

RESEARCH

Sven Herzberg

Quality Intelligence

IT-basierte
Entscheidungsunterstützung für die
präventive Qualitätsabsicherung
in den frühen Phasen des
Fahrzeugentwicklungsprozesses

MOREMEDIA



Springer Gabler

Quality Intelligence

Sven Herzberg

Quality Intelligence

IT-basierte
Entscheidungsunterstützung für die
präventive Qualitätsabsicherung in
den frühen Phasen des
Fahrzeugentwicklungsprozesses

 Springer Gabler

Sven Herzberg
Stuttgart, Deutschland

D93 (Dissertation, Universität Stuttgart, 2022)

ISBN 978-3-658-41344-6 ISBN 978-3-658-41345-3 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-41345-3>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2023

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Marija Kojic

Springer Gabler ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Geleitwort

Die Sicherstellung der Produktqualität stellt in der Automobilbranche einen der wichtigsten wettbewerbsrelevanten Erfolgsfaktoren dar. Hierbei werden die Unternehmen insbesondere aufgrund des dynamischen technologischen Wandels, der steigenden Produktkomplexität sowie der zunehmenden Varianten- und Modellvielfalt mit neuen Herausforderungen konfrontiert, deren Bewältigung durch die Verkürzung der Innovations- und Produktlebenszyklen zusätzlich erschwert wird. Daher ist zurzeit bei vielen Automobilherstellern festzustellen, dass die früher dominierenden, reaktiv ausgerichteten Qualitätssicherungsmaßnahmen um präventive Ansätze der Qualitätssicherung ergänzt werden, um produktbezogene Mängel bereits in frühen Phasen der Produktentwicklung eliminieren zu können.

Diesem Themenbereich ist das Werk von Herrn Herzberg gewidmet. Im Mittelpunkt seiner Arbeit stehen die Entwicklung, die prototypische Umsetzung und die Evaluation eines tool-basierten Ansatzes zur Unterstützung komplexer Entscheidungen zur präventiven Absicherung der Produktqualität bei der Entwicklung von Kraftfahrzeugen. Hierbei ist hervorzuheben, dass im Rahmen dieser Forschung eine umfangreiche Exploration bei einem international führenden Automobilhersteller möglich wurde. Im Rahmen dieser Fallstudie konnten sämtliche Anspruchsgruppen identifiziert und relevante Themenfelder auf der Basis von Dokumentenanalysen, Beobachtungsstudien, Workshops und Interviews intensiv erfasst werden. Die auf diesen Informationen beruhende Entwicklung des Fachkonzepts konnte anschließend mit Hilfe des vertikalen und horizontalen Prototypings unter Verwendung von Realdaten des Unternehmens umgesetzt werden und auf Basis mehrerer Workshops evaluiert werden. Das Ergebnis ist eine fundierte Konzeptevaluation auf der Basis der Kriterien Machbarkeit, Verständlichkeit, Nutzen, Originalität, Abstraktion und Vollständigkeit. Mit einer

Diskussion der Verwertungsfähigkeit der fallbasierten Erkenntnisse für andere Automobilhersteller, der Würdigung der Erkenntnisse und der Identifikation zukünftiger Herausforderungen endet die gelungene Arbeit, die zweifellos neue Akzente für die Gestaltung entscheidungsunterstützender Systeme der präventiven Qualitätssicherung setzt.

Stuttgart
im Januar 2023

Prof. Dr. Hans-Georg Kemper

Vorwort

Die vorliegende Dissertation ist während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik 1 des Betriebswirtschaftlichen Instituts der Universität Stuttgart entstanden. An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die zur Entstehung der vorliegenden Arbeit beigetragen haben.

Zuallererst danke ich meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Hans-Georg Kemper. Sein Vertrauen in mich, die von ihm gegebenen akademischen Freiräume sowie seine wohlwollende Unterstützung haben diese Arbeit erst ermöglicht. Mein weiterer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Peter Gluchowski für das Interesse an meiner Arbeit und die Übernahme des Zweitgutachtens sowie Herrn Prof. Dr. Georg Herzwurm für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes.

Ebenfalls ein herzlicher Dank gebührt allen Kolleginnen und Kollegen sowie den studentischen Hilfskräften des Lehrstuhls für die freundschaftliche Zusammenarbeit. Namentlich hervorheben möchte ich hier Herrn Dr. Henning Baars, Herrn Julian Ereth, Herrn Clemens Haussmann, Frau Viola Koppetzki, Herrn Dr. Jens Lachenmaier, Herrn Prof. Dr. Heiner Lasi, Frau Dr. Michelle Moisa, Herrn Dr. Dominik Morar und Frau Dr. Kathrin Schumacher. Herrn Dr. Baars gilt dabei mein ganz besonderer Dank. Er hat diese Arbeit durchgängig begleitet und mit seinen wertvollen Anregungen wesentlich zu ihrem Gelingen beigetragen. Gleichfalls möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Lasi für die zahlreichen kritischen Diskussionen bedanken.

