

Lars Uwe Dittmann

OntoFMEA

GABLER EDITION WISSENSCHAFT

Information – Organisation – Produktion

Herausgegeben von Professor Dr. Hans Corsten,
Professor Dr. Michael Reiß, Professor Dr. Claus Steinle
und Professor Dr. Stephan Zelewski

Die Schriftenreihe präsentiert Konzepte, Modelle und Methoden zu drei zentralen Domänen der Unternehmensführung. Information, Organisation und Produktion werden als Bausteine eines integriert angelegten Managementsystems verstanden. Der Erforschung dieses Bereiches dienen sowohl theoretische als auch anwendungsorientierte Beiträge.

Lars Uwe Dittmann

OntoFMEA

Ontologiebasierte Fehlermöglichkeits-
und Einflussanalyse

Mit einem Geleitwort von Univ.-Prof. Dr. Stephan Zelewski

Deutscher Universitäts-Verlag

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

Dissertation Universität Duisburg-Essen, Campus Essen, 2006

1. Auflage Juni 2007

Alle Rechte vorbehalten

© Deutscher Universitäts-Verlag | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2007

Lektorat: Frauke Schindler / Nicole Schweitzer

Der Deutsche Universitäts-Verlag ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media.
www.duv.de



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: Regine Zimmer, Dipl.-Designerin, Frankfurt/Main
Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier
Printed in Germany

ISBN 978-3-8350-0749-9

Geleitwort

Das Werk von Herrn Dr. Dittmann befasst sich mit einer komplexen, interdisziplinär ausgerichteten Problemstellung an der Nahtstelle zwischen Betriebswirtschaftslehre, Wirtschaftsinformatik und Informatik. Es befasst sich mit der Integration zweier Themengebiete, die bislang weit gehend voneinander isoliert behandelt wurden. Auf der einen Seite wird aus dem breiten Themenfeld des Qualitätsmanagements die spezielle Technik der Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) behandelt. Sie gehört neben einigen anderen Exemplaren, wie etwa dem Quality Function Deployment, zu den bekanntesten und inhaltlich anspruchsvollsten Analysetechniken des „modernen“ Qualitätsmanagements. Auf der anderen Seite widmet sich der Autor dem computergestützten Wissensmanagement. Aus diesem ebenso facettenreichen Themenfeld hat er sich die spezielle Variante ontologiebasierter Wissensmanagementsysteme herausgegriffen. Ontologien spielen sowohl im Rahmen des so genannten Knowledge Level Engineerings (Newell) als auch des Semantic Webs (Berners-Lee) eine herausragende Rolle bei der Vermittlung zwischen Informatik und Erforschung Künstlicher Intelligenz einerseits sowie Fachdisziplinen wie der Betriebswirtschaftslehre andererseits. Mit seinem ambitionierten Forschungsprojekt, die beiden nur scheinbar unverbundenen Themengebiete der FMEA-Technik sowie ontologiebasierter Wissensmanagementsysteme zu einer fruchtbaren Synthese zusammenzuführen, hat sich der Autor an der „vorderen Frontlinie“ betriebswirtschaftlicher Forschung und ihrer Umsetzung in die betriebliche Praxis positioniert.

Im Zentrum der hier vorgelegten Forschungsergebnisse steht die Erstellung von FMEA-Analysen mit Hilfe von Ontologien und darauf aufbauenden, ontologiebasierten Wissensmanagementsystemen. Dabei hat der Autor stets großen Wert auf die *Anschlussfähigkeit* seiner Untersuchungen zur *betrieblichen Praxis* gelegt. Dies manifestiert sich u.a. darin, dass seine Überlegungen oftmals an die aktualisierte Norm DIN EN ISO 9000:2000 anknüpfen, die für die Wirtschaftspraxis im Rahmen von Auditierungen und Zertifizierungen eine herausragende Rolle spielt. Darüber hinaus demonstriert der Autor die unmittelbare Praxisrelevanz seiner Forschungsarbeiten auch anhand zweier Praxisbeispiele, die er in enger Kooperation mit einem Unternehmen aus der Anlagen- und Maschinenbaubranche, der Kölner Karl Schumacher Maschinenbau (KSM) GmbH, entwickelt hat. Es handelt sich um zwei Spezialmaschinen, einen „5-Automatik-Spindelschrauber“ und einen „9+1-Spindelschrauber“, die von der KSM GmbH für die Montage von Automobilgetrieben produziert werden. Anhand dieser beiden Beispiele gelingt es dem Autor in bemerkenswerter Weise, die zunächst sehr „theoretisch“ erscheinende und formalsprachlich hoch anspruchsvolle Technik der Wissensmodellierung mit Hilfe von Ontologien so aufzubereiten, dass sich ihre grundsätzliche Bedeutung und ihre „ökonomische Verwertbarkeit“ für die Wirtschaftspraxis unmittelbar nachvollziehen lassen.

