-Service-Studie. 13 (2020). ISBN 978-3-943024-41-8.
- LEMON, K.N. und P.C. VERHOEF, 2016. Understanding Customer Experience Throughout the Customer Journey. *Journal of Marketing*, **80**(6), 69-96. Journal of Marketing. Verfügbar unter: doi:10.1509/jm.15.0420
- LENTES, J. und M. DANGELMAIER, 2013. Digitale Produkte. In: E. WESTKÄMPER, D. SPATH, C. CONSTANTINESCU und J. LENTES, Hg. *Digitale Produktion*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 93-106. ISBN 978-3-642-20258-2.
- LEYH, J., P. OHLHAUSEN, D. SPATH und J. WARSCHAT, 2012. Wesentliche Definitionen des Projektmanagements. In: W. PLINKE, M. RESE, H. BUCK, J. LEYH, P. OHLHAUSEN, M. RICHTER, D. SPATH, J. WARSCHAT, T. BAHKE, W. FRENZ, J. SCHADE und V. WINTERFELDT, Hg. *Das Ingenieurwissen: Ökonomisch-rechtliche Grundlagen*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 29-41.
- LIKERT, R., 1932. *A technique for the measurement of attitudes*. 22. Auflage: Archives of Psychology. 140.
- LIM, C. und K.-J. KIM, 2018. Experience Design Board: A tool for visualizing and designing experience-centric service delivery processes [online]. *Journal of Retailing and Consumer Services*, **45**, 142-151. ISSN 0969-6989. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.jretconser.2018.07.021
- LIM, C. und P.P. MAGLIO, 2019. Clarifying the Concept of Smart Service System. In: P.P. MAGLIO, C.A. KIELISZEWSKI, J.C. SPOHRER, K. LYONS, L. PATRÍCIO und Y. SAWATANI, Hg. *Handbook of Service Science, Volume II*. Cham: Springer International Publishing, S. 349-376. ISBN 978-3-319-98511-4.
- LIM, C., M.-J. KIM, K.-H. KIM, K.-J. KIM und P.P. MAGLIO, 2018. Using data to advance service: managerial issues and theoretical implications from action research [online]. *Journal of Service Theory and Practice*, **28**(1), 99-128. ISSN 2055-6225. Verfügbar unter: doi:10.1108/JSTP-08-2016-0141
- LIM, Y.-K., E. STOLTERMAN und J. TENENBERG, 2008. The anatomy of prototypes [online]. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, **15**(2), 1-27. ISSN 1073-0516. Verfügbar unter: doi:10.1145/1375761.1375762
- LIN, J.-S.C. und P.-L. HSIEH, 2011. Assessing the Self-service Technology Encounters: Development and Validation of SSTQUAL Scale [online]. *Journal of Retailing*, **87**(2), 194-206. Journal of Retailing. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.jretai.2011.02.006
- LOHMEYER, Q., 2013. *Menschenzentrierte Modellierung von Produktentstehungssystemen unter besonderer Berücksichtigung der Synthese und Analyse dynamischer Zielsysteme*.
- LUNDBORG, M. und I. GULL, 2019. *Digitale Plattformen als Chance für den Mittelstand. Relevanz, Anwendungen, Transfer*.
- LUSCH, R.F. und S. NAMBIAN, 2015. SERVICE INNOVATION: A SERVICE-DOMINANT LOGIC PERSPECTIVE [online]. *MIS quarterly*, **39**(1), 155-176. ISSN 0276-7783. Verfügbar unter: <https://www.jstor.org/stable/10.2307/26628345>.

- LUSCH, R.F. und S.L. VARGO, 2006. Service-dominant logic: reactions, reflections and refinements [online]. *Marketing Theory*, **6**(3), 281-288. ISSN 1470-5931. Verfügbar unter: doi:10.1177/1470593106066781
- LÜTJEN, H., C. SCHULTZ, F. TIETZE und F. URMETZER, 2019. Managing ecosystems for service innovation: A dynamic capability view [online]. *Journal of Business Research*, **104**, 506-519. ISSN 01482963. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.jbusres.2019.06.001
- LÜTTENBERG, H., V. WOLF und D. BEVERUNGEN, 2018. Service (Systems) Engineering für die Produktion. In: K. MEYER, S. KLINGNER und C. ZINKE, Hg. *Service Engineering*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 31-49. ISBN 978-3-658-20904-9.
- LÜTZE, L., 2015. *Modellbasierter Testprozess der akustischen Mensch-Maschine-Schnittstelle eines Infotainmentsystems im Kraftfahrzeug*. Stuttgart: Fraunhofer-Verl. Schriftenreihe zu Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement. Bd. 18. ISBN 978-3-8396-0837-1.
- MAAß, W. und U. VARSHNEY, 2008. Preface to the Focus Theme Section: ‚Smart Products ‘[online]. *Electronic Markets*, **18**(3), 211-215. ISSN 1019-6781. Verfügbar unter: doi:10.1080/10196780802265645
- MACDONALD, E.K., H. WILSON, V. MARTINEZ und A. TOOSSI, 2011. Assessing value-in-use: A conceptual framework and exploratory study [online]. *Industrial Marketing Management*, **40**(5), 671-682. ISSN 00198501. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.indmarman.2011.05.006
- MACDONALD, E.K., M. KLEINALTENKAMP und H.N. WILSON, 2016. How Business Customers Judge Solutions: Solution Quality and Value in Use [online]. *Journal of Marketing*, **80**(3), 96-120. Journal of Marketing. Verfügbar unter: doi:10.1509/jm.15.0109
- MACINNIS, D.J., 2011. A Framework for Conceptual Contributions in Marketing. *Journal of Marketing*, **75**, 136-154. Journal of Marketing.
- MAGLIO, P.P. und C.-H. LIM, 2016. Innovation and Big Data in Smart Service Systems. *Journal of Innovation Management*, **4**(1), 11-21. Journal of Innovation Management.
- MALSATTAR, N., T. KIHARA und E. GIACCARDI, 2019. Designing and Prototyping from the Perspective of AI in the Wild. In: S. HARRISON, S. BARDZELL, C. NEUSTAEDTER und D. TATAR, Hg. *Proceedings of the 2019 on Designing Interactive Systems Conference*. New York, NY, USA: ACM, S. 1083-1088. ISBN 9781450358507.
- MANI, Z. und I. CHOUK, 2018. Consumer Resistance to Innovation in Services: Challenges and Barriers in the Internet of Things Era [online]. *Journal of Product Innovation Management*, **35**(5), 780-807. ISSN 07376782. Verfügbar unter: doi:10.1111/jpim.12463.
- MANZOOR, A., H.-L. TRUONG und S. DUSTDAR, 2014. Quality of Context: models and applications for context-aware systems in pervasive environments [online]. *The Knowledge Engineering Review*, **29**(2), 154-170. ISSN 0269-8889. Verfügbar unter: doi:10.1017/S0269888914000034
- MARINOVA, D., K. de RUYTER, M.-H. HUANG, M.L. MEUTER und G. CHALLAGALLA, 2017. Getting Smart: Learning from Technology-empowered Frontline Interactions [online]. *Journal of Service Research*, **20**(1), 29-42. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670516679273.
- MARTIN, D., N. KÜHL und M. MALESHKOVA, 2020a. Grasping the Terminology: Smart Services, Smart Service Systems, and Cyber-Physical Systems. In: M. MALESHKOVA, N. KÜHL und P. JUSSEN, Hg. *Smart Service Management*. Cham: Springer International Publishing, S. 7-21. ISBN 978-3-030-58181-7.

- MARTIN, D., N. KÜHL, J.K. von BISCHHOFFSHAUSEN und G. SATZGER, 2020b. System-Wide Learning in Cyber-Physical Service Systems: A Research Agenda. In: S. HOFMANN, O. MÜLLER und M. ROSSI, Hg. *Designing for Digital Transformation. Co-Creating Services with Citizens and Industry*. Cham: Springer International Publishing, S. 457-468. ISBN 978-3-030-64822-0.
- MARTIN, K.D. und P.E. MURPHY, 2017. The role of data privacy in marketing [online]. *Journal of the Academy of Marketing Science*, **45**(2), 135-155. ISSN 0092-0703. Verfügbar unter: doi:10.1007/s11747-016-0495-4
- MARTINEZ, V., 2019. Bridging to New Service Technology: Introduction to the Special Issue from the Cambridge Service Alliance's Service Week Conference, 2017 [online]. *Service Science*, **11**(3). ISSN 2164-3962. Verfügbar unter: doi:10.1287/SERV.2019.0249
- MARTINI, A., 2008. *Suchen, Erfahren und Vertrauen in den „Moments of Truth“*.
- MARX, E., T. PAULI, M. MATZNER und E. FIELT, 2020. From Services to Smart Services: Can Service Engineering Methods get Smarter as well? In: N. GRONAU, M. HEINE, K. POUSTCCHI und H. KRASNOVA, Hg. *Proceedings der 15. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik 2020*: GITO Verlag, S. 1067-1083. ISBN 9783955453350.
- MATHIS, C., 2017. Data Lakes [online]. *Datenbank-Spektrum*, **17**(3), 289-293. ISSN 1618-2162. Verfügbar unter: doi:10.1007/s13222-017-0272-7
- MATTERN, F. und C. FLÖRKEMEIER, 2010. Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge [online]. *Informatik Spektrum*, **33**(2), 107-121. ISSN 0170-6012. Verfügbar unter: doi:10.1007/s00287-010-0417-7
- MATZLER, K., H. H. HINTERHUBER, F. BAILOM und E. SAUERWEIN, 1996. How to delight your customers. *Journal of Product & Brand Management*, **5**(2), 6-18.
- MATZLER, K., K. H. STAHL und H. H. HINTERHUBER, 2006. Die Customer-based View der Unternehmung. IN: H. H. HINTERHUBER und K. MATZLER, Hg. *Kundenorientierte Unternehmensführung: Kundenorientierung – Kundenzufriedenheit – Kundenbindung*. Wiesbaden: Gabler, S. 3-33. ISBN-10 3-8349-0227-6.
- MATZNER, M., M. BÜTTGEN, H. DEMIRKAN, J. SPOHRER, S. ALTER, A. FRITZSCHE, I.C.L. NG, J.M. JONAS, V. MARTINEZ, K.M. MÖSLEIN und A. NEELY, 2018. Digital Transformation in Service Management [online]. *Journal of Service Management Research*, **2**(2), 3-21. ISSN 2511-8676. Verfügbar unter: doi:10.15358/2511-8676-2018-2-3.
- MAYER, P., D. VOLLAND, F. THIESSE und E. FLEISCH, 2011. *User Acceptance of ,Smart Products ‘: An Empirical Investigation*. *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2011*. 9.
- MCKNIGHT, D.H., N.K. LANKTON, A. NICOLAOU und J. PRICE, 2017. Distinguishing the effects of B2B information quality, system quality, and service outcome quality on trust and distrust [online]. *The Journal of Strategic Information Systems*, **26**(2), 118-141. ISSN 09638687. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.jsis.2017.01.001
- MEDBERG, G. und C. GRÖNROOS, 2020. Value-in-use and service quality: do customers see a difference? [online]. *Journal of Service Theory and Practice*, **30**(4/5), 507-529. ISSN 2055-6225. Verfügbar unter: doi:10.1108/JSTP-09-2019-0207
- MEFFERT, H., M. BRUHN und K. HADWICH, 2018. *Dienstleistungsmarketing. Grundlagen – Konzepte – Methoden*. 9. Auflage. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-658-19175-7.