Die Case Study der vorliegenden Arbeit wäre in dieser Form nicht ohne die Beteiligung zahlreicher Experten und Vertreter des betrachteten Automobilherstellers möglich gewesen. Ihnen sei an dieser Stelle herzlich für das Interesse an meiner Arbeit, das entgegengebrachte Vertrauen, die Unterstützung und ihre geopfert wertvolle Zeit gedankt.

Frau Ilse Trieba, einer Freundin der Familie, danke ich für das unermüdliche Korrekturlesen. Kein Komma hatte die Chance, am falschen Platz zu überleben.

Mein persönlicher Dank richtet sich schließlich an meine Familie. Meinen Eltern, Hagen und Sieghilde, bin ich für ihre immerwährende Unterstützung in allen Lebenslagen sehr dankbar. Meiner Frau Conny danke ich für ihren bedingungslosen Rückhalt und für das Verständnis, das sie mir und dieser Arbeit entgegengebracht hat. Ihr und unserem Sohn Levi widme ich diese Arbeit.

Stuttgart
im Januar 2023

Sven Herzberg

Zusammenfassung

Aufgrund der hohen Dynamik und Komplexität im Kontext der Fahrzeugentwicklung stellt die Produktqualität eine wesentliche Herausforderung für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit von Automobilherstellern dar. Die Produktqualität wird dabei insbesondere durch Entscheidungen beeinflusst, die bereits in den frühen Phasen der automobilen Produktentwicklung mit Blick auf die Produktkonzepte getroffen werden. Vor diesem Hintergrund zeigen Untersuchungen, dass die Verfügbarkeit relevanter qualitätsbezogener Informationen einen erheblichen Beitrag zur Entscheidungsfindung in den frühen Phasen der Fahrzeugentwicklung leisten kann. Aktuelle Studien legen dabei den Schluss nahe, dass sich die entscheidungsorientierte Rückkopplung qualitätsrelevanter Informationen oftmals nur unzureichend an den Informationsbedarfen der Entscheidungsträger in den frühen Phasen der Automobilentwicklung orientiert.

Das Ziel der Arbeit liegt daher in der Erarbeitung eines IT-basierten Ansatzes zur Entscheidungsunterstützung zugunsten der präventiven Absicherung von Produktkonzepten in den frühen Phasen des automobilen Produktentwicklungsprozesses.

Der Lösungsweg der vorliegenden Arbeit umfasst hierzu eine Exploration der präventiven Absicherung von Produktkonzepten in den frühen Fahrzeugentwicklungsphasen. Diese wird auf Grundlage eines Case Study Approach bei einem international aufgestellten Automobilhersteller durchgeführt. Für die Datenerhebung wird dabei ein multimethodisches Vorgehen gewählt, das sich unter anderem aus Interviews, Gruppendiskussionen und Beobachtungen zusammensetzt. Auf Basis der erhobenen Daten werden Potentiale analysiert sowie Anforderungen an die Informationsversorgung der Aufgabenträger im Rahmen der präventiven Konzeptabsicherung identifiziert. Aufbauend auf den Erkenntnissen der Untersuchung wird als Hauptbestandteil der Arbeit ein fachliches

Konzept zur Entscheidungsunterstützung der präventiven Absicherung von Produktkonzepten entwickelt, das multidimensionale Analysen, verbauquoten- und Hot-Spot-basierte Prognosen entscheidungsrelevanter Qualitätskennzahlen, kombinationsbasierte Abgleiche sowie die Szenariobildung umfasst.

Die konzeptionellen Schwerpunktbereiche werden anschließend unter Verwendung von Realdaten des untersuchten Automobilherstellers prototypisch implementiert und die Anwendbarkeit sowie Relevanz des entwickelten Ansatzes im Rahmen mehrerer Workshops mit unterschiedlichen Fachanwendern evaluiert. Abschließend werden die Übertragbarkeit sowie die Limitationen der gewonnenen Erkenntnisse diskutiert und der weitere Forschungsbedarf ausgewiesen.

Abstract

Due to the high dynamics and complexity in the context of vehicle development product quality represents a major challenge for the long-term competitiveness of automobile manufacturers. Product quality is particularly influenced by decisions made in the early phases of automotive product development with a view to the product concepts. Given this background studies show that the availability of relevant quality-related information can make a significant contribution to decision-making in the early phases of vehicle development. Current research in this context suggests that the decision-oriented feedback of quality-relevant information has so far often been insufficiently oriented to the information needs of the decision-makers in the early phases of automobile development.

The aim of this thesis is therefore to develop an IT-based concept to decision support in favor of preventive quality assurance of product concepts in the early phases of the automotive product development process.

The approach of the work includes an exploration of the preventive quality assurance of product concepts in the early stages of vehicle development. For this purpose a case study approach with an international automobile manufacturer is being conducted. A multi-method design is chosen for data collection, which comprises interviews, group discussions and observations. The findings of the study include potentials for improvement as well as requirements for the information supply of the relevant decision-makers. Based on the findings of this research, a concept for decision support of the preventive quality assurance of product concepts is developed, which consists of multidimensional analyses, take rate and hot spot-based forecasts of decision-relevant quality indicators, combination-based comparisons and the formation of scenarios.