Um die Erstellung von ontologiebasierten Wissensmanagementsystemen konkret zu unterstützen, hat sich der Autor intensiv mit *Vorgehensmodellen* aus den drei Bereichen des Software Engineerings, des Knowledge Engineerings und des Ontology Engineerings auseinander gesetzt. Auf dieser breiten Grundlage hat er ein eigenes OntoFMEA-Vorgehensmodell entwickelt, das speziell auf die Konstruktion von Ontologien für Zwecke des betrieblichen Qualitätsmanagements (Domäne) unter Einsatz der FMEA-Technik (Methode) zugeschnitten ist. Mit einem anerkennenswerten Spürsinn für einen Kompromiss zwischen Anwendungsnahe

und Praktikabilität einerseits sowie wissenschaftlichem Anspruch andererseits ist es dem Autor gelungen, ein neuartiges Vorgehensmodell für die vorgenannte Domänen-Methoden-Kombination zu entwickeln, für das in der einschlägigen Fachliteratur kein Pendant existiert. In dieser Hinsicht ist ihm eine *konzeptionelle Innovation* gelungen. Sie wird hoffentlich eine rasche Verbreitung und eine konstruktiv-kritische Rezeption unter Lesern finden, die sich in den Bereichen Qualitätsmanagement, FMEA-Technik sowie ontologiebasierte Wissensmanagementsysteme engagieren.

Der Autor demonstriert die Anwendbarkeit seines OntoFMEA-Vorgehensmodells anhand der systematischen Erstellung einer konkreten Ontologie für die FMEA-Technik. Mit dieser detailliert ausgearbeiteten FMEA-Ontologie wird der aktuelle State-of-the-art in den Bereichen FMEA-Technik und Ontologien deutlich übertroffen. Zwar existieren in der Fachliteratur einige wenige konkurrierende Ontologien, auf die der Autor auch selbst eingeht. Aber sie erreichen bei weitem nicht den Umfang und die Komplexität derjenigen Ontologie, die der Autor im Rahmen seines Forschungsprojekts erstellt hat. Außerdem bestechen die Ausführungen des Autors dadurch, dass er alternative Gestaltungsoptionen für seine FMEA-Ontologie aufzeigt, die Vor- und Nachteile dieser Optionen diskutiert und sich schließlich für eine Alternative begründet entscheidet.

Schließlich präsentiert der Autor eine *prototypische Implementierung* eines Wissensbasierten Systems, das auf seiner Ontologie aufbaut und die Anwendung der FMEA-Technik in der betrieblichen Praxis unterstützen soll. Dieser Prototyp „OntoFMEA“ stellt ein webbasiertes, vornehmlich in Java implementiertes Softwaresystem dar, das vor allem für Interessenten aus dem Bereich der Wirtschaftsinformatik einige bemerkenswerte Anregungen für das Design von ontologiebasierten Wissensmanagementsystemen vermittelt. Das „Sahnehäubchen“ bildet die Integration der professionellen *Inferenzmaschine* Ontobroker. Sie gehört derzeit zu den weltweit führenden Inferenzmaschinen auf dem Gebiet von Ontologien und wurde von der deutschen Ontoprise GmbH, einem Spin-off der Universität Karlsruhe, entwickelt. Der Autor beweist eine glückliche Hand, seinen OntoFMEA-Prototyp so zu erläutern, dass auch „typisch betriebswirtschaftliche“ Leser, die weniger an informationstechnischen Details interessiert sind, gefesselt werden können. Die zahlreichen Screenshots vermitteln auf intuitive Weise einen guten ersten Überblick über die Funktionen, die vom Prototyp erfüllt werden.