- MEIREN, T. und J. NEUHÜTTLER, 2019. Smart Services im Maschinenbau. Systematische Entwicklung digital unterstützter Dienstleistungen. *wt Werkstattstechnik online*, **109**(7/8), 555-557. wt Werkstattstechnik online.
- MEIREN, T. und M. FREITAG, 2018. Service Engineering mit Unterstützung durch Virtual Reality. In: K. MEYER, S. KLINGNER und C. ZINKE, Hg. *Service Engineering*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 79-88. ISBN 978-3-658-20904-9.
- MEIREN, T. und M. MÜNSTER, 2011. Entwickeln und Testen Produktbegleitender Dienstleistungen. In: K.J. ZINK und J. WEINGARTEN, Hg. *Produktbegleitende Dienstleistungen. Erfolgchance auf globalisierten Märkten*. Idar-Oberstein: Hilden, S. 118-124. ISBN 9783932515576.
- MEIREN, T. und T. BARTH, 2002. *Service Engineering in Unternehmen umsetzen. Leitfaden für die Entwicklung von Dienstleistungen*. Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verl. Service Engineering. ISBN 3-8167-6049-x.
- MEIREN, T. und T. BURGER, 2010. Testing of service concepts [online]. *The Service Industries Journal*, **30**(4), 621-632. ISSN 0264-2069. Verfügbar unter: doi:10.1080/02642060903144321
- MEIREN, T., 2011. F&E-Management für Dienstleistungen. In: D. SPATH und W. GANZ, Hg. *Am Puls wirtschaftlicher Entwicklung. Dienstleistungstrends*. München: Hanser Verlag, S. 17-28. ISBN 978-3-446-42584-2.
- MEIREN, T., 2020. Smart Services systematisch entwickeln. In: W. BAUER, O. RIEDEL, W. GANZ und S. HERMANN, Hg. *Smart Services. Chancen erkennen und nutzen*, S. 35-40.
- MEMON, A.B. und K. MEYER, 2017. Towards the Functional Roles of an Innovation Laboratory as a Platform for Innovation [online]. *International Journal of Service Science, Management, Engineering, and Technology*, **8**(1), 32-49. International Journal of Service Science, Management, Engineering, and Technology. Verfügbar unter: doi:10.4018/IJSSMET.2017010103
- MENZ, N., P. HOEPNER, J. TIEMANN und F. KOUßEN, 2015. *S<sup>2</sup>: Safety und Security aus dem Blickwinkel der öffentlichen IT*. Fraunhofer Fokus.
- MERT, G. und J.C. AURICH, 2015. A Software Demonstrator for Measuring the Quality of PSS [online]. *Procedia CIRP*, **30**, 209-214. ISSN 22128271. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.procir.2015.02.100
- MEUTER, M.L., M.J. BITNER, A.L. OSTROM und S.W. BROWN, 2005. Choosing among Alternative Service Delivery Modes: An Investigation of Customer Trial of Self-Service Technologies [online]. *Journal of Marketing*, **69**(2), 61-83. Journal of Marketing. Verfügbar unter: doi:10.1509/jmkg.69.2.61.60759
- MEYER, A. und R. MATTMÜLLER, 1987. Qualität von Dienstleistungen, Entwurf eines praxisorientierten Qualitätsmodells. *Marketing ZFP*, **9**(3), 187-195. Marketing ZFP.
- MEYER, K. und C. ZINKE, 2018. Service Engineering – eine Standortbestimmung. In: K. MEYER, S. KLINGNER und C. ZINKE, Hg. *Service Engineering*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 3-17. ISBN 978-3-658-20904-9.
- MEYER, K. und M. BÖTTCHER, 2012. *Entwicklungspfad Service Engineering 2.0. Neue Perspektiven für die Dienstleistungsentwicklung*. Leipzig: Leipziger Informatik Verbund. Leipziger Beiträge zur Informatik. XXIX. ISBN 978-3-941608-16-0.
- MEYER, S., 2003. Kundenorientierung in deutschen Unternehmen. In: D. SPATH und E. ZAHN, Hg. *Kundenorientierte Dienstleistungsentwicklung in deutschen Unternehmen*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 61-83. ISBN 978-3-662-01108-9.

- MILGRAM, P. und F. KISHINO, 1994. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays [online]. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, **E77-D(12)**, 1321-1329. ISSN 0916-8532. Verfügbar unter: [https://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d\\_12\\_1321](https://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d_12_1321)
- MITTELSTADT, B.D., P. ALLO, M. TADDEO, S. WACHTER und L. FLORIDI, 2016. The ethics of algorithms: Mapping the debate [online]. *Big Data & Society*, **3(2)**, 205395171667967. ISSN 2053-9517. Verfügbar unter: doi:10.1177/2053951716679679
- MOORE, J.F., 1997. *The death of competition. Leadership and strategy in the age of business ecosystems*. New York, NY: Harper Business. ISBN 978-0887308505.
- MOREY, T., T. FORBATH und A. SCHOOP, 2016. Customer Data Designing for Transparency. *Harvard Business Review*. Harvard Business Review.
- MOSER, B. und M. FAULHABER, 2020. Smart Service Engineering. In: M. MALESHKOVA, N. KÜHL und P. JUSSEN, Hg. *Smart Service Management*. Cham: Springer International Publishing, S. 45-61. ISBN 978-3-030-58181-7.
- MOSER, B., P. JUSSEN und C. RÖSNER, 2019. Smart-Service-Plattformen. In: V. STICH, J.H. SCHUMANN, D. BEVERUNGEN, G. GUDERGAN und P. JUSSEN, Hg. *Digitale Dienstleistungsinnovationen*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 601-624. ISBN 978-3-662-59516-9.
- MOSTAFA, R., C. R. LAGES und M. SÄÄKSJÄRVI, 2014. The CURE scale: a multidimensional measure of service recovery strategy [online]. *Journal of Services Marketing*, **28(4)**, 300-310. ISSN 0887-6045. Verfügbar unter: doi:10.1108/JSM-09-2012-0166
- MURPHY, K.P., 2012. *Machine learning. A probabilistic perspective* [online]. Cambridge, Mass.: MIT Press. Adaptive computation and machine learning series. ISBN 978-0-262-01802-9.
- NÄGELE, R. und I. VOSSSEN, 2006. Erfolgsfaktor kundenorientiertes Service Engineering – Fallstudienenergebnisse zum Tertiärisierungsprozess und zur Integration des Kunden in die Dienstleistungsentwicklung. In: H.-J. BULLINGER und A.-W. SCHEER, Hg. *Service Engineering*. [New York]: Springer Berlin Heidelberg, 521-544. ISBN 978-3-540-29473-3.
- NEUHÜTTLER, J., R. FISCHER, W. GANZ und D. SPATH, 2020. Künstliche Intelligenz in Smart-Service-Systemen – Eine Qualitätsbetrachtung. In: In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Automatisierung und Personalisierung von Dienstleistungen*. Springer Gabler Wiesbaden. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-658-30168-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-658-30168-2_8)
- NEUHÜTTLER, J., W. GANZ und D. SPATH, 2019a. An Approach for a Quality-Based Test of Industrial Smart Service Concepts. In: T. Ahram, Hg. *Advances in Artificial Intelligence - Software and Systems Engineering*. Springer Cham, S. 171-182.
- NEUHÜTTLER, J., W. GANZ und D. SPATH, 2019b. An Integrative Quality Framework for Developing Industrial Smart Services [online]. *Service Science*, **11(3)**, 157-171. ISSN 2164-3962. Verfügbar unter: doi:10.1287/serv.2019.0242
- NIELSEN, J., 1993. *Usability engineering*. Boston: Acad. Press; Kaufmann.
- NIELSEN, J., 1994. Usability Inspection Methods. In: ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY, Hg. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems celebrating interdependence*. New York, NY: ACM, S. 413-414. ISBN 0897916506.
- OBERHOFER, F. und T. MAIER, 2018. Product Modeling Tools: Approach To A Targeted Application in User-Centered Product Design. In: P. EKSTRÖMER, S. SCHÜTTE und J. ÖLVANDER, Hg. *Proceedings of Nordic Design 2018*. Linköping.

- OH, K., J.S. LEE, S.-K. KIM, J.-Y. JUNG und B. KIM, 2013. Service Prototyping for Service Testing in Virtual Reality [online]. *International Journal of Information and Electronics Engineering*, **3**(3), 304-308. ISSN 20103719. Verfügbar unter: doi:10.7763/IJIEE.2013.V3.323
- OKAZAKI, S. und F. MENDEZ, 2013. Perceived Ubiquity in Mobile Services [online]. *Journal of Interactive Marketing*, **27**(2), 98-111. ISSN 10949968. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.intmar.2012.10.001
- OLIVER, R.L., 1980. A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions. *Journal of Marketing Research*, **17**(4), 460-469. ISSN 0022-2437.
- OPRESNIK, D. und M. TAISCH, 2015. The value of Big Data in servitization [online]. *International Journal of Production Economics*, **165**, 174-184. ISSN 09255273 [Zugriff am: 3. Februar 2018]. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.ijpe.2014.12.036
- ÖSTERLE, H., F. HÖNING und P. OSL, 2011. *Methodenkern des Business Engineering*.
- OSTERWALDER, A., Y. PIGNEUR, G. BERNARDA, A. SMITH und P. PAPADAKOS, 2014. *Value proposition design. How to create products and services customers want. Get started with*. Hoboken, NJ: Wiley. Strategyzer series. ISBN 978-1118968055.
- OSTROM, A.L., A. PARASURAMAN, D.E. BOWEN, L. PATRÍCIO und C.A. VOSS, 2015. Service Research Priorities in a Rapidly Changing Context [online]. *Journal of Service Research*, **18**(2), 127-159. ISSN 1094-6705 [Zugriff am: 29. März 2018]. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670515576315
- OSTROM, A.L., D. FOTHERINGHAM und M.J. BITNER, 2019. Customer Acceptance of AI in Service Encounters: Understanding Antecedents and Consequences. In: P.P. MAGLIO, C.A. KIELISZEWSKI, J.C. SPOHRER, K. LYONS, L. PATRÍCIO und Y. SAWATANI, Hg. *Handbook of Service Science, Volume II*. Cham: Springer International Publishing, S. 77-103. ISBN 978-3-319-98511-4.
- OSTROM, A.L., J.M. FIELD, D. FOTHERINGHAM, M. SUBRAMONY, A. GUSTAFSSON, K.N. LEMON, M.-H. HUANG und J.R. MCCOLL-KENNEDY, 2021. Service Research Priorities: Managing and Delivering Service in Turbulent Times [online]. *Journal of Service Research*, **24**(3), 329-353. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/10946705211021915
- OSWALD, G. und H. KRCCMAR, 2018. *Digitale Transformation*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-658-22623-7.
- OTTO, B. und H. ÖSTERLE, 2016. *Corporate Data Quality. Voraussetzung erfolgreicher Geschäftsmodelle*. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler. ISBN 978-3-662-46805-0.
- PALUCH, S. und M. BLUT, 2013. Service Separation and Customer Satisfaction [online]. *Journal of Service Research*, **16**(3), 415-427. ISSN 1094-6705 [Zugriff am: 28. Juli 2017]. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670513475870
- PALUCH, S. und N.V. WÜNDERLICH, 2016. Contrasting risk perceptions of technology-based service innovations in inter-organizational settings [online]. *Journal of Business Research*, **69**(7), 2424-2431. ISSN 01482963. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.jbusres.2016.01.012
- PARASURAMAN, A., V.A. ZEITHAML und A. MALHOTRA, 2005. E-S-QUAL [online]. *Journal of Service Research*, **7**(3), 213-233. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670504271156
- PARASURAMAN, A., V.A. ZEITHAML und L. BERRY, 1988. SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, **16**(1), 12-37. *Journal of Retailing*.