In order to evaluate the applicability and relevance of the developed approach the conceptual focus areas are then implemented as a prototype. For this purpose real data from the automobile manufacturer is used. The prototypical implementation was presented and discussed in several evaluation workshops with various domain experts. Finally the transferability and the limitations of the findings are discussed and future research needs are identified.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung und Motivation	1
1.2	Stand der Forschung und Forschungslücke	4
1.3	Zielstellung, Forschungsfrage und Bezugsrahmen der Arbeit	10
1.4	Wissenschaftliche Einordnung und Forschungsdesign	13
1.5	Gang der Arbeit	15
2	Betriebswirtschaftliche und technische Grundlagen	17
2.1	Terminologische Einordnung und Abgrenzung	18
2.1.1	Industriebetrieb	18
2.1.2	Produkt	20
2.1.3	Produktkonzept	22
2.1.4	Produktentwicklung	22
2.1.5	Produktqualität	26
2.1.6	Produktfehler	29
2.1.7	Qualitätsmanagement	33
2.2	Präventive Konzeptabsicherung als Gegenstand der frühen Phasen der Fahrzeugentwicklung	38
2.2.1	Typische Struktur des automobilen Produktentstehungsprozesses	38
2.2.2	Ablauf und Inhalte der frühen Phasen der Fahrzeugentwicklung	43
2.2.3	Bedeutung der frühen Phasen für die Produktqualität	48
2.2.4	Begriff und Zielstellung der präventiven Konzeptabsicherung	49
2.2.5	Aufgaben der präventiven Konzeptabsicherung	51

2.2.6	Aufgabenträger der präventiven Konzeptabsicherung	57
2.3	Relevante Methoden und Ansätze der Informationsgewinnung im Rahmen der präventiven Konzeptabsicherung	57
2.3.1	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse	59
2.3.2	Felddatenmanagement	61
2.3.3	8-D-Methodik	64
2.3.4	Lessons Learned	66
2.4	Anwendungssysteme im Kontext der präventiven Konzeptabsicherung	68
2.4.1	Computer-aided Design und Computer-aided Engineering	70
2.4.2	Produktdatenmanagement und Produktlebenszyklusmanagement	70
2.4.3	Customer Relationship Management	71
2.4.4	Computer-aided Quality Assurance	72
2.5	Business Intelligence und Analytics	74
2.5.1	Begriffsabgrenzung	74
2.5.2	Datenbereitstellung	77
2.5.3	Informationsgenerierung	79
2.5.4	Informationsbereitstellung	82
3	Case Study zur Exploration der präventiven Konzeptabsicherung – Methodik und Erkenntnisse	83
3.1	Methodik und Forschungsdesign	84
3.1.1	Abgrenzung und Begründung des Case Study Approach	84
3.1.2	Konzeption und Auswahl der Case Study	91
3.1.3	Praktische Durchführung der Case Study	94
3.2	Teilziel I: Analyse der Gestaltung der frühen Produktentstehungsphasen des untersuchten Automobilherstellers	103
3.2.1	Aufbau und Struktur des automobilen Produktentstehungsprozesses	103
3.2.2	Ablauf und Inhalte der frühen Phasen der Fahrzeugentwicklung	105
3.3	Teilziel II: Analyse der Ausgestaltung der präventiven Absicherung von Produktkonzepten im Case	107
3.3.1	Zielstellung und Aufgaben	107

3.3.2	Aufgabenträger	113
3.3.3	Relevante Methoden und Ansätze der Informationsgewinnung	114
3.3.4	Relevante Anwendungssysteme	118
3.4	Teilziel III: Potentialanalyse und Anforderungserhebung für die präventive Absicherung von Produktkonzepten	122
3.4.1	Qualitätsbezogene Feldparameter	122
3.4.2	Qualitätsbezogene Planungsparameter	125
3.4.3	Prädiktive Qualitätsparameter	129
3.4.4	Auswertungsprozesse	131
3.4.5	Berechtigung und Nutzung	136
3.4.6	Übersicht der identifizierten Anforderungen	137
4	Entwicklung eines Fachkonzepts zur Entscheidungsunterstützung der präventiven Konzeptabsicherung	145
4.1	Datensicht der qualitätsbezogenen Planungs- und Feldparameter	150
4.2	Multidimensionale Auswertungen – Entwurf eines ADAPT-Modells	160
4.3	Prädiktive Messgrößen – Vorgehensweise zur Berechnung	174
4.4	Kombinationsbasierter Abgleich	186
4.5	Szenariobildung	191
5	Prototypische Realisierung und Evaluation	195
5.1	Evaluationsdesign	196
5.2	Prototypische Implementierung des Fachkonzepts	199
5.2.1	Datengrundlage	203
5.2.2	Datenbereitstellung	205
5.2.3	Aufbau des Prototyps	208
5.2.4	Realisierung zentraler Funktionalitäten	211
5.3	Prototypisch implementierte Analysepfade	214
5.3.1	Durchführung produktkonzeptbezogener Auswertungen	216
5.3.2	Durchführung produktkonzeptabhängiger Auswertungen	225
5.3.3	Durchführung produktkonzeptübergreifender Auswertungen	227