Dem Autor ist es insgesamt auf vorzügliche Weise gelungen, die betriebswirtschaftliche FMEA-Technik für ontologiebasierte Wissensmanagementsysteme zu erschließen. Eine derart breit angelegte und zugleich tief greifende Analyse ist in diesem Bereich bislang noch nicht vorgelegt worden. Daher ist den vielschichtigen, erfrischend präzisen und oftmals mit überraschenden Details aufwartenden Ausführungen des Autors eine möglichst breite Resonanz unter allen betriebswirtschaftlich interessierten Lesern zu wünschen. Aber auch „Zaungäste“ u.a. aus den Bereichen der Wirtschaftsinformatik und der Angewandten Informatik sollten sich eingeladen fühlen, in diesem Werk bemerkenswerte Einblicke in die betriebswirtschaftliche Reflexion ihrer eigenen Arbeiten zu finden.

Vorwort

Das Management des Wissens eines Unternehmens wird in der Hauptsache durch zwei Problemstellungen erschwert oder sogar verhindert. Relevantes Wissen liegt erstens oftmals nicht in expliziter Form vor, wie zum Beispiel Datenbanken, sondern implizit in Dokumenten, wie zum Beispiel Projektberichten und Qualitätsmanagementhandbüchern. Darüber hinaus wird dieses Wissen in Dokumenten vorgehalten, die nur spezifischen Zwecken zugeordnet wurden. Dieses implizite Wissen ist nicht unmittelbar für „andere“ Zwecke erreichbar, d. h. es kann bspw. nicht über ein herkömmliches Datenbanksystem akquiriert werden. Der Zugang zu Wissen wird zweitens durch das Problem erschwert, dass Akteure verschiedene Konzepte benutzen, um über dieselbe Thematik zu sprechen.

Gerade bei der Erfüllung operativer Aufgaben, die auf einer starken Arbeitsteilung basieren, können Ontologien (als Instrument des Wissensmanagements) helfen, relevantes Wissen zur Aufgabenerfüllung bereitzustellen, indem sie die Konzepte einer Domäne einheitlich strukturieren. Das Instrument Ontologien stammt aus dem Feld der Forschung zur Künstlichen Intelligenz. Die meistgenannte Definition hierzu geht zurück auf Gruber (1993): eine Ontologie ist „eine explizite Spezifikation einer Konzeptualisierung“. Eine Ontologie wird in einem Wissensbasierten System genutzt, das die Möglichkeit zur Inferenz besitzt.

In den letzten Jahren ist die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) als Instrument des Qualitätsmanagements in modernen Qualitätsmanagementsystemen hochgradig relevant geworden. Eine durchgeführte FMEA enthält Wissen über eine Domäne (z. B. zu bestimmten Produkten oder Prozessen), das genutzt werden kann, um Ontologien zu entwickeln. Diese Ontologien können genutzt werden, um ein IT-basiertes Wissensmanagementsystem aufzubauen. In der Umkehrung kann dieses ontologiebasierte Wissensmanagementsystem den Aufwand erleichtern, eine FMEA durchzuführen, weil das bereits existierende Wissen leicht wieder verwendet werden kann.

Ein Vorgehensmodell als ein weiteres Instrument des Wissensmanagements wird in der Arbeit vorgestellt, um zu zeigen, wie eine Ontologie aus FMEA-Formblättern zu erzeugen ist. Mit Hilfe dieses Vorgehensmodells wurde eine FMEA-Ontologie entwickelt. Diese FMEA-Ontologie wurde wiederum als Herzstück verwendet, um ein prototypisches Wissensbasiertes System (OntoFMEA-Prototyp) zu entwickeln. Mit seiner Ontologie ist OntoFMEA in der Lage, durch Wiederverwendung von Wissen aus früheren FMEAs, Vorschläge zu Systemelementen, Funktionen, Fehlern und Maßnahmen zu generieren.

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Produktion und Industrielles Informationsmanagement der Universität Duisburg-Essen, Campus Essen. Die Entstehung des Werks wurde von vielen Personen unterstützt, bei denen ich mich bedanken möchte. In erster Linie bedanke ich mich bei meinem Doktorvater Herrn Univ.-Prof. Dr. Stephan Zelewski, der mir während der gesamten Zeit immer als Ansprechpartner hilfreich zur Seite stand. Die, dem offenen wissenschaftlichen Diskurs gewidmete, Atmosphäre an seinem Institut wird mir immer in dankbarer Erinnerung bleiben. Danken möchte ich auch Herrn Univ.-Prof. Dr. Stefan Eicker dafür, dass er sich bereit erklärte die Aufgaben des Korreferenten zu übernehmen, und Herrn Univ.-Prof. Dr. Christoph Lange als weiteres Mitglied meiner Prüfungskommission.