- PARASURAMAN, A., V.A. ZEITHAML und L.L. BERRY, 1985. A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research. *Journal of Marketing*, **49**(4), 41-50. Journal of Marketing.
- PARK, S.-J. und Y. YI, 2016. Performance-only measures vs. performance-expectation measures of service quality [online]. *The Service Industries Journal*, **36**(15-16), 741-756. ISSN 0264-2069. Verfügbar unter: doi:10.1080/02642069.2016.1275579
- PATRÍCIO, L., R.P. FISK, J. FALCÃO E CUNHA und L. CONSTANTINE, 2011. Multilevel Service Design: From Customer Value Constellation to Service Experience Blueprinting [online]. *Journal of Service Research*, **14**(2), 180-200. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670511401901
- PAUKSTADT, U., G. STROBEL, S. EICKER und J. BECKER, 2020. Smart Services und ihr Einfluss auf die Wertschöpfung und Geschäftsmodelle von Unternehmen. In: T. KOLLMANN, Hg. *Handbuch Digitale Wirtschaft*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 1015-1035. ISBN 978-3-658-17290-9.
- PEISCHL, B., M. FERK und A. HOLZINGER, 2015. The fine art of user-centered software development [online]. *Software Quality Journal*, **23**(3), 509-536. ISSN 0963-9314. Verfügbar unter: doi:10.1007/s11219-014-9239-1
- PÖPPELBUß, J. und C. DURST, 2017. Smart Service Canvas – Ein Werkzeug zur strukturierten Beschreibung und Entwicklung von Smart-Service-Geschäftsmodellen. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Dienstleistungen 4.0. Band 2*. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 91-110. ISBN 978-3-658-17551-1.
- PÖPPELBUß, J. und A. LUBARSKI, 2016. Methoden der Dienstleistungsmodularisierung – Entwurf eines Ordnungsrahmens zur Systematisierung. In: O. THOMAS, M. Nüttgens, und M. Fellmann, Hg. *Smart Service Engineering*, Wiesbaden: Springer Gabler, ISBN: 978-3-658-16261-0.
- PORST, R., 2014. *Fragebogen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-658-02117-7.
- PORTER, M.E. und J.E. HEPPELMANN, 2014. How Smart, Connected Products Are Transforming Competition [online]. *Harvard Business Review*, (11), 1-23.
- PRAEG, C.-P. und D. SPATH, 2009. Perspectives of IT-Service Quality Management: A Concept for Life Cycle Based Quality Management of IT-Services. In: A. CATER-STEEL, Hg. *Information Technology Governance and Service Management: Frameworks and Adaptations*. Pennsylvania, USA: IGI Global, S. 381-407.
- PRUITT, J.S. und T. ADLIN, 2006. *The persona lifecycle. Keeping people in mind throughout product design* [online]. Amsterdam: Morgan Kaufmann/Elsevier. The Morgan Kaufmann series in interactive technologies. ISBN 978-0125662512.
- RABE, M., 2020. *Systematik zur Konzipierung von Smart Services für mechatronische Systeme*. Universität Paderborn.
- RAI, A., 2020. Explainable AI: from black box to glass box [online]. *Journal of the Academy of Marketing Science*, **48**(1), 137-141. ISSN 0092-0703. Verfügbar unter: doi:10.1007/s11747-019-00710-5
- REINECKE, J., 2014. Grundlagen der standardisierten Befragung. In: N. BAUR und J. BLASIUS, Hg. *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 601-617. ISBN 978-3-531-17809-7.

- REINEMANN, J., J. FAHL, T. HIRSCHTER und A. ALBERS, 2019. *Augmented Reality in der Produktvalidierung: Potenziale und Grenzen in frühen Entwicklungsphasen* [online]. Verfügbar unter: <https://tud.qucosa.de/id/qucosa:36938>.
- RICHTER, H.M. und M. TSCHANDL, 2017. Service Engineering – Neue Services erfolgreich gestalten und umsetzen. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Dienstleistungen 4.0. Band 1*. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 157-184. ISBN 978-3-658-17549-8.
- RICHTER, M. und M. FLÜCKIGER, 2016. *Usability und UX kompakt. Produkte für Menschen*. 4. Auflage. Berlin: Springer Vieweg. IT kompakt. ISBN 978-3-662-49827-9.
- ROBRA-BISSANTZ, S. und C. LATTEMANN, 2019. 7 Rules of Attraction – Mit kundenorientierten Diensten erfolgreich in der Digitalen Transformation. In: S. ROBRA-BISSANTZ und C. LATTEMANN, Hg. *Digital Customer Experience. Mit digitalen Diensten Kunden gewinnen und halten*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 3-22. ISBN 978-3-658-22541-4.
- ROPOHL, G., 2009. *Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik*. 3., überarbeitete Auflage. Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe. ISBN 978-3-86644-374-7.
- ROSENBAUM, M.S. und C. MASSIAH, 2011. An expanded servicescape perspective [online]. *Journal of Service Management*, **22**(4), 471-490. ISSN 1757-5818. Verfügbar unter: doi:10.1108/09564231111155088
- ROTH, A. und J.M. JONAS, 2018. Dienstleistungsentwicklung im offenen Innovationslabor – Ein Blick durch die Unternehmensbrille. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Service Business Development. Strategien - Innovationen - Geschäftsmodelle*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 65-81. ISBN 978-3-658-22425-7.
- ROWLEY, J., 2007. The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy [online]. *Journal of Information Science*, **33**(2), 163-180. ISSN 0165-5515 [Zugriff am: 12. Februar 2020]. Verfügbar unter: doi:10.1177/0165551506070706
- RUBIN, J.Z. und D. CHISNELL, 2008. *Handbook of usability testing. How to plan, design, and conduct effective tests* [online]. 2. ed. Indianapolis, Ind.: Wiley. ISBN 978-0-470-18548-3
- RUSSO-SPENA, T. und C. MELE, 2012. "Five Co-s" in innovating: a practice-based view [online]. *Journal of Service Management*, **23**(4), 527-553. ISSN 1757-5818. Verfügbar unter: doi:10.1108/09564231211260404
- RUST, R.T. und R.L. OLIVER, 1994. Service Quality: Insights and Managerial Implications from the Frontier. In: *Service Quality: New Directions in Theory and Practice*. 2455 Teller Road, Thousand Oaks California 91320 United States: SAGE Publications, Inc, S. 1-20. ISBN 9780803949195.
- SANTOS, J., 2003. E-service quality: a model of virtual service quality dimensions [online]. *Managing Service Quality: An International Journal*, **13**(3), 233-246. ISSN 0960-4529. Verfügbar unter: doi:10.1108/09604520310476490
- SARODNICK, F. und H. BRAU, 2016. *Methoden der Usability Evaluation. Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung* [online]. 3., unveränderte Auflage. Bern: Hogrefe. ISBN 978-3-456-85597-4..
- SCHALLMO, D.R., 2017. *Design Thinking erfolgreich anwenden*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-658-12522-6.
- SCHEER, A.-W., 2020. *Unternehmung 4.0*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-658-27693-5.

- SCHEER, A.-W., O. GRIEBLE und R. KLEIN, 2006. Modellbasiertes Dienstleistungsmanagement. In: H.-J. BULLINGER und A.-W. SCHEER, Hg. *Service Engineering*. [New York]: Springer Berlin Heidelberg, S. 19-51. ISBN 978-3-540-29473-3.
- SCHEUING, E.E. und E.M. JOHNSON, 1989. A Proposed Model for New Service Development [online]. *Journal of Services Marketing*, **3**(2), 25-34. ISSN 0887-6045. Verfügbar unter: doi:10.1108/EUM0000000002484
- SCHILLER, B., T. BROGT, J.P.M. SCHULER, G. STROBEL und S. EICKER, 2020. Identifying Quality Factors for Self-Tracking Solutions: A Systematic Literature Review [online]. In: HICSS, Hg. *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences*. Honolulu, Hawaii: ScholarSpace, S. 3680-3699. ISBN 978-0-9981331-3-3.
- SCHMIDTHUBER, L., D. MARESCH und M. GINNER, 2020. Disruptive technologies and abundance in the service sector - toward a refined technology acceptance model [online]. *Technological Forecasting and Social Change*, **155**, 119-328. ISSN 00401625. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.techfore.2018.06.017
- SCHMID, P., P. JUNGER und T. MAIER, 2021. Untersuchung zur nutzerzentrierten Feedbackgestaltung im Raum anhand virtueller Bedienelemente. In: H. BINZ, B. BERTSCHE, D. SPATH UND D. ROTH, Hg. *Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung SSP 2021*. S. 477-488.
- SCHMID, M. und T. MAIER, 2017. *Technisches Interface Design. Anforderungen, Bewertung und Gestaltung*. Berlin: Springer Vieweg. ISBN: 978-3-662-54947-6.
- SCHMITT, R. und T. PFEIFER, 2010. *Qualitätsmanagement. Strategien - Methoden - Techniken*. 4., aktualisierte Auflage. München: Hanser.
- SCHMITT, R. und T. PFEIFER, 2015. *Qualitätsmanagement. Strategien, Methoden, Techniken*. 5., überarbeitete Auflage. München: Hanser. ISBN 978-3-446-43432-5.
- SCHNALZER, K. und W. GANZ, 2015. Herausforderungen der Arbeit industrienaher Dienstleistungen. In: H. HIRSCH-KREINSEN, P. ITTERMANN und J. NIEHAUS, Hg. *Digitalisierung industrieller Arbeit: Nomos*, S. 88-107. ISBN 9783845263205.
- SCHNEIDER, K., C. DAUN, B. HERMANN und D. WAGNER, 2006. Vorgehensmodelle und Standards zur systematischen Entwicklung von Dienstleistungen. In: K. SCHNEIDER, H.-J. BULLINGER und A.-W. SCHEER, Hg. *Service Engineering. Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen*. 2. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 113-138. ISBN 978-3-540-25324-2.
- SCHREINER, P., 2003. Der Kunde im Zentrum einer qualitätsorientierten Dienstleistungsentwicklung. In: D. SPATH und E. ZAHN, Hg. *Kundenorientierte Dienstleistungsentwicklung in deutschen Unternehmen*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 137-156. ISBN 978-3-662-01108-9.
- SCHUH, G., G. Gudergan und A. Kampker, 2016. *Management industrieller*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 137-156. ISBN 978-3-662-47255-2.  
München: Herbert Utz Verlag. acatech-Studie.
- SCHULTZ, C., S. HOFFMANN und M. FERDINAND, 2020. Vertrauensbasierte Organisationen als Grundlage von erfolgreichen digitalen Plattformen für personennahe Dienstleistungen [online]. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, **57**(4), 783-798. ISSN 1436-3011. Verfügbar unter: doi:10.1365/s40702-020-00635-6.