5.4	Evaluations-Workshops	233
5.5	Erkenntnisse aus der Evaluation	236
5.5.1	Anwendbarkeit	237
5.5.2	Relevanz	237
6	Abstraktion, Würdigung und Forschungsbedarf	243
6.1	Abstraktion der gewonnenen Erkenntnisse	244
6.2	Kritische Würdigung der gewonnenen Erkenntnisse	246
6.3	Weiterer Forschungsbedarf	247
	Literaturverzeichnis	251

Abkürzungsverzeichnis

ADAPT	Application Design for Analytical Processing Technologies
ANP	Analytischer Netzwerkprozess
BI	Business Intelligence
BIA	Business Intelligence und Analytics
BNF	Backus-Naur-Formalismus
BR	Baureihe
C-DWH	Core Data Warehouse
CAD	Computer-aided Design
CAE	Computer-aided Engineering
CAM	Center of Automotive Management
CAQ	Computer-aided Quality Assurance
CFAT	Crossfunktional besetztes Fehlerabstellteam
CFD	Computer-Fluid Dynamics
CKM	Customer Knowledge Management
CRM	Customer Relationship Management
DGQ	Deutsche Gesellschaft für Qualität
DIN	Deutsches Institut für Normung
DSS	Decision Support Systems
DWH	Data Warehouse
ETL	Extraktions-, Transformations- und Ladeprozesse
EUS	Entscheidungsunterstützung
FIN	Fahrzeugidentifikationsnummer
FMEA	Fehlermöglichkeit- und Einflussanalyse
GI	Gesellschaft für Informatik
GuK	Garantie- und Kulanz
IAFT	International Automotive Task Force

ID	Identifikationsnummer
IS	Informationssystem
IT	Informationstechnologie
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
MIS	Management Information Systems
MKS	Mehrkörpersysteme
NPP	Neuproduktprojekt
OEM	Original Equipment Manufacturer
OLAP	Online Analytical Processing
PDM	Produktdatenmanagement
PKA	Präventive Konzeptabsicherung
PKW	Personenkraftwagen
PLM	Produktlebenszyklusmanagement
PW	Prognosewert
QG	Quality Gate
RPZ	Risikoprioritätszahl
SSBIA	Self-Service Business Intelligence and Analytics
SOP	Start of Production
SSL	Schadenschlüssel
TCO	Total Cost of Ownership
TK	Themenkategorie
UML	Unified Modeling Language
VDA	Verband der Automobilindustrie

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1	Vorgehensweise der Literaturanalyse	5
Abbildung 1.2	Bezugsrahmen der Arbeit	12
Abbildung 1.3	Forschungsdesign der Arbeit	15
Abbildung 1.4	Aufbau der Arbeit entlang der Phasen des Erkenntnisprozesses	16
Abbildung 2.1	Einordnung von Kapitel 2 in den Gang der Arbeit	18
Abbildung 2.2	Einordnung des Automobils als Verbund von Sachleistungen und Diensten	21
Abbildung 2.3	Abgrenzung der Produktentwicklung im Rahmen der Arbeit	24
Abbildung 2.4	Fehlerbezogene Begriffe	30
Abbildung 2.5	Zusammenhänge zwischen den Aufgabenbereichen des Qualitätsmanagements	34
Abbildung 2.6	Aachener Qualitätsmanagement-Modell	36
Abbildung 2.7	Synchronisationspunkte im Produktentstehungsprozess	40
Abbildung 2.8	Übergang von Forschung und Vorentwicklung auf den Fahrzeugentstehungsprozess	41
Abbildung 2.9	Projekttablauf entlang der Hauptphasen des Fahrzeugentstehungsprozesses	44
Abbildung 2.10	Einordnung der frühen Phasen im Rahmen der Konzeptphase	45
Abbildung 2.11	Zehnerregel der Fehlerbeseitigungskosten	49
Abbildung 2.12	Einordnung der präventiven Konzeptabsicherung innerhalb der frühen Phasen	50

Abbildung 2.13	Ermittlung der relevanten Aufgaben der präventiven Konzeptabsicherung anhand festgelegter Filterkriterien	52
Abbildung 2.14	Aufgabenübersicht der präventiven Konzeptabsicherung	55
Abbildung 2.15	Relevante Methoden und Ansätze der Informationsgewinnung	59
Abbildung 2.16	Struktur des Felddatenmanagements	63
Abbildung 2.17	Schematischer Lessons-Learned-Prozess	66
Abbildung 2.18	Anwendungssysteme im Produktentstehungsprozess	69
Abbildung 2.19	Übersicht exemplarischer Module von CAQ-Systemen	73
Abbildung 2.20	BIA-Ordnungsrahmen	77
Abbildung 3.1	Einordnung von Kapitel 3 in den Gang der Arbeit	83
Abbildung 3.2	Typologie von Single-Case Designs	86
Abbildung 3.3	Bezugsrahmen der Case Study	92
Abbildung 3.4	Teilziele der Exploration	93
Abbildung 3.5	Methodik der Case Study	95
Abbildung 3.6	Ablaufschema des Auswertungsprozesses	102
Abbildung 3.7	Fahrzeugentwicklungsprozess für ein Neuproduktprojekt in der Fallstudie	105
Abbildung 3.8	Konzeptphase für ein Neuproduktprojekt in der Fallstudie	106
Abbildung 3.9	Aufgabenübersicht der präventiven Konzeptabsicherung in der Fallstudie	113
Abbildung 3.10	Fehlerabstellprozess Serie und Anwendung 8-D-Methodik in der Fallstudie	117
Abbildung 3.11	Übersicht relevanter CAQ-Module in der Fallstudie ...	119
Abbildung 3.12	Erweiterter Bezugsrahmen der Arbeit	144
Abbildung 4.1	Einordnung von Kapitel 4 in den Gang der Arbeit	146
Abbildung 4.2	Übersicht der konzeptionellen Schwerpunkte	149
Abbildung 4.3	Datensicht der qualitätsbezogenen Planungs- und Feldparameter	151
Abbildung 4.4	Datenmodell – <i>Übersicht</i>	152
Abbildung 4.5	Datenmodell – Teil I: <i>Qualitätsbezogene Planungsparameter</i>	155
Abbildung 4.6	Datenmodell – Teil II: <i>Qualitätsbezogene Feldparameter</i>	159