Wie jede wissenschaftliche Anstrengung verdankt auch diese Dissertation sich nicht allein den Bemühungen des Autors. Ich möchte hiermit allen Ratgebern für ihre Unterstützung danken. Insbesondere gebührt mein Dank Susanne Apke, Tim Rademacher und Joachim Penzel sowie meinen weiteren Ko-Autoren bei verschiedenen Aufsätzen, die während meiner Forschungstätigkeit entstanden sind.

Ganz herzlich möchte ich meiner Familie danken, die mich immer unterstützt hat und nicht zuletzt beim Korrekturlesen die Thematik durchdringen „musste“. Katinka Schneider widme ich dieses Buch.

Lars Dittmann

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort.....	V
Vorwort	VII
Inhaltsverzeichnis.....	IX
Abkürzungs- und Akronymverzeichnis	XVII
Symbolverzeichnis.....	XXI
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	XXIII
1 Einführung.....	1
1.1 Wirtschaftswissenschaftliche Problemeingrenzung.....	1
1.1.1 Wettbewerbliches versus instrumentelles Umfeld	1
1.1.2 Wettbewerbliches Umfeld.....	2
1.1.2.1.. Wettbewerbsstrategien gemäß Porter	2
1.1.2.2.. Qualität als Einflussgröße.....	3
1.1.2.3.. Hybride Wettbewerbsstrategien	7
1.1.3 Instrumentelles Umfeld.....	8
1.1.3.1.. Instrumentelle Konkretisierung des wettbewerblichen Umfelds.....	8
1.1.3.2.. FMEA, Ontologien und Vorgehensmodelle als Instrumente	10
1.2 Aufbau der Arbeit	13
1.3 Ziele der Arbeit	15
2 Konzeptionelle Grundlagen.....	16
2.1 Begriffliche Grundlagen	16
2.1.1 Qualitätsmanagement	16
2.1.1.1.. Qualität	16
2.1.1.2.. Qualitätsmanagementsysteme	18
2.1.1.3.. Fehler	20
2.1.2 Wissensmanagement	22
2.1.2.1.. Wissen	22
2.1.2.2.. Wissensrepräsentation	23
2.1.2.3.. Wissensbasierte Systeme	24
2.1.2.4.. Ontologien	28
2.1.2.5.. Vorgehensmodelle	31
2.2 Einordnung der Problemstellung in bestehende Forschungsansätze	34
3 Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)	35
3.1 Vorstellung des Instruments FMEA	35
3.1.1 Grundsätze der FMEA	35
3.1.2 Arten der FMEA.....	38
3.1.2.1.. System-FMEA	38
3.1.2.2.. Konstruktions-FMEA	39
3.1.2.3.. Prozess-FMEA.....	39
3.1.2.4.. Zusammenhänge zwischen den FMEA-Arten.....	39