- SEHRAWAT, D. und N.S. GILL, 2019. Smart Sensors: Analysis of Different Types of IoT Sensors. In: *2019 3rd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*: IEEE, S. 523-528. ISBN 978-1-5386-9439-8.
- SENDEREK, R., S. RAGAB, L. STRATMANN und D. KRECHTING, 2019. Smart-Service-Engineering. In: V. STICH, J.H. SCHUMANN, D. BEVERUNGEN, G. GUDERGAN und P. JUSSEN, Hg. *Digitale Dienstleistungsinnovationen*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 3-15. ISBN 978-3-662-59516-9.
- SENN, T. und M. BRUHN, 2019. Digitalisierte Service Ökosysteme – Entscheidungstatbestände und Forschungsbedarf. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Kooperative Dienstleistungen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 201-226. ISBN 978-3-658-26388-1.
- SHEDROFF, N., 2000. Information Interaction Design: A Unified Field Theory of Design. In: R.E. JACOBSON, Hg. *Information design*. Cambridge, Mass.: MIT Press, S. 267-292. ISBN 0262600358.
- SHIN, D. und Y.J. PARK, 2019. Role of fairness, accountability, and transparency in algorithmic affordance [online]. *Computers in Human Behavior*, **98**, 277-284. ISSN 07475632. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.chb.2019.04.019
- SHOSTACK, L.G., 1982. How to Design a Service. *European Journal of Marketing*, **16**(1), 49-63. ISSN 0309-0566.
- SILLER, A. und D. KOROTKIY, 2011. Systematisch zu Testfällen. Anforderungsbasierte Teststrategie für Test und Absicherung von Elektrik/Elektronik. *Hanser Automotive*, (11). Hanser Automotive.
- SOMEH, I., M. DAVERN, C.F. BREIDBACH und G. SHANKS, 2019. Ethical Issues in Big Data Analytics: A Stakeholder Perspective [online]. *Communications of the Association for Information Systems*, 718-747. Communications of the Association for Information Systems. Verfügbar unter: doi:10.17705/1CAIS.04434
- SOUSA, R. und C.A. VOSS, 2006. Service Quality in Multichannel Services Employing Virtual Channels [online]. *Journal of Service Research*, **8**(4), 356-371. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670506286324
- SPATH, D., 2018. Lernende Systeme in Wirtschaft und Gesellschaft. In: BÄR, C., T. GRÄDLER und R. MAYR, Hg., *Digitalisierung im Spannungsfeld von Politik, Wissenschaft und Recht*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 505-520. ISBN 978-3-662-55719-8.
- SPATH, D. und L. DEMUß, 2001. Betreibermodelle für den Maschinen- und Anlagenbau [online]. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, **96**(1-2), 35-39. ISSN 0947-0085. Verfügbar unter: doi:10.3139/104.100374
- SPATH, D. und L. DEMUß, 2006. Entwicklung hybrider Produkte – Gestaltung materieller und immaterieller Leistungsbündel. In: H.-J. BULLINGER und A.-W. SCHEER, Hg. *Service Engineering*. [New York]: Springer Berlin Heidelberg, S. 463-501. ISBN 978-3-540-29473-3.
- SPATH, D. und M. DANGELMAIER, 2016. Produktentwicklung Quo Vadis. In: U. LINDEMANN, Hg. *Handbuch Produktentwicklung*. München: Hanser, S. 3-7. ISBN 9783446445185.
- SPATH, D., C. DILL und M. SCHARER, 2001. *Vom Markt zum Markt. Produktentstehung als zyklischer Prozess*. Stuttgart: LOGIS-Verl. ISBN 9783932298097.
- SPATH, D., T. BURGER und W. GANZ, 2014a. Herausforderungen, Lösungsansätze und Entwicklungspfade für das Testen produktionsbegleitender Dienstleistungen. In: G. SCHUH und V. STICH, Hg. *Enterprise - Integration. Auf dem Weg zum kollaborativen Unternehmen*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, S. 153-165. ISBN 978-3-642-41890-7.

- SPATH, D., T. MEIREN und M. MÜNSTER, 2012. F&E-Management für Lösungsanbieter [online]. *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, **64**(S65), 73-87. ISSN 0341-2687. Verfügbar unter: doi:10.1007/BF03373007
- SPATH, D., T. MEIREN und S. LAMBERTH, 2013. Trends und Perspektiven des Service Engineering. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, **108**(4), 193-194. ISSN 0947-0085.
- SPATH, D., W. BAUER und M. DANGELMAIER, 2008. Virtual Service System Engineering. In: *Volume 1: Advanced Energy Systems; Advanced and Digital Manufacturing; Advanced Materials; Aerospace*: ASMEDC, S. 241-246. ISBN 978-0-7918-4835-7.
- SPATH, D., W. GANZ und A.-S. TOMBEIL, 2009. Handlungsempfehlungen für das Forschungs- und Entwicklungsfeld Dienstleistungen. In: D. SPATH und W. GANZ, Hg. *Die Zukunft der Dienstleistungswirtschaft. Trends und Chancen heute erkennen*. München: Hanser, S. 319-332. ISBN 978-3-446-41504-1.
- SPATH, D., W. GANZ und T. MEIREN, 2014b. Dienstleistungen in der digitalen Gesellschaft: Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung für Lösungsanbieter. In: A. BOES, Hg. *Dienstleistung in der digitalen Gesellschaft: Beiträge zur Dienstleistungstagung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Wissenschaftsjahr 2014*. Frankfurt am Main: Campus Verlag, S. 25-34.
- SPILLNER, A. und T. LINZ, 2019. *Basiswissen Softwaretest. Aus- und Weiterbildung zum Certified Tester: Foundation Level nach ISTQB-Standard*. 6., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Heidelberg: dpunkt.verlag. ISBN 978-3-86490-583-4.
- SPILLNER, A., 2008. *Systematisches Testen von Software - Ein Einstieg*. Heidelberg: dpunkt Verlag.
- SPILLNER, A., T. ROßNER, M. WINTER und T. LINZ, 2014. *Praxiswissen Softwaretest - Testmanagement. Aus- und Weiterbildung zum Certified Tester - Advanced Level nach ISTQB-Standard*. 4., überarbeitete und erweiterte Auflage. Heidelberg: dpunkt.-Verlag. ISBN 978-3-86491-515-4.
- SPOHRER, J., C. BASSANO, P. PICIOCCHI und M.A.K. SIDDIKE, 2017. What Makes a System Smart? Wise? In: T.Z. AHAM und W. KARWOWSKI, Hg. *Advances in The Human Side of Service Engineering*. Cham: Springer International Publishing, S. 23-34. ISBN 978-3-319-41946-6.
- STAUSS, B. und B. WEINLICH, 1997. Process-oriented measurement of service quality [online]. *European Journal of Marketing*, **31**(1), 33-55. ISSN 0309-0566. Verfügbar unter: doi:10.1108/03090569710157025
- STEIMEL, B. und I. STEINHAUS, 2017. *Praxisleitfaden Internet der Dinge. Neue Geschäftspotenziale mit Smart Services*. mind digital. Meerbusch.
- STEINMEIER, B., 2013. *Optimierung der wahrgenommenen Produktqualität aus Konsumentensicht*. Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2013. Aachen: Apprimus-Verl. Fertigungsmesstechnik & Qualitätsmanagement. 2013,27. ISBN 978-3-86359-170-0.
- STICH, V., 2018. *Smart Services entwickeln*. Aachen, 22. März 2018. 21. Aachener Dienstleistungsforum.
- STICH, V., J. HOFFMANN und P. HEIMES, 2018. Software-definierte Plattformen: Eigenschaften, Integrationsanforderungen und Praxiserfahrungen in produzierenden Unternehmen [online]. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, **55**(1), 25-43. ISSN 1436-3011. Verfügbar unter: doi:10.1365/s40702-017-0386-2.

- STICKDORN, M. und J. SCHNEIDER, Hg., 2017. *This Is Service Design Thinking: Paperback edition: Basics, Tools, Cases*. BIS Publishers. ISBN 978-9-063-69279-7.
- STICKDORN, M., M. HORMESS, A. LAWRENCE und J. SCHNEIDER, Hg., 2018. *This is service design doing. Applying service design thinking in the real world; a practitioners handbook*. First edition. Sebastapol, CA: O'Reilly. ISBN 978-1-491-92718-2.
- STROBEL, G., U. PAUKSTADT, J. BECKER und S. EICKER, 2019. Von smarten Produkten zu smarten Dienstleistungen und deren Auswirkung auf die Wertschöpfung [online]. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, **56**(3), 494-513. ISSN 1436-3011. Verfügbar unter: doi:10.1365/s40702-019-00520-x
- STRONG, D.M., Y.W. LEE und R.Y. WANG, 1997. Data quality in context. *Communications of the ACM*, **40**(5), 103-110. ISSN 0001-0782.
- SUNDBO, J., 2015. From service quality to experience – and back again? [online]. *International Journal of Quality and Service Sciences*, **7**(1), 107-119. ISSN 1756-669X. Verfügbar unter: doi:10.1108/IJQSS-01-2015-0009
- SWAID, S.I. und R.T. WIGAND, 2009. Measuring the quality of e-service: Scale development and initial validation. *Journal of Electronic Commerce Research*, **10**(1), 13-28. Journal of Electronic Commerce Research.
- SWEENEY, J.C. und G.N. SOUTAR, 2001. Consumer perceived value: The development of a multiple item scale. *Journal of Retailing*, **77**(2), 203-220. Journal of Retailing.
- SWEENEY, J.C., G.N. SOUTAR und L.W. JOHNSON, 1997. Retail service quality and perceived value: A comparison of two models. *Journal of retailing and Consumer Services*, **4**(1), 39-48. ISSN 0969-6989.
- SWEENEY, J.C., T.S. DANAHER und J.R. MCCOLL-KENNEDY, 2015. Customer Effort in Value Cocreation Activities: Improving Quality of Life and Behavioral Intentions of HealthCare Customers [online]. *Journal of Service Research*, **18**(3), 318-335. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670515572128
- TEAS, R.K., 1993. Expectations, performance evaluation, and consumers' perceptions of quality. *Journal of Marketing*, **57**(4), 18-34. Journal of Marketing.
- TEIXEIRA, J.G., L. PATRÍCIO, K.-H. HUANG, R.P. FISK, L. NÓBREGA und L. CONSTANTINE, 2017. The MINDS Method: Integrating Management and Interaction Design Perspectives for Service Design [online]. *Journal of Service Research*, **20**(3), 240-258. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670516680033
- THOMAS, O., F. KAMMLER, D. ÖZCAN und M. FELLMANN, 2017. Digitale Plattformstrategien als Treiber der Dienstleistungsflexibilisierung im Maschinen- und Anlagenbau. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Dienstleistungen 4.0. Band 2*. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 481-494. ISBN 978-3-658-17551-1.
- TOMBEIL, A.-S., D. KREMER, J. NEUHÜTTLER, C. DUKINO und W. GANZ, 2020. Potenziale von Künstlicher Intelligenz in der Dienstleistungsarbeit. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Automatisierung und Personalisierung von Dienstleistungen*. Springer Gabler Wiesbaden. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1007/978-3-658-30168-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-658-30168-2_5)
- TRAUTWEIN, S., J. LINDENMEIER und C. ARNOLD, 2021. The Effects of Technology Affinity, Prior Customer Journey Experience, and Brand Familiarity on the Acceptance of Smart Service