Abbildung 4.7	Schwerpunktbereich multidimensionale Auswertungen	160
Abbildung 4.8	Modellierung der Datenwürfel	161
Abbildung 4.9	Modellierung der Dimension <i>Markt</i>	162
Abbildung 4.10	Modellierung der Dimension <i>Konzepttyp</i>	163
Abbildung 4.11	Modellierung der Dimension <i>Fahrzeugtyp</i>	164
Abbildung 4.12	Modellierung der Dimension <i>Zeit</i>	165
Abbildung 4.13	Modellierung der Dimension <i>Reklamation</i>	166
Abbildung 4.14	Modellierung der Dimension <i>Konzeptmaßnahme</i>	167
Abbildung 4.15	Modellierung der Dimension <i>Organisationseinheit</i>	168
Abbildung 4.16	Modellierung der Verbauquoten	170
Abbildung 4.17	Modellierung der Reklamationsquoten	171
Abbildung 4.18	Modellierung der prädiktiven Messgrößen	172
Abbildung 4.19	Modellierung der Maßnahmenkosten	173
Abbildung 4.20	Modellierung der Szenariobildung	174
Abbildung 4.21	Schwerpunktbereich prädiktive Messgrößen	175
Abbildung 4.22	Teilaktivitätsdiagramm – <i>Erfassung und Prüfung der Produktkonzeptauswahl</i>	176
Abbildung 4.23	Teilaktivitätsdiagramm – <i>Generierung prädiktiver Messgrößen</i>	177
Abbildung 4.24	Teilaktivitätsdiagramm – <i>Verbauquoteninduzierte Extrapolation von Reklamationen</i>	180
Abbildung 4.25	Exemplarischer Aufbau einer Marktprofil-Matrix	182
Abbildung 4.26	Exemplarische Berechnung des Prognosewerts subjektiver Fehlerarten	184
Abbildung 4.27	Teilaktivitätsdiagramm – <i>Hot-Spot-Profil-basierte Prognose von Reklamationen</i>	185
Abbildung 4.28	Schwerpunktbereich kombinationsbasierter Abgleich	186
Abbildung 4.29	Identifikation problematischer Produktkonzeptkombinationen	188
Abbildung 4.30	Abgleich geplanter Produktkonzeptkombinationen mit Fehler-Bericht-Regeln	190
Abbildung 4.31	Schwerpunktbereich Szenariobildung	191
Abbildung 4.32	Abgleich der maßnahmenbezogenen Mehrkosten mit prognostizierten Reklamationskosten je Zielmarkt	193
Abbildung 5.1	Einordnung von Kapitel 5 in den Gang der Arbeit	196
Abbildung 5.2	Evaluationsdesign	197

Abbildung 5.3	Einordnung des Prototyps dieser Arbeit	199
Abbildung 5.4	Im Rahmen der prototypischen Implementierung eingesetzte Softwarelösungen	201
Abbildung 5.5	Exemplarische Ausleitung (anonymisierter) Reklamationsdaten	205
Abbildung 5.6	Transformationsprozess (ETL) der prototypischen Umsetzung	206
Abbildung 5.7	Skripteditor in QlikView	207
Abbildung 5.8	Ladeskript für Reklamationsdaten	207
Abbildung 5.9	Datenmodell des Prototyps	209
Abbildung 5.10	Startbildschirm des Prototyps	210
Abbildung 5.11	Aufbaustruktur und Navigation des Prototyps	210
Abbildung 5.12	Bildung von hierarchischen Gruppen	212
Abbildung 5.13	Berechnung von Messgrößen	213
Abbildung 5.14	Szenariobildung	214
Abbildung 5.15	Reklamationsportfolio	217
Abbildung 5.16	Auswahl Konzepttyp	218
Abbildung 5.17	Auswahl Zielmarkt	219
Abbildung 5.18	Auswertung Fehlerart	220
Abbildung 5.19	Abfrage Fehler-Berichte	221
Abbildung 5.20	Auswertung Konzeptmaßnahmen	223
Abbildung 5.21	Bewertung von Konzeptmaßnahmen	224
Abbildung 5.22	Marktvergleich von Konzeptmaßnahmen	224
Abbildung 5.23	Absicherung Konzept-Bundles	225
Abbildung 5.24	Identifikation problematischer Konzept-Bundle-Inhalte	226
Abbildung 5.25	Auswertung Top-Fehlercluster	228
Abbildung 5.26	Auswahl eines Fehlerclusters	229
Abbildung 5.27	Auswertung Top-Fehlerarten eines Fehlerclusters	229
Abbildung 5.28	Analyse Fehlerart	230
Abbildung 5.29	Auswertung Lessons Learned	231
Abbildung 5.30	Übersicht der Konzeptmaßnahmen	232
Abbildung 5.31	Ablaufplanung und Zeiteinteilung der Evaluations-Workshops	235
Abbildung 6.1	Einordnung von Kapitel 6 in den Gang der Arbeit	243
Abbildung 6.2	Vergleich der Hauptphasen des Produktentstehungsprozesses	244