3.1.3 Abgrenzung von anderen Instrumenten	41
3.1.3.1..Gefahren-/ Risikoanalyse kritischer Kontroll- bzw. Lenkungspunkte	41
3.1.3.1.1... Kurzvorstellung des Instruments	41
3.1.3.1.2... Diskussion der Unterscheidungsmerkmale.....	42
3.1.3.2..Baumanalysen.....	42
3.1.3.2.1... Kurzvorstellung der Instrumente	42
3.1.3.2.2... Diskussion der Unterscheidungsmerkmale.....	45
3.1.4 Anwendung der FMEA	46
3.1.4.1..Durchführung einer FMEA	46
3.1.4.1.1... Schritt <i>Strukturanalyse</i>	47
3.1.4.1.2... Schritt <i>Funktionsanalyse</i>	48
3.1.4.1.3... Schritt <i>Fehleranalyse</i>	49
3.1.4.1.4... Schritt <i>Risikobewertung</i>	50
3.1.4.1.5... Schritt <i>Optimierung</i>	51
3.1.4.2..Einsatzgebiete für die FMEA	52
3.1.4.3..IT-Unterstützung	54
3.2 Repräsentation von Wissen.....	57
3.2.1 Wissen einer FMEA	57
3.2.2 Wissen in der Durchführung einer FMEA	57
3.2.3 Wissen in den einzelnen Hauptelementen einer FMEA.....	59
3.3 Explikation von Wissen in einer FMEA.....	62
3.3.1 Wissen in der Kopfzeile	62
3.3.2 Wissen in der Systemstruktur.....	63
3.3.3 Wissen in der Funktionsstruktur	65
3.3.4 Wissen in der Fehlerstruktur	67
3.3.5 Wissen in der Maßnahmenstruktur	68
3.4 Beispielhafte Anwendungsfälle	70
3.4.1 Karl Schumacher Maschinenbau GmbH	70
3.4.2 5-Automatik-Spindelschrauber	71
3.4.3 9+1-Spindelschrauber.....	72
4 Ontologien	74
4.1 Vorstellung des Instruments Ontologien	74
4.1.1 Grundsätze von Ontologien.....	74
4.1.2 Arten von Ontologien.....	76
4.1.2.1..Domänen-Ontologien	78
4.1.2.2..Commonsense-Ontologien	78
4.1.2.3..Methoden-Ontologien.....	78
4.1.2.4..Aufgaben-Ontologien	79
4.1.2.5..Repräsentationsontologien.....	79
4.1.3 Abgrenzung von anderen Instrumenten	79
4.1.3.1..Ansätze zur Repräsentation von Wissen	79
4.1.3.2..Ausgewählte weitere Ansätze zur Repräsentation von Wissen.....	81
4.1.3.2.1... Thesauri.....	81
4.1.3.2.2... Topic Maps	81
4.1.3.2.3... Semantische Netze	83

4.1.3.2.4... Conceptual Graphs	83
4.1.3.2.5... Frames	84
4.1.3.2.6... Entity-Relationship-Modelle	85
4.1.4 Anwendung von Ontologien	86
4.1.4.1..Durchführung der Entwicklung von Ontologien	86
4.1.4.2..Einsatzgebiete für Ontologien	89
4.1.4.3..IT-Unterstützung	90
4.1.4.3.1... Entwicklung von Ontologien	91
4.1.4.3.2... Verwendung von Ontologien	91
4.2 Repräsentation von Wissen in Ontologien	95
4.2.1 Gliederung von Repräsentationssprachen	95
4.2.1.1..Gliederung von Repräsentationssprachen in der Literatur	95
4.2.1.2..Gliederung von Repräsentationssprachen in dieser Arbeit	98
4.2.1.2.1... Anforderungen an eine Repräsentationssprache in dieser Arbeit	98
4.2.1.2.2... Gliederung anhand logischer Kalküle	99
4.2.1.2.3... Traditionelle versus webbasierte Verwendung	104
4.2.2 Untersuchte Repräsentationssprachen	104
4.2.2.1..Traditionelle Repräsentationssprachen	104
4.2.2.1.1... Prolog	105
4.2.2.1.2... Ontolingua	105
4.2.2.1.3... LOOM	105
4.2.2.1.4... CycL	106
4.2.2.1.5... F-Logic	106
4.2.2.1.6... OCML	106
4.2.2.2..Repräsentationssprachen für das Semantic Web	107
4.2.2.2.1... XML	107
4.2.2.2.2... RDF(S)	107
4.2.2.2.3... DAML+OIL	108
4.2.2.2.4... OWL	108
4.2.2.2.5... Rule Markup Language	110
4.2.3 Auswahl einer Repräsentationssprache	110
4.2.3.1..Betrachtung der zentralen Anforderungen	110
4.2.3.2..Begründung der Auswahl	111
4.3 Explikation von Wissen in einer Ontologie	114
4.4 Beispielhafte Anwendungsfälle	116
4.4.1 Cyc-Ontologie	116
4.4.2 Frame-Ontologie	117
4.4.3 KOWIEN-DMT-Ontologie	118
4.4.4 SENSUS	119
5 Vorgehensmodelle	120
5.1 Vorstellung des Instruments Vorgehensmodelle	120
5.1.1 Grundlagen von Vorgehensmodellen	120
5.1.1.1..Allgemeine Grundlagen	120
5.1.1.2..Grundlagen für Vorgehensmodelle des Software Engineering	120
5.1.1.3..Grundlagen für Vorgehensmodelle des Knowledge Engineering	121
5.1.1.4..Grundlagen für Vorgehensmodelle des Ontology Engineering	122