- Innovations [online]. *Journal of Service Management Research*, **5**(1), 36-49. ISSN 2511-8676. Verfügbar unter: doi:10.15358/2511-8676-2021-1-36
- TUKKER, A., 2004. Eight types of product–service systems: eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet [online]. *Business Strategy and the Environment*, **13**(4), 246-260. ISSN 0964-4733. Verfügbar unter: doi:10.1002/bse.414
- TUZOVIC, S. und S. PALUCH, 2018. Conversational Commerce – A New Era for Service Business Development? In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Service Business Development. Strategien - Innovationen - Geschäftsmodelle*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 81-100. ISBN 978-3-658-22425-7.
- ULAGA, W. und A. EGGERT, 2006. Relationship value and relationship quality [online]. *European Journal of Marketing*, **40**(3/4), 311-327. ISSN 0309-0566. Verfügbar unter: doi:10.1108/03090560610648075
- ULWICK, A.W., 2016. *Jobs to be done. Theory to practice*. ISBN 978-0-9905767-4-7.
- URBAN, D. und J. MAYERL, 2018. *Angewandte Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Praxis*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-658-01914-3.
- VAN HUSEN, C. und R.A. ABDEL RAZEK, 2020. Vom Prozessmodell zum digital erlebbaren Prototypen – Pay-per-Use-Konzept für eine Verpackungsanlage. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Automatisierung und Personalisierung von Dienstleistungen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 389-412. ISBN 978-3-658-30165-1.
- VAN HUSEN, C., 2007. *Anforderungsanalyse für produktbegleitende Dienstleistungen*. Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss., 2007. Stuttgart: Univ; Jost-Jetter-Verl. IPA-IAO Bericht. 458. ISBN 978-3-939890-12-6.
- VAN HUSEN, C., A.R. ABDEL RAZEK und A. HENGELS, 2020. Service Prototyping umsetzen. In: C. VAN HUSEN und J. OVTCHAROVA, Hg. *Multidimensionales Service Prototyping*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 131-171. ISBN 978-3-662-60731-2.
- VAN HUSEN, C., RAHMAN, ABDEL RAZEK, RAHMAN ABDUL, M. RABAN und S. IMRAN, 2019. Entwicklung kooperativer Dienstleistungen durch Service Prototyping. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Kooperative Dienstleistungen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 383-406. ISBN 978-3-658-26388-1.
- VANDERMERWE, S. und J. RADA, 1988. Servitization of business: Adding value by adding services [online]. *European Management Journal*, **6**(4), 314-324. ISSN 02632373. Verfügbar unter: doi:10.1016/0263-2373(88)90033-3
- VARGO, S.L. und R.F. LUSCH, 2004. Evolving to a New Dominant Logic for Marketing [online]. *Journal of Marketing*, **68**(1), 1-17. Journal of Marketing. Verfügbar unter: doi:10.1509/jmkg.68.1.1.24036
- VARGO, S.L. und R.F. LUSCH, 2008. Service-dominant logic: continuing the evolution [online]. *Journal of the Academy of Marketing Science*, **36**(1), 1-10. ISSN 0092-0703. Verfügbar unter: doi:10.1007/s11747-007-0069-6
- VENKATESH, V. und H. BALA, 2008. Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision sciences*, **39**(2), 273-315. ISSN 0011-7315.
- VENKATESH, V., J. THONG und XU XIN, 2012. Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS quarterly*, **36**(1), 157-178. ISSN 0276-7783.

- VENKATESH, V., M.G. MORRIS, G.B. DAVIS und F.D. DAVIS, 2003. User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, **27**(3), 425-478. ISSN 0276-7783.
- Verein Deutscher Ingenieure e.V. VDI 2206:2004, *Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Verein Deutscher Ingenieure e.V. VDI/VDE 2206:2020, *Entwicklung cyber-physischer mechatronischer Systeme (CPMS)*.
- VÖLKL, K. und C. KORB, 2018. *Deskriptive Statistik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-658-10674-4.
- VOETH, M. und V. BERTELS, 2014. Service Value von produktbegleitenden Dienstleistungen. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Service Value als Werttreiber: Konzepte, Messung und Steuerung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 283-300. ISBN 978-3-658-02139-9.
- VOM BROCKE, J., A. SIMONS, K. RIEMER, B. NIEHAVES, R. PLATTFAUT und A. CLEVEN, 2015. Standing on the Shoulders of Giants: Challenges and Recommendations of Literature Search in Information Systems Research [online]. *Communications of the Association for Information Systems*, **37**. Communications of the Association for Information Systems. Verfügbar unter: doi:10.17705/1CAIS.03709
- WAGNER, P. und F.T. PILLER, 2011. Open Innovation - Methoden und Umsetzungsbedingungen. In: J. HOWALDT, R. KOPP und E. BEERHEIDE, Hg. *Innovationsmanagement 2.0. Handlungsorientierte Einführung und praxisbasierte Impulse*. Wiesbaden: Gabler Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden, S. 101-129. ISBN 978-3-8349-2613-5.
- WAHLSTER, W., 2017. Künstliche Intelligenz als Treiber der zweiten Digitalisierungswelle. *IM+io (Magazin für Innovation, Organisation und Management)*, (2), 10-13. IM+io (Magazin für Innovation, Organisation und Management).
- WANG, R.Y. und D.M. STRONG, 1996. Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. *Journal of management information systems*, **12**(4), 5-33. ISSN 0742-1222.
- WEBSTER, F.E. und Y. WIND, 1972. A General Model for Understanding Organizational Buying Behavior [online]. *Journal of Marketing*, **36**(2), 12-19. Journal of Marketing. Verfügbar unter: doi:10.1177/002224297203600204.
- WEIBER, R. und K. FERREIRA, 2015. Transaktions- versus Geschäftsbeziehungsmarketing. In: K. BACKHAUS und M. VOETH, Hg. *Handbuch Business-to-Business-Marketing. Grundlagen, Geschäftsmodelle, Instrumente des Industriegütermarketing. 2., vollständig überarbeitete Auflage*. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 121-146. ISBN 978-3-8349-4681-2.
- WEIBER, R. und L. MOHR, 2020. Dienstleistungen 4.0. In: T. KOLLMANN, Hg. *Handbuch Digitale Wirtschaft*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 1091-1125. ISBN 978-3-658-17290-9.
- WESTKÄMPER, E. und P. BALVE, 2009. Technologiemanagement in produzierenden Unternehmen. In: H.-J. BULLINGER, D. SPATH, H.-J. WARNECKE und E. WESTKÄMPER, Hg. *Handbuch Unternehmensorganisation*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 126-140. ISBN 978-3-540-72136-9.
- WIEGARD, R.-B. und M.H. BREITNER, 2019. Smart services in healthcare: A risk-benefit-analysis of pay-as-you-live services from customer perspective in Germany [online]. *Electronic Markets*, **29**(1), 107-123. ISSN 1019-6781. Verfügbar unter: doi:10.1007/s12525-017-0274-1

- WILLIAMS, K., S. CHATTERJEE und M. ROSSI, 2008. Design of emerging digital services: a taxonomy [online]. *European Journal of Information Systems*, **17**(5), 505-517. ISSN 0960-085X. Verfügbar unter: doi:10.1057/ejis.2008.38
- WINKLER, C., F.M. BONGERS und J.H. SCHUMANN, 2020. Kundenintegration und Individualisierung bei digitalen Dienstleistungsinnovationen – Entwicklung eines Methodenbaukastens und Strategietoolkits. In: D. BEVERUNGEN, J.H. SCHUMANN, V. STICH und G. STRINA, Hg. *Dienstleistungsinnovationen durch Digitalisierung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 3-47. ISBN 978-3-662-62143-1.
- WINTER, J., 2018. Künstliche Intelligenz und datenbasierte Geschäftsmodellinnovationen – Warum Unternehmen jetzt handeln sollten. In: M. BRUHN und K. HADWICH, Hg. *Service Business Development. Strategien - Innovationen - Geschäftsmodelle*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 61-79. ISBN 978-3-658-22425-7.
- WINTER, R., 2003. Modelle, Techniken und Werkzeuge im Business Engineering. In: U. BAUMÖL, H. ÖSTERLE und R. WINTER, Hg. *Business Engineering*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 87-118. ISBN 978-3-642-62403-2.
- WIRTZ, J. und M.O. LWIN, 2009. Regulatory Focus Theory, Trust, and Privacy Concern [online]. *Journal of Service Research*, **12**(2), 190-207. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670509335772
- WIRTZ, J., P.G. PATTERSON, W.H. KUNZ, T. GRUBER, V.N. LU, S. PALUCH und A. MARTINS, 2018. Brave new world: service robots in the frontline [online]. *Journal of Service Management*, **29**(5), 907-931. ISSN 1757-5818. Verfügbar unter: doi:10.1108/JOSM-04-2018-0119
- WITELL, L., A. GUSTAFSSON und M. D. JOHNSON, 2014. The effect of customer information during new product development on profits from goods and services [online]. *European Journal of Marketing*, **48**(9/10), 1709-1730. ISSN 0309-0566. Verfügbar unter: doi:10.1108/EJM-03-2011-0119
- WIXOM, B.H. und R. SCHÜRITZ, 2017. Creating Customer Value Using Analytics. *MIT CISR Research Briefing*, **17**(11), 1-4. MIT CISR Research Briefing.
- WORATSCHEK, H., 2017. Messung der Dienstleistungsqualität in Shared Services. In: T.M. FISCHER und M. VOLLMER, Hg. *Erfolgreiche Führung von Shared Services*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 79-100. ISBN 978-3-658-13485-3.
- WORTMANN, F. und K. FLÜCHTER, 2015. Internet of Things [online]. Technology and Value Added. *Business & Information Systems Engineering*, **57**(3), 221-224. ISSN 2363-7005. Verfügbar unter: doi:10.1007/s12599-015-0383-3
- WROBEL, S., H. VOSS, J. KÖHLER, U. BEYER und S. AUER, 2015. Big Data, Big Opportunities [online]. *Informatik Spektrum*, **38**(5), 370-378. ISSN 0170-6012. Verfügbar unter: doi:10.1007/s00287-014-0806-4
- WU, Y.-L., Y.-H. TAO und P.-C. YANG, 2012. Learning from the past and present: measuring Internet banking service quality [online]. *The Service Industries Journal*, **32**(3), 477-497. ISSN 0264-2069. Verfügbar unter: doi:10.1080/02642069.2010.529434
- WÜNDERLICH, N.V., K. HEINONEN, A.L. OSTROM, L. PATRICIO, R. SOUSA, C. VOSS und J.G. LEMMINK, 2015. "Futurizing" smart service: implications for service researchers and managers [online]. *Journal of Services Marketing*, **29**(6/7), 442-447. ISSN 0887-6045. Verfügbar unter: doi:10.1108/JSM-01-2015-0040

- WÜNDERLICH, N.V., F. V. WANGENHEIM und M.J. BITNER, 2012. High Tech and High Touch; A Framework for Understanding User Attitudes and Behaviors Related to Smart Interactive Services [online]. *Journal of Service Research*, **16**(1), 3-20. ISSN 1094-6705 [Zugriff am: 28. Januar 2020]. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670512448413
- XU, W., 2019. Toward human-centered AI [online]. *Interactions*, **26**(4), 42-46. ISSN 1072-5520. Verfügbar unter: doi:10.1145/3328485
- ZEITHAML, V., 1981. *How Consumer Evaluation Processes Differ for Products and Services*.
- ZEITHAML, V.A., A. PARASURAMAN und L.L. BERRY, 1985. Problems and Strategies in Services Marketing [online]. *Journal of Marketing*, **49**(2), 33. *Journal of Marketing*. Verfügbar unter: doi:10.2307/1251563
- ZEITHAML, V.A., L.L. BERRY und A. PARASURAMAN, 1988. Communication and Control Processes in the Delivery of Service Quality [online]. *Journal of Marketing*, **52**(2), 35. *Journal of Marketing*. Verfügbar unter: doi:10.2307/1251263
- ZHANG, W., J. NEUHÜTTLER, M. CHEN und W. GANZ, 2019. Smart Services Conditions and Preferences – An Analysis of Chinese and German Manufacturing Markets. In: T.Z. AHRAM, Hg. *Advances in Artificial Intelligence, Software and Systems Engineering*. Cham: Springer International Publishing, S. 183-194. ISBN 978-3-319-94228-5.
- ZOMERDIJK, L.G. und C.A. VOSS, 2010. Service Design for Experience-Centric Services [online]. *Journal of Service Research*, **13**(1), 67-82. ISSN 1094-6705. Verfügbar unter: doi:10.1177/1094670509351960
- ZÜLL, C. und N. MENOLD, 2014. Offene Fragen. In: N. BAUR und J. BLASIUS, Hg. *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 713-719. ISBN 978-3-531-17809-7.
- ZWICKY, F., 1967. The Morphological Approach to Discovery, Invention, Research and Construction. In: F. ZWICKY und A.G. WILSON, Hg. *New Methods of Thought and Procedure*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 273-297. ISBN 978-3-642-87619-6.