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1	Zusammenfassung der thematischen Teilaspekte	4
Tabelle 1.2	Thematisch kategorisierte Übersicht relevanter Forschungsbeiträge	7
Tabelle 1.3	Übersicht und Bewertung verwandter Forschungsbeiträge	9
Tabelle 2.1	Gegenüberstellung der Aufgabengliederung des Qualitätsmanagements	37
Tabelle 2.2	Übersicht der anhand der Filterkriterien bewerteten Aufgaben der Qualitätsplanung und Qualitätslenkung	54
Tabelle 2.3	Übersicht gängiger Data-Mining-Methoden	81
Tabelle 3.1	Etablierte Erhebungsverfahren des Case Study Approach	88
Tabelle 3.2	Übersicht der durchgeführten Beobachtungen	98
Tabelle 3.3	Übersicht Informationsgewinnung und -nutzung der präventiven Konzeptabsicherung	121
Tabelle 3.4	Zuordnung zwischen identifizierten Aufgaben und Anforderungen	143
Tabelle 5.1	Zuordnung der Analysepfade zu den Schwerpunktbereichen des BIA-Konzepts	216
Tabelle 5.2	Übersicht der Evaluations-Workshops	234



1.1 Problemstellung und Motivation

Die Anzahl der durch das Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) veranlassten qualitätsbedingten Rückrufaktionen hat sich in den Jahren 2010 bis 2020 in Deutschland mehr als verdreifacht.¹ Nach Berechnungen des Center of Automotive Management (CAM) wurden 2019 allein in den USA 37,5 Millionen Automobile aufgrund von Qualitätsmängeln zurückgerufen. Die Summe der Rückrufe überstieg in den USA damit sogar die der Neuzulassungen desselben Jahres.² Neben den teilweise gravierenden monetären Folgen einer Rückrufaktion können bereits geringe Abweichungen von der geforderten Produktqualität Reputationsschäden und damit verbunden nachhaltig unzufriedene Kunden³ verursachen, die im ungünstigsten Fall zu Wettbewerbern abwandern.⁴

Vor dem Hintergrund überregionaler Märkte und steigender Kundenansprüche stellt die Produktqualität daher für viele, insbesondere deutsche Unternehmen,

¹ Vgl. Kraftfahrt-Bundesamt (2021), S. 22 und Kraftfahrt-Bundesamt (2020), S. 27.

² Vgl. Böbber und Bratzel (2021), S. 70.

³ Zur besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit das generische Maskulin verwendet. Dabei sind unabhängig von der genutzten Sprachform grundsätzlich Männer und Frauen gleichermaßen gemeint.

⁴ Vgl. Feldhusen und Grote (2021), S. 883, Kuhr und Neußmann (2020), S. 563 sowie Brüggemann und Bremer (2020), S. 2.

Ergänzende Information Die elektronische Version dieses Kapitels enthält Zusatzmaterial, auf das über folgenden Link zugegriffen werden kann
https://doi.org/10.1007/978-3-658-41345-3_1.

einen wettbewerbskritischen Erfolgsfaktor dar.⁵ Dies trifft in besonderem Maße auf die Automobilbranche zu, die eine der tragenden Säulen der deutschen Wirtschaft bildet.⁶ Der rasche technologische Wandel sowie die Zunahme der Produktkomplexität durch die Ausweitung der Varianten- und Modellvielfalt bei gleichzeitiger Verkürzung der Innovations- und Produktlebenszyklen stellt die Automobilhersteller hierbei weiterhin vor wachsende Herausforderungen.⁷ Bereits in der Produktentwicklung gilt es, im Spannungsdreieck aus Qualität, Kosten und Zeit Entscheidungen zu treffen, deren qualitätsbezogenen Auswirkungen oftmals erst in den nachgelagerten Phasen des Produktlebenszyklus entdeckt und in der Folge häufig nur noch mit hohem Zeitaufwand sowie zusätzlichen Kosten revidierbar sind.⁸