5.1.2 Arten von Vorgehensmodellen.....	124
5.1.2.1.. Vorgehensmodelle des Software Engineering.....	124
5.1.2.1.1... Der sequentielle Software-Life-Cycle-Ansatz	124
5.1.2.1.2... Der Wasserfall-Ansatz	126
5.1.2.1.3... Der prototypbasierte Software-Life-Cycle-Ansatz	128
5.1.2.1.4... Der Spiral-Ansatz.....	129
5.1.2.2.. Vorgehensmodelle des Knowledge Engineering.....	131
5.1.2.2.1... Prototyp-Ansatz	131
5.1.2.2.2... Modellbasierter Ansatz	133
5.1.2.3.. Vorgehensmodelle des Ontology Engineering	136
5.1.2.3.1... Vorgehensmodelle mit Gesamtfokus auf Ontologien	136
5.1.2.3.2... Vorgehensmodelle mit spezifischem Teilfokus auf Ontologien	149
5.1.3 Abgrenzung von anderen Instrumenten	155
5.1.4 Anwendung von Vorgehensmodellen	156
5.1.4.1 ..Durchführung der Entwicklung von Vorgehensmodellen.....	156
5.1.4.2..Einsatzgebiete von Vorgehensmodellen.....	159
5.1.4.3..IT-Unterstützung	160
5.2 Repräsentation von Wissen in Vorgehensmodellen	162
5.3 Explikation von Wissen in Vorgehensmodellen.....	165
5.3.1 Wissen in Vorgehensmodellen des Software Engineering	165
5.3.2 Wissen in Vorgehensmodellen des Knowledge Engineering	168
5.3.3 Wissen in Vorgehensmodellen des Ontology Engineering	169
5.3.3.1..Einführung	169
5.3.3.2..Anforderungen an ein Vorgehensmodell.....	170
5.3.3.2.1... Allgemeine Grundlagen	170
5.3.3.2.2... Generizität.....	171
5.3.3.2.3... Anwendungsbezogenheit	171
5.3.3.2.4... Vollständigkeit	172
5.3.3.2.5... Dokumentation.....	172
5.3.3.2.6... Einfachheit	173
5.3.3.2.7... Klarheit.....	173
5.3.3.2.8... Werkzeugunterstützung	174
5.3.3.3..Evaluation der Ansätze des Ontology Engineering	174
5.3.3.3.1... Generizität.....	174
5.3.3.3.2... Anwendungsbezogenheit	175
5.3.3.3.3... Dokumentation.....	177
5.3.3.3.4... Einfachheit	178
5.3.3.3.5... Klarheit.....	179
5.3.3.3.6... Werkzeugunterstützung	180
5.3.3.4..Zusammenfassung der Analyseergebnisse	182
5.4 Beispielhafte Konkretisierungen.....	183
5.4.1 Allgemeine Grundlagen	183
5.4.2 Software Engineering: V-Modell	185
5.4.3 Knowledge Engineering: CommonKADS und MIKE.....	187
5.4.3.1..CommonKADS	187
5.4.3.2..MIKE	188
5.4.4 Ontology Engineering: KOWIEN-Ansatz	190