# 10 Anhang

## 10.1 Überblick zu Smart-Service-Definitionen

Da Smart Services ein neues Absatzobjekt darstellen, hat sich in der wissenschaftlichen Literatur bisher kein einheitliches Begriffsverständnis gebildet. Die nachfolgende Tabelle 10-1 stellt bekannte Definitionen vor und gibt einen Überblick der adressierten Leistungsbestandteile.

**Tabelle 10-1:** Überblick über verschiedene Definitionen und deren Umfang

Ansatz				Umfang					
Autor(en)	Jahr	Seite	Definition	Vernetztes physisches Objekt	Datennutzung	Digitale Dienstleistungen	Persönliche Dienstleistungen	Produktbezogene Optimierung	Zusätzlicher Mehrwert
Kampker et al.	2018 b	1081	Die im Internet der Dinge gesammelten Daten bilden dabei die Grundlage für das Angebot von Smart Services.	●	●	●	○	○	○
Paluch	2017	92	Smart Services sind digitale Dienstleistungen, die über eine intelligent vernetzte IT-Infrastruktur erbracht werden und in Verbindung mit physischen Objekten und Produkten durch kontinuierliche Datensammlung und Analyse einen Mehrwert generieren.	●	●	●	○	○	●
Zolnowski et al.	2017	184	Smart Services sind also datengetriebene Dienste, die sich auf Daten stützen, die zumindest teilweise von vernetzten Produkten, also dem Internet der Dinge, geliefert werden.	●	●	●	○	○	○
Acatech	2015	110	Smart Services sind auf die Bedürfnisse der einzelnen Nutzer zugeschnitten. Sie werden aus einer Grundmenge von smarten Produkten, Diensten und Dienstleistungen zusammengestellt und angepasst.	●	●	●	◐	○	●
Husmann	2020	25	Als Smart Service wird die bedarfsgerechte Bereitstellung der Kombination von internetbasierten und physischen Dienstleistungen bezeichnet.	○	○	●	●	○	◐
Bullinger et al.	2017 a	99	Smart Services beschreiben dabei datenbasierte, individuell konfigurierbare Leistungsangebote aus Dienstleistungen, digitalen Diensten und Produkten, die über integrierte Plattformen organisiert und erbracht werden.	●	●	●	●	○	○
Lim et al.	2016	938	Intelligente Servicesysteme sind jene Servicesysteme, in denen vernetzte Dinge und Automatisierung intensive Daten- und Informationsinteraktionen zwischen Menschen und Organisationen ermöglichen, die deren Entscheidungsfindung und Betrieb verbessern.	●	●	◐	◐	○	●

Ansatz				Bewertungskriterien					
Autor(en)	Jahr	Seite	Definition	Vernetztes physisches Objekt*	Datennutzung	Digitale Dienstleistungen	Persönliche Dienstleistungen	Produktbezogene Optimierung	Zusätzlicher Mehrwert
Wunderlich et al.	2015	443	Diese Beispiele veranschaulichen einen speziellen Dienstyp - einen intelligenten Dienst -, der an oder über ein intelligentes Objekt geliefert wird, das in der Lage ist, seinen eigenen Zustand und seine Umgebung zu erfassen und somit eine Datenerfassung in Echtzeit, eine kontinuierliche Kommunikation und interaktives Feedback ermöglicht.	●	●	●	○	◐	○
Klein	2017	8	Intelligente Dienste sind technologisch vermittelte Dienste, die vom Anbieter aktiv durch den Zugriff auf eine entfernte Anlage und den Austausch von Daten über eingebaute Steuerungs- und bzw. oder Rückmeldegeräte erbracht werden.	●	●	●	○	○	○
Beverungen et al.	2019	12	Smart Service ist die Anwendung von spezialisierten Kompetenzen, durch Handlungen, Prozesse und Leistungen, die durch smarte Produkte ermöglicht werden.	●	○	◐	●	○	○
Lim et al.	2016	938	Intelligente Servicesysteme sind jene Servicesysteme, in denen vernetzte Dinge und Automatisierung intensive Daten- und Informationsinteraktionen zwischen Menschen und Organisationen ermöglichen, die deren Entscheidungsfindung und Betrieb verbessern.	●	●	○	◐	●	●
Weiber/Mohr	2019	9	Weiber/Mohr differenzieren dabei die Begriffe Smart Services und Dienstleistungen 4.0 und definieren, dass es sich bei Smart Services um eine Form von produktbegleitenden Dienstleistungen und bei Dienstleistungen 4.0 um dienstleistungsbegleitende Produkte handelt.	●	○	●	●	◐	○
DINSPEC 33453:2019	2019	8	Die DINSPEC 33453:2019 definiert Smart Services als Dienstleistungen, die Daten aus digital vernetzten physischen Objekten aggregieren, verarbeiten und auf dieser Basis einen Mehrwert erzeugen. Die gesammelten Daten können dabei allerdings auch Grundlage für die Erbringung von Dienstleistungen anderer Nutzer sein	●	●	●	●	○	●
Lim/Maglio	2018	166	Smarte Service Systeme lassen sich als Service Systeme definieren, welche Dinge für den Nutzer steuern, auf Grundlage der intelligenten Technologien, Sensorik und Kommunikationsmodulen, kontextbezogener Datenverarbeitung und drahtloser Verbindung.	●	●	◐	◐	○	○

**Tabelle 10-1 (Fortsetzung):** Überblick über verschiedene Definitionen und deren Umfang

## 10.2 Überblick zu bestehenden Qualitätsmodellen

Die nachfolgenden Tabellen 10-2 bis 10-4 geben einen Überblick über die im Rahmen der systematische Literaturanalyse identifizierten Qualitätsmodelle aus den jeweiligen Fachdisziplinen und die von ihnen berücksichtigten Qualitätsmerkmale.

### 10.2.1 Qualitätsmodelle für persönliche Dienstleistungen

**Tabelle 10-2:** Überblick über Qualitätsmodelle für persönliche Dienstleistungen

Ansatz			Potenzial				Prozess			Ergebnis		
Autor(en)	Jahr	Bezug / Besonderheit	Erscheinung	Fähigkeiten	Sicherheit	Vertrauenswürdigkeit	Interaktionsfreundlichkeit	Integrationsqualität	Anpassungsfähigkeit	Kontrolle	Prozessuales Ergebnis	Wertversprechen
Donabedian	1980		●	●	◐	○	○	○	○	○	●	●
Zeithaml	1981		●	●	○	○	○	○	○	○	●	○
Lehtinen, Lehtinen	1982		●	●	○	○	●	○	◐	○	○	○
Grönroos	1984		○	●	○	●	○	○	○	○	○	◐
Parasuraman et al.	1985	GAP-Model	●	●	●	●	●	○	●	●	◐	○
Corsten	1986		◐	●	○	◐	○	●	○	○	○	○
Grönroos, Gummesson	1987	Integration der Modelle von Dienstleistungs- (Grönroos) und Produktqualität (Gummesson)	●	◐	○	○	◐	◐	○	○	●	●
Meyer, Mattmüller	1987	Erweiterung der Qualitätsdimensionen von Donabedian und Verbindung mit Modell von Grönroos	●	●	○	●	○	○	○	○	●	○
Grönroos	1988	Sechs wahrgenommene Qualitätsdimensionen	○	●	●	●	●	○	●	●	○	○
Haywood-Farmer	1988	Parasuraman et al. (1985).	●	●	●	○	●	○	●	●	○	◐
Parasuraman et al.	1988	SERVQUAL-Ansatz (aus GAP-Model heraus entwickelt)	●	●	●	○	●	○	●	●	○	◐
Bender	1990	Quality Satisfaction Profit Ansatz von Fornell (1992)	●	●	○	●	◐	◐	◐	○	○	○
Brogowicz et al.	1990	Grönroos und Parasuraman	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○
Bolton, Drew	1991		○	●	○	○	○	○	○	○	●	●

Ansatz			Potenzial				Prozess			Ergebnis		
Autor(en)	Jahr	Bezug / Besonderheit	Erscheinung	Fähigkeiten	Sicherheit	Vertrauenswürdigkeit	Interaktionsfreundlichkeit	Integrationsqualität	Anpassungsfähigkeit	Kontrolle	Prozessuales Ergebnis	Wertversprechen
Lehtinen, Lehtinen	1991	Drei- und zweidimensionaler Qualitätsansatz Sasser et al. (1978), Grönroos (1983)	●	●	○	●	●	○	◐	○	●	○
Cronin, Taylor	1992	SERVPERF-Model: Servicequalität gemessen als Einstellung und Vergleich mit SERVQUAL-Skala	●	●	○	○	◐	○	◐	○	●	◐
Mattsson	1992		○	○	○	○	○	○	○	○	○	◐
Boulding et al.	1993	GAP-Modell	●	●	●	●	●	○	◐	◐	◐	○
Teas	1993	Überarbeitetes SERVQUAL-Konzept	●	●	●	○	●	○	●	●	○	◐
Rust, Oliver	1994	Grönroos (1984, 1988)	●	●	○	●	◐	◐	○	○	●	◐
Johnston	1995		●	○	●	○	●	◐	●	●	◐	○
Stauss, Neuhaus	1995		○	○	○	○	○	○	○	○	◐	◐
Dabholkar et al.	1996		●	●	○	○	●	○	●	○	○	●
Spreng, Mackoy	1996	Modifikation des Modells von Oliver (1993)	○	◐	○	○	●	○	○	○	●	●
Sweeney et al.	1996		○	●	○	○	◐	○	○	○	●	●
Philip, Hazlett	1997		○	○	○	○	●	○	○	○	●	○
Oh	1999		○	○	○	○	○	○	○	○	●	●
Dabholkar et al.	2000	Vergleich mit SERVQUAL-Dimensionen	○	●	○	●	◐	○	◐	○	○	○
Frost, Kumar	2000	INTSERVQUAL (Anwendung des GAP-Modells)	●	●	●	●	●	○	◐	◐	◐	○
Brady, Cronin	2001		◐	○	○	○	●	○	○	○	●	○
Service Quality Standards	2001		○	●	●	●	○	○	○	●	●	●
Bruhn	2016	Erweiterung von Grönroos-Dimensionen und Darstellung in Anlehnung an Brady/Cronin	●	●	○	○	●	◐	●	○	●	◐