In diesem Kontext hat sich bei den Unternehmen ein Wandel von einem überwiegend reaktiv geprägten hin zu einem präventiven Qualitätsverständnis vollzogen, das schon mit Beginn der Produktentwicklung einsetzt, um produktbezogene Fehler und die daraus resultierenden Konsequenzen bereits im Ansatz zu vermeiden.⁹ Insbesondere im Rahmen der sogenannten *frühen Phasen* der Produktentwicklung lassen sich die Eigenschaften eines Produkts relativ einfach beeinflussen, und Änderungen an den Produktkonzepten verursachen in der Regel lediglich einen geringen Aufwand. Allerdings ist es gerade in den frühen Phasen besonders schwierig, das spätere Verhalten der Produktkonzepte vorherzusagen.¹⁰ Die frühen Phasen der Produktentwicklung sind daher:

- durch eine hohe Unsicherheit in Bezug auf die technologische Realisierbarkeit sowie die Marktakzeptanz des zukünftigen Produkts geprägt,¹¹
- die durch die zumeist divergierenden Zielsetzungen und unklaren Verantwortlichkeiten zwischen den zahlreichen beteiligten Fachfunktionen überdies intensiviert wird¹²

⁵ Vgl. Brüggemann und Bremer (2020), S. 1 f., Weißbrich u. a. (2008), S. 7 sowie Ehrlenspiel und Meerkamm (2017), S. 292.

⁶ Vgl. Hess (2019), S. 14, Goicoechea und Fenollera (2012), S. 620 und Barthel u. a. (2010), S. 6.

⁷ Vgl. Jahn und Binz (2009), S. 119 f. und Schröder u. a. (2016), S. 116.

⁸ Vgl. Müller (2020), S. 252 sowie Schulze und Mohr (2008), S. 97.

⁹ Vgl. Kirchner (2020), S. 191 f., Töpfer und Günther (2007), S. 100 ff., Jahn und Binz (2009), S. 119 f. sowie Weißbrich u. a. (2008), S. 6.

¹⁰ Vgl. Ehrlenspiel und Meerkamm (2017), S. 244.

¹¹ Vgl. Verworn und Herstatt (2007), S. 14.

¹² Vgl. Verworn und Herstatt (2007), S. 13.

- und zur Entstehung komplexer Informationsprozesse beiträgt, die vielfach nur auf semi- sowie unstrukturierten Informationen basieren und die Entscheidungsfindung durch die daraus resultierenden Intransparenzen zusätzlich beeinträchtigen.¹³

Eine Möglichkeit, die Unsicherheit in den frühen Phasen der Produktentwicklung zu verringern und die Transparenz für qualitätswirksame Entscheidungen zu erhöhen, liegt in der Rückkopplung von produktbezogenen Qualitätsbeiträgen ähnlicher Vorläuferprodukte.¹⁴ In diesem Kontext wird insbesondere qualitätsrelevanten Kundenrückmeldungen aus der Serienphase von Fahrzeugen, wie sie beispielsweise über das Beschwerdemanagement gewonnen werden können, eine hoher Informationsnutzen beigemessen.¹⁵ Auf Grundlage von Kundenfeedback lassen sich unter anderem latente und bisher unberücksichtigte Marktforderungen identifizieren sowie im Hinblick auf potentielle Fehler- und Risikoquellen wertvolle Erkenntnisse für die präventive Absicherung von Produktkonzepten erzielen.¹⁶

Thematische Teilaspekte der vorliegenden Arbeit

Um die adressatengerechte Bereitstellung und Nutzung entsprechender Qualitätsinformationen bereits zu Beginn der Produktentwicklung zu ermöglichen, ist daher *der Aufbau einer systematischen Informationsversorgung (A)* notwendig, die sich *an den Informationsbedarfen der relevanten Aufgabenträger und Entscheider in den frühen Phasen ausrichtet (B)*. Die vorliegende Arbeit widmet sich aus diesem Grund der Entwicklung eines informationstechnischen Konzepts, um *qualitätsrelevante Informationen (C)* sowie deren komplexen Beziehungen aus der *Nutzungsphase (D)* in den frühen Phasen des automobilen Produktentwicklungsprozesses *entscheidungsorientiert verfügbar zu machen (E)*.

Tabelle 1.1 fasst die thematischen Teilaspekte dieser Arbeit zusammen und ordnet diesen Kurztitel zu, die der besseren Übersicht in den nachfolgenden Abschnitten dienen.

¹³ Vgl. Kim und Wilemon (2002), S. 270 und Verworn und Herstatt (2007), S. 14.

¹⁴ Vgl. Schmitt und Pfeifer (2015), S. 140 sowie Ehrlenspiel und Meerkamm (2017), S. 244.

¹⁵ Vgl. Stauss und Seidel (2014), S. 437 f. sowie Stauss und Schöler (2003), S. 97.

¹⁶ Vgl. Schmitt und Pfeifer (2015), S. 122 f.