Legende: ● Wird erwähnt   ◐ Wird teilweise/ähnlich erwähnt   ○ Wird nicht erwähnt

**Tabelle 10-2 (Fortsetzung):** Überblick über Qualitätsmodelle persönlicher Dienstleistungen

## 10.2.2 Qualitätsmodelle für digitale Dienste

Tabelle 10-3: Überblick über Qualitätsmodelle für digitale Dienste

Ansatz			Potenzial				Prozess			Ergebnis		
Autor(en)	Jahr	Bezug / Besonderheit	Erscheinung	Fähigkeiten	Sicherheit	Vertrauenswürdigkeit	Interaktionsfreundlichkeit	Integrationsqualität	Anpassungsfähigkeit	Kontrolle	Prozessuales Ergebnis	Wertversprechen
Doll, Torkzahdeh	1988		●	◐	○	○	●	●	○	○	●	○
Berkley, Gupta	1994	IT-Alignment Model	○	◐	●	○	●	○	●	○	○	○
Dabholkar	1996	Attribute and Overall Affect Model	○	◐	○	○	○	○	○	●	○	○
Soteriou, Stavrinides	1997	Internal Service Quality	○	●	○	○	○	○	◐	○	●	○
Chen, Wells	1999		◐	●	○	○	●	○	○	○	○	○
Zeithaml et al.	2000	e-SERVQUAL	●	◐	●	●	●	○	●	○	○	○
Cox, Dale	2001		●	◐	●	○	○	○	○	○	○	○
Jun, Cai	2001	Zeithaml et al. (1990) Johnston (1997)	●	●	●	●	●	○	●	○	○	○
van Riel et al.	2001		○	●	○	○	◐	◐	◐	○	◐	○
Yoo, Donthu	2001	SITEQUAL	●	○	●	○	○	●	○	○	○	○
Barnes, Vidgen	2002	WebQual 4.0 – Website Quality	●	○	●	●	●	●	○	○	○	○
Loiacono et al.	2002	WebQual	●	○	●	●	●	○	●	○	○	○
Madu, Madu	2002		●	●	●	●	○	●	●	○	○	○
Zeithaml et al.	2002	e-SQ	○	●	●	◐	●	●	●	◐	○	○
Zhu et al.	2002	SERVQUAL	○	◐	○	●	●	○	○	○	◐	◐
Cai, Jun	2003		●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Santos	2003		●	◐	●	○	●	○	○	○	◐	○
Wolfenbarger, Gilly	2003	eTailQ	○	◐	●	○	○	○	●	○	○	○
Ribbink et al.	2004		●	○	●	●	●	○	●	○	○	◐
Parasuraman et al.	2005	E-S-Qual & E-RecS-QUAL	○	○	●	○	●	○	○	○	◐	◐
Bauer et al.	2006	eTransQual	●	●	○	●	●	○	◐	○	●	○
Collier, Bienstock	2006		●	●	●	○	●	○	○	○	●	◐
Fassnacht, Koese	2006		●	○	○	●	○	○	○	●	●	○

Ansatz			Potenzial				Prozess			Ergebnis		
Autor(en)	Jahr	Bezug / Besonderheit / Anwendungskontext	Erscheinung	Fähigkeiten	Sicherheit	Vertrauenswürdigkeit	Interaktionsfreundlichkeit	Integrationsqualität	Anpassungsfähigkeit	Kontrolle	Prozessuales Ergebnis	Wertversprechen
Christobal et al.	2007	PeSQ	●	○	●	●	●	○	●	○	●	●
Yen, Lu	2008		○	○	●	○	●	○	○	○	●	●
Swaid, Wigand	2009		●	○	●	●	●	●	●	○	○	○
Hadwich et al.	2010		●	○	●	●	●	●	●	○	●	○
Ojasalo	2010		●	●	●	○	●	○	●	○	●	●
Ding et al.	2011	e-SELFQUAL	○	●	○	○	●	○	○	○	●	●
Wunderlich et al.	2012		○	●	○	●	●	○	○	●	○	○
Akter et al.	2013		○	●	●	●	●	○	●	○	●	●
Paluch, Blut	2013		○	○	●	○	●	●	●	○	○	○
Paluch	2014		○	●	○	●	●	●	●	●	●	○
Bruhn, Batt	2015		○	○	●	○	●	○	●	○	○	○

Legende: ● Wird erwähnt    ● Wird teilweise/ähnlich erwähnt    ○ Wird nicht erwähnt

**Tabelle 10-3 (Fortsetzung):** Überblick über Qualitätsmodelle für digitale Dienste

### 10.2.3 Qualitätsmodelle für Technik und Datenbasis

**Tabelle 10-4:** Überblick über Qualitätsmodelle Technik und Daten

Ansatz			Potenzial				Prozess			Ergebnis		
Autor(en)	Jahr	Bezug / Besonderheit / Anwendungskontext	Erscheinung	Fähigkeiten	Sicherheit	Vertrauenswürdigkeit	Interaktionsfreundlichkeit	Integrationsqualität	Anpassungsfähigkeit	Kontrolle	Prozessuales Ergebnis	Wertversprechen
Shapiro	1970		●	●	○	○	○	○	○	○	●	○
Olson	1972		●	●	○	◐	◐	○	◐	○	●	◐
Wimmer	1975		○	◐	○	○	○	○	○	○	○	○
Garvin	1984		●	●	○	●	●	○	○	○	●	◐
Davis	1985	TAM	○	○	○	○	●	○	○	●	●	○
Zeithaml	1988		●	●	○	○	●	○	◐	○	●	◐
Steenkamp	1989		●	●	○	○	●	○	◐	○	●	◐
Gale	1994		●	◐	○	○	○	○	○	●	●	◐
Grewal	1995		●	●	○	◐	○	○	○	○	●	◐
Brucks et al.	2000		○	◐	○	○	●	○	●	○	●	●
Venkatesh, Davis	2000	TAM 2	○	○	○	○	●	○	○	○	●	○
Sweeney, Soutar	2001	PERVAL	○	●	○	○	○	○	○	○	●	○
Tsiotsou	2006		○	○	○	○	○	○	○	○	◐	●
Venkatesh, Bala	2008	TAM 3	○	◐	○	○	●	○	○	●	●	○
Rijsdijk, Hultink	2009		○	●	◐	◐	○	○	●	●	◐	○
Karahanoglu, Erbug	2011	Smart Wearables	●	●	○	◐	●	◐	●	●	○	○
Cerit et al.	2014	Smartphone design	●	●	○	○	●	○	◐	○	○	○
Vo, Nguyen	2015		○	◐	○	○	◐	○	○	○	○	○

Legende: ● Wird erwähnt    ◐ Wird teilweise/ähnlich erwähnt    ○ Wird nicht erwähnt

**Tabelle 10-4 (Fortsetzung):** Überblick über Qualitätsmodelle Technik und Daten

### 10.3 Expertengespräche

Zur Identifikation von spezifischen Qualitätsmerkmalen von Smart Services sowie zur Weiterentwicklung des Rahmenkonzepts wurden 18 leitfadengestützte Interviews mit Experten durchgeführt. Tabelle 10-5 gibt einen Überblick über die Experten.

**Tabelle 10-5:** Anonymisierter Überblick über befragte Expertinnen und Experten

Nr.	Position	Land	Datum des Gesprächs
1	Lehrstuhlinhaber „Betriebliche Informationssysteme“	Deutschland	01.12.2017
2	Lehrstuhlinhaberin „Information Systems“	USA	14.12.2017
3	Leiter „Service Research Center“	Schweden	12.10.2017
4	Lehrstuhlinhaber „Produktionsmanagement“	Schweiz	Schriftlich
5	Lehrstuhlinhaber „Dienstleistungsmanagement“	Deutschland	29.11.2017
6	Lehrstuhlinhaberin „Management von Dienstleistungen“	Deutschland	07.12.2017
7	Lehrstuhlinhaber „Dienstleistungsmanagement“	Deutschland	18.12.2017
8	Lehrstuhlinhaber „Lucas Graduate School of Business“	USA	01.12.2017
9	Lehrstuhlinhaber „IWI - Institut für Wirtschaftsinformatik“	Deutschland	24.11.2017
10	Lehrstuhlinhaber „Marketing and Service Innovation“	Niederlande	04.12.2017
11	Leiter Forschungsbereich „Smart Service Engineering“	Deutschland	08.12.2017
12	Leiterin „Cambridge Service Alliance“	UK	07.12.2017
13	Lehrstuhlinhaber „Industriennahe Dienstleistungen“	Deutschland	27.11.2017
14	Teamleiter „Digital Service Innovation“	Deutschland	28.11.2017
15	Forschungsbereichsleiter „Cognitive Opentech“	USA	30.11.2017
16	Lehrstuhlinhaber „Service Management“	Deutschland	01.12.2017
17	Lehrstuhlinhaber „Technologiemarketing“	Schweiz	07.12.2017
18	Lehrstuhlinhaber „Dienstleistungsmanagement“	Deutschland	27.11.2017

Die Expertengespräche wurden zum einen mit dem Ziel durchgeführt, dedizierte Qualitätsmerkmale und Bewertungskriterien für Smart Services zu identifizieren. Darüber hinaus wurde es genutzt, um die Struktur des Rahmenkonzepts und die bereits identifizierten Qualitätsmerkmale und Bewertungskriterien aus der Literaturanalyse kritisch zu reflektieren und für die Theoriebildung anzupassen. Der halbstandardisierte Leitfaden gliederte sich dabei in drei Bereiche. Im ersten

Bereich wurde offen nach Erfolgsfaktoren im Hinblick auf die Gestaltung von qualitativ hochwertigen Smart Services gefragt. Im zweiten Teil wurde dagegen eine erste Version des Rahmenkonzepts, welche auf Basis theoretischer Überlegungen erstellt wurde, mit den Experten diskutiert. Neben der Strukturierung wurden die Experten im dritten Teil gebeten, die bereits identifizierten Qualitätsmerkmale und Bewertungskriterien im Hinblick auf ihre Bedeutung im Kontext von Smart Services zu bewerten und um spezifische Merkmale und Aspekte zu ergänzen. Um das Gespräch möglichst fundiert führen zu können, erhielten die Experten ca. zwei Wochen vor dem Termin eine Vorlage mit den wichtigsten Erkenntnissen der Literaturanalyse und -synthese zugesendet.

## 10.4 Evaluation des Verfahrens aus der praktischen Anwendung

### 10.4.1 Erstellung des Leitfadens

Für die Evaluation mit den Praxispartnern wurden zunächst die inhaltlichen und verfahrensspezifischen Anforderungen in Bewertungskriterien überführt, welche in Tabelle 10-6 dargestellt sind.