Tabelle 1.1 Zusammenfassung der thematischen Teilaspekte

	Thematische Teilaspekte	Kurztitel
A	Aufbau einer systematischen Informationsversorgung	IT-Unterstützung
B	Ausrichtung an den Informationsbedarfen der relevanten Aufgabenträger und Entscheider in den frühen Phasen	Informationsbedarf frühe Phase
C	Schwerpunktsetzung auf qualitätsrelevanten Informationen	Qualitätsdaten
D	Rückkopplung von Informationen aus der Nutzungsphase eines Produkts	Rückkopplung
E	Entscheidungsorientierte Verfügbarmachung der Informationen in den frühen Phasen der Produktentwicklung	Entscheidungsorientierung

1.2 Stand der Forschung und Forschungslücke

Vor dem Hintergrund der im vorangegangenen Abschnitt vorgestellten thematischen Teilaspekte wird nachfolgend der aktuelle Stand der Forschung auf Grundlage einer Literaturanalyse aufbereitet und daraus die Forschungslücke abgeleitet. In einem ersten Schritt wird hierzu die Vorgehensweise der Literaturanalyse dargestellt. Daran anschließend erfolgt basierend auf den Erkenntnissen aus der Literaturanalyse eine Auswertung und ein Clustering der relevanten Forschungsbeiträge. Abschließend findet entlang der thematischen Teilaspekte dieser Arbeit eine Einzelbetrachtung verwandter Forschungsbeiträge statt.

Vorgehensweise bei der Literaturanalyse

Die Literaturanalyse besteht aus insgesamt sechs Schritten, die sich auf die Literatursuche und die Literatúrauswertung verteilen (siehe Abbildung 1.1). Die Literatursuche umfasst dabei die Auswahl der Literaturdatenbanken, die Stichwortsuche, die Reduktion und eine Backward-Suche, während sich die Literatúrauswertung aus der Analyse und dem Clustering sowie der Einzelbetrachtung zusammensetzt.¹⁷

- **Schritt 1:** Die Auswahl der Literaturdatenbanken erfolgt unter Berücksichtigung der für die Problemstellung der Arbeit relevanten Forschungsbereiche.¹⁸ Die

¹⁷ Die Vorgehensweise der Literaturanalyse in dieser Arbeit orientiert sich an vom Brocke u. a. (2009), S. 2213 und Lindner (2020), S. 21 ff.

¹⁸ Die Problemstellung kann in der Schnittmenge aus Betriebswirtschaftslehre, Ingenieurwissenschaften, Wirtschaftsinformatik und Informatik verortet werden.

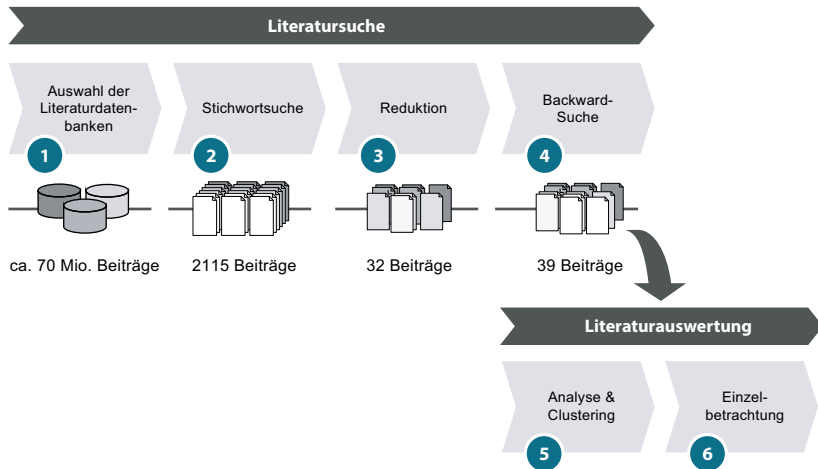


Abbildung 1.1 Vorgehensweise der Literaturanalyse¹⁹

durchgeführte Suche schließt dabei insbesondere Journals, Konferenzbeiträge, Bücher und Hochschulschriften ein, die über die Online-Literaturdatenbanken ACM Digital Library, ECONBIZ, ScienceDirect, Springerlink sowie den Online-Katalog des Südwestdeutschen Bibliotheksverbunds abgerufen werden.²⁰

- **Schritt 2:** *Über eine Stichwortsuche* werden die in den Literaturdatenbanken verfügbaren Beiträge auf die für die vorliegende Untersuchung relevanten Inhalte eingegrenzt. Hierzu wird ein deutsch- und ein englischsprachiger Such-String erstellt und genutzt, der sich aus einer Kombination zentraler Schlagwörter zusammensetzt, die auf die Bereiche der Entscheidungsunterstützung, der Absicherung der Produktqualität in der Entwicklungsphase sowie der Rückführung von Informationen aus der Nutzungsphase referenzieren.²¹ Die auf Grundlage

¹⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an vom Brocke u. a. (2009), S. 2213 sowie Webster und Watson (2002), S. xvi.

²⁰ Die ausgewählten Literaturdatenbanken umfassen gemeinsam circa 70 Millionen Literaturquellen. Vgl. ACM Digital Library (2021), URL siehe Literaturverzeichnis, ECONBIZ (2021), URL siehe Literaturverzeichnis, ScienceDirect (2021), URL siehe Literaturverzeichnis, Springerlink (2021), URL siehe Literaturverzeichnis und Südwestdeutscher Bibliotheksverbund (SWB) (2021), URL siehe Literaturverzeichnis.

²¹ Die im Rahmen der Literaturanalyse eingesetzten Such-Strings sind in Anhang A im elektronischen Zusatzmaterial dieser Arbeit einsehbar.