**Tabelle 10-6:** Überblick über die Befragungskriterien.

Anforderung	Befragungskriterium zur Bewertung des Erfüllungsgrades
IA 1	Das Verfahren adressiert alle relevanten Bestandteile eines Smart-Service-Systems.
IA 2	Die Besonderheiten von smarten Technologien (z.B. KI) und Daten werden angemessen berücksichtigt.
IA 3	Mit dem Verfahren lassen sich verschiedene Bestandteile des Smart Services in angemessenem Detailgrad adressieren
IA 4	Bei der Bewertung mit dem Verfahren werden unterschiedliche Perspektiven ausreichend berücksichtigt.
IA 5	Das Verfahren unterstützt eine systematische Entwicklung von Smart Services.
IA 6	Das Verfahren lässt sich auf konkrete Smart-Service-Angebote anpassen (im Hinblick auf Detailgrad und Betrachtungstiefe).
IA 7a	Das Verfahren unterstützt eine frühzeitige Qualitätssicherung in der Entwicklung von Smart Services.
IA 7b	Die Erkenntnisse aus der Bewertung sind hilfreich für die Verbesserung unseres Leistungsangebots.
VA 1	(Wurde durch Einhaltung der formalen Regeln des Methoden Engineerings erfüllt)
VA 2	Das Verfahren umfasst alle relevanten Schritte, Techniken und Aktivitäten.
VA 3	Aufwand und Nutzen der Bewertung mit dem Qualitätsmodell stehen in einem angemessenen Verhältnis (Wirtschaftlichkeit).
VA 4	Die Beschreibung und Bezeichnungen sind klar und konsistent.
VA 5	Die Logik des Qualitätsmodells ist grundsätzlich zu den in der Entwicklung eingesetzten Methoden und Vorgehensweisen kompatibel.
VA 6	Der Aufbau des Verfahrens folgt einer logischen Struktur.

Die inhaltliche Anforderung nach einem Beitrag zur Identifikation von konkreten Verbesserungsmaßnahmen wurde in zwei Bewertungskriterien operationalisiert, um den Beitrag der Erkenntnisse zur Verbesserung der Leistungen und zur Absicherung der Qualität gleichermaßen zu berücksichtigen. Die Anforderung nach syntaktischer und semantischer Richtigkeit kann entlang von objektivierbaren Kriterien bewertet werden, weshalb hierfür keine Bewertung durch die Praxispartner vorgenommen wurde.

Die Bewertung erfolgte durch eine Abfrage der Zustimmung zu den Bewertungskriterien anhand einer fünfstufigen Likert-Skala sowie der Bitte um eine Begründung der Bewertung. Dabei wurden folgende Punktwerte vergeben: (5) Vollständig erfüllt; (4) Größtenteils erfüllt; (3) Teilweise erfüllt; (2) Größtenteils nicht erfüllt; (1) Gar nicht erfüllt.

## 10.4.2 Bewertung des Flughafenbetreibers

**Bewertende:** Projektleiterin

**Position:** Abteilungsleitung „Airport Quality Management“

**Befragung durchgeführt von:** Entwickler des Verfahrens (Jens Neuhüttler)

**Termin:** 5. Mai 2021, 14:00 Uhr

### Bewertung der Anforderungserfüllung:

Bitte bewerten Sie die folgenden Aspekte zum <b>Verfahren (Qualitätsmodell und Prozess)</b> :	Gar nicht erfüllt					Voll erfüllt
Der Aufbau des Verfahrens folgt einer <i>logischen Struktur</i> . <i>Begr.: Sowohl die Bewertungsmatrix als auch das Vorgehen sind logisch strukturiert und ergeben aus unserer Sicht absolut Sinn.</i>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input checked="" type="checkbox"/>	
Die Beschreibung und Bezeichnungen sind <i>klar und konsistent</i> . <i>Begr.: Die Bezeichnungen sind teilweise auf den ersten Blick abstrakt, da muss man sich hineindenken. Das ist dann aber auch eine Frage, von welcher Perspektive man darauf schaut. Theorie und Praxis nutzen verschiedene Begriffe und Systematiken.</i>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input checked="" type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	
Das Verfahren adressiert <i>alle relevanten Bestandteile</i> eines Smart-Service-Systems. <i>Begr.: Sehr umfassend, das Modell enthält auch einige neue Aspekte und Inhalte, die wir so bisher nicht berücksichtigt hätten.</i>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input checked="" type="checkbox"/>	
Mit dem Verfahren lassen sich <i>verschiedene Bestandteile</i> in angemessenem Detailgrad adressieren. <i>Begr.: Ja, man muss nur darauf achten, dass man sich nicht nur die Aspekte auswählt, die man selbst interessant findet oder unangenehme Aspekte ausblendet. Das ist aber bei jedem Verfahren der Fall.</i>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input checked="" type="checkbox"/>	
Das Verfahren lässt sich auf konkrete Smart-Service-Angebote anpassen (im Hinblick auf Detailgrad und Betrachtungstiefe). <i>Begr.: Mit dem biometrischen Boarding und Fluggastprognose wurde ja gut gezeigt, dass es funktioniert.</i>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input checked="" type="checkbox"/>	

<p>Bei der Bewertung mit dem Qualitätsmodell lassen sich <i>unterschiedliche Perspektiven</i> berücksichtigen (z.B. Einbezug von verschiedene Anspruchsgruppen).  <i>Begr.: Haben wir bei den Anwendungsfällen auch so gemacht.</i></p>	<p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>Die Besonderheiten von smarten Technologien (z.B. KI) und Daten werden angemessen berücksichtigt.  <i>Begr.: Ja, da waren einige neue Erkenntnisse dabei, z. B. das Thema Vertrauen oder auch die Frage nach der Verantwortlichkeit bei Empfehlungen, die vom Dienst gegeben werden. Das war sehr interessant.</i></p>	<p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>Das Verfahren unterstützt eine systematische Entwicklung von Smart Services.  <i>Begr.: Wenn man es von Beginn an einsetzt, ist das Qualitätsmodell eine sehr gute Gesamtstruktur, die man immer wieder einsetzen kann.</i></p>	<p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>Das Verfahren unterstützt die Qualitätsabsicherung in der Entwicklung.  <i>Begr.: Da stimme ich voll zu. Man könnte es auch in die Projekt- und Meilensteinplanung einbeziehen und von Beginn an nutzen (z. B. Festschreiben gewisser Werte in unsere Bluesheets, die wir für die Entwicklungsprojekte nutzen.</i></p>	<p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>Aufwand und Nutzen der Bewertung mit dem Qualitätsmodell stehen in einem <i>angemessenen Verhältnis</i> (Wirtschaftlichkeit).  <i>Begr.: Es ist natürlich schon ein gewisser Aufwand, der entsteht. Aber letztlich ist es weniger Aufwand, wenn man frühzeitig Probleme identifiziert. Je später Änderungen vorgenommen werden müssen, desto teurer die Behebung.</i></p>	<p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
<p>Die Erkenntnisse aus der Bewertung sind <i>hilfreich</i> für die Verbesserung unseres Leistungsangebotes.  <i>Begr.: Das hat man ja bereits am Interesse unseres Dienstleisters am Verfahren gemerkt, dass so ein frühes Feedback sehr hilfreich im Prozess ist. Am Ende können Projekte dann auch an der Farbe von Linien und der damit verbundenen Einschränkungen scheitern, die man einfach hätte ändern können. Daher sind solche frühen Nutzerfeedbacks für uns sehr wichtig.</i></p>	<p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>Die Logik des Qualitätsmodells ist grundsätzlich zu den von uns in der Entwicklung eingesetzten Methoden und Vorgehensweisen <i>kompatibel</i>.  <i>Begr.: Im Idealfall würde es dazu passen, die Entwicklungen bei uns sind jedoch oft aus konkreten Anforderungen heraus geboren und erfolgen nicht ganz so strukturiert. Wir nutzen das Bluesheet, da passt es dann aber schon sehr gut bei der Definition von Qualitätserwartungen rein.</i></p>	<p>1 2 3 4 5</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p>

**Tabelle 10-7:** Bewertung aus Sicht des Flughafenbetreibers.

### 10.4.3 Bewertung des Betreibers der Versorgungsplattform

**Bewertende:** Projektleiter

**Position:** Geschäftsführer des Plattformbetreibers

**Befragung durchgeführt von:** Entwickler des Verfahrens (Jens Neuhüttler)

**Termin:** 23. Mai 2021, 17:30 Uhr

#### Bewertung der Anforderungserfüllung:

Bitte bewerten Sie die folgenden Aspekte zum Verfahren (Qualitätsmodell und Prozess):	Gar nicht erfüllt					Voll erfüllt
Der Aufbau des Verfahrens folgt einer <i>logischen Struktur</i> . Begr.: Strukturierung ist logisch und gut nachvollziehbar.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input checked="" type="checkbox"/>	
Die Beschreibung und Bezeichnungen sind <i>klar und konsistent</i> . Begr.: Soweit ich das bewerten kann, ja.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input checked="" type="checkbox"/>	
Das Verfahren adressiert <i>alle relevanten Bestandteile</i> eines Smart-Service-Systems. Begr.: Im Smart Health Net-Fall wurden alle Bestandteile berücksichtigt.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input checked="" type="checkbox"/>	
Die Besonderheiten von Smart Services werden angemessen berücksichtigt. Begr.: So weit ich das beurteilen kann, trifft das zu.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input checked="" type="checkbox"/>	
Das Verfahren lässt sich auf konkrete Smart-Service-Angebote anpassen (insb. im Hinblick auf die berücksichtigten Bestandteile und ihren Detailgrad).	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input checked="" type="checkbox"/>	
Bei der Bewertung mit dem Qualitätsmodell lassen sich <i>unterschiedliche Perspektiven</i> berücksichtigen (z.B. Einbezug von verschiedene Anspruchsgruppen). Begr.: Wurde in unserem Fall gemacht und auch aus unterschiedlichen Perspektiven bewertet.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input checked="" type="checkbox"/>	
Aufwand und Nutzen der Bewertung mit dem Qualitätsmodell stehen in einem <i>angemessenen Verhältnis</i> (Wirtschaftlichkeit). Begr.: Anmerkungen: Grundsätzlich ohne Unterstützung aufwendig, aber natürlich wichtig, die Qualitätsbewertung vorab durchzuführen.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input checked="" type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	
Die Erkenntnisse aus der Bewertung sind <i>hilfreich</i> für die Verbesserung unseres Leistungsangebots. Begr.: Gibt interessante Hinweise, insbesondere durch strukturierte Aufbereitung und die abgeleiteten Empfehlungen.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input checked="" type="checkbox"/>	
Die Logik des Qualitätsmodells ist grundsätzlich zu den in der Entwicklung eingesetzten Methoden und Vorgehensweisen <i>kompatibel</i> . Begr.: Das Qualitätsmodell ist umfassend und komplex, daher kann es nicht ohne wissenschaftliche Unterstützung im Unternehmen eingesetzt werden. Viel wird im Unternehmen eher unstrukturiert durchgeführt, daher ist es für unser Vorgehen sozusagen „überstrukturiert“.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input checked="" type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	

**Tabelle 10-8:** Bewertung aus Sicht des Betreibers der Versorgungsplattform

In dieser »Schriftenreihe zu Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement« werden die Dissertationen, die im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart und am Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO entstanden sind, veröffentlicht.

Die beiden Institute verknüpfen universitäre Grundlagenforschung mit angewandter Auftragsforschung und setzen diese erfolgreich in zahlreichen Projekten praxisgerecht um.

Technologiemanagement umfasst dabei die integrierte Planung, Gestaltung, Optimierung, Bewertung und den Einsatz von technischen Produkten und Prozessen aus der Perspektive von Mensch, Organisation, Technik und Umwelt. Dabei werden neue anthropozentrische Konzepte für die Arbeitsorganisation und -gestaltung erforscht und erprobt. Die Arbeitswissenschaft mit ihrer Systematik der Analyse, Ordnung und Gestaltung der technischen, organisatorischen und sozialen Bedingungen von Arbeitsprozessen sowie ihren humanen und wirtschaftlichen Zielen ist dabei zentral in die Aufgabe des Technologiemanagements eingebunden.

ISBN 978-3-8396-1823-3



*ISSN 2195-3414*

*Fraunhofer Verlag*