6	OntoFMEA-Vorgehensmodell	193
6.1	Ausgangslage für die Vorgehensmodellentwicklung	193
6.2	Grundlagen des OntoFMEA-Vorgehensmodells.....	194
6.2.1	 Zweck des Vorgehensmodells.....	194
6.2.2	 Modellierungsrahmen.....	194
6.2.3	 Transformation des Modellierungsrahmens zu einem Vorgehen.....	196
6.3	Vorgehensmodellübersicht	198
6.3.1	 Einführung.....	198
6.3.2	 OntoFMEA-Vorgehensmodellübersicht Top-Level	198
6.3.3	 Einflüsse aus untersuchten Vorgehensmodellen	199
6.3.3.1	Einfluss aus dem Software Engineering.....	199
6.3.3.2	Einfluss aus dem Knowledge Engineering	200
6.3.3.3	Einfluss aus dem Ontology Engineering	200
6.4	Aufbau des OntoFMEA-Vorgehensmodells.....	201
6.4.1	 Phasenübergreifende Unterstützungsleistungen.....	202
6.4.1.1	Grafische Darstellung	202
6.4.1.2	Inhaltliche Beschreibung	203
6.4.2	 Phasen des Vorgehensmodells	205
6.4.2.1	Anforderungsspezifizierung	205
6.4.2.1.1	 Grafische Darstellung	205
6.4.2.1.2	 Inhaltliche Beschreibung.....	205
6.4.2.2	 Wissensakquisition	207
6.4.2.2.1	 Grafische Darstellung	207
6.4.2.2.2	 Inhaltliche Beschreibung.....	207
6.4.2.3	Konzeptualisierung.....	209
6.4.2.3.1	 Grafische Darstellung	209
6.4.2.3.2	 Inhaltliche Beschreibung.....	210
6.4.2.4	Implementierung.....	213
6.4.2.4.1	 Grafische Darstellung	213
6.4.2.4.2	 Inhaltliche Beschreibung.....	214
6.4.2.5	Evaluation	215
6.4.2.5.1	 Grafische Darstellung	215
6.4.2.5.2	 Inhaltliche Beschreibung.....	216
6.4.3	 Schematische Gesamtdarstellung OntoFMEA-Vorgehensmodell	218
7	FMEA-Ontologie	219
7.1	Grundlagen der FMEA-Ontologie	219
7.2	Meta-Meta-Ebene	221
7.2.1	 Beschreibung der Ebene.....	221
7.2.2	 Modellierungsprimitive von F-Logic	221
7.2.3	 Repräsentation von Ontologien in F-Logic	223
7.2.3.1	Daten-F-Atome	223
7.2.3.2	Ist_ein-F-Atome.....	224
7.2.3.3	Subklassen-F-Atome	225
7.2.3.4	Signatur-F-Atome	225

7.2.3.5..F-Formeln	226
7.2.3.5.1... Molekulare Formeln	226
7.2.3.5.2... Komplexe Formeln	227
7.2.4 Abfragen in F-Logic	229
7.3 Meta-Ebene	229
7.3.1 Beschreibung der Ebene	229
7.3.2 Hauptkonzepte der Meta-Ebene der FMEA-Ontologie	230
7.3.3 Definitionen der Hauptkonzepte der Meta-Ebene der FMEA-Ontologie	232
7.3.3.1..F-Molekül <i>Fmea</i>	232
7.3.3.2..F-Molekül <i>Systemelement</i>	234
7.3.3.3..F-Molekül <i>Funktion</i>	235
7.3.3.4..F-Molekül <i>Fehler</i>	236
7.3.3.5..F-Molekül <i>Fehlertupel</i>	237
7.3.3.6..F-Molekül <i>Maßnahme</i>	240
7.3.3.7..F-Atom <i>Verantwortungsträger</i>	241
7.3.3.8..F-Molekül <i>Datum</i>	242
7.3.4 Gesamtdarstellung der Meta-Ebene	242
7.4 Klassen-Ebene	244
7.4.1 Beschreibung der Ebene	244
7.4.2 Taxonomische Struktur <i>Systemelement</i>	245
7.4.3 Taxonomische Struktur <i>Funktion</i>	247
7.5 Instanzen-Ebene	250
7.5.1 Beschreibung der Ebene	250
7.5.2 FMEA-Formular C 5960 A – Bedienpult	250
8 Prototyp OntoFMEA	252
8.1 Aufbau von OntoFMEA	252
8.2 Starten von OntoFMEA	252
8.2.1 Vorbereitung des Starts von OntoFMEA	252
8.2.2 Startseite von OntoFMEA	254
8.3 Menüpunkt Durchführung neue FMEA	256
8.3.1 Stammdaten anlegen	256
8.3.2 Systemelemente und Systemstruktur neu anlegen	257
8.3.3 Funktionen und Funktionsstruktur neu anlegen	260
8.3.4 Fehleranalyse durchführen	261
8.3.5 Risikobewertung durchführen	264
8.3.6 Optimierung durchführen	266
8.4 Menüpunkt Anzeigen erstellter FMEA	272
8.4.1 Systemelementstruktur einsehen	272
8.4.2 Funktionsstruktur einsehen	273
8.4.3 Fehlfunktionsstruktur und Fehlertupel einsehen	274
8.5 Menüpunkt Systemdiagnose	277

9	Evaluation des integrierten Ansatzes OntoFMEA	279
9.1	Evaluation innerhalb des instrumentellen Umfelds	279
9.1.1	 Untersuchungsrahmen	279
9.1.2	 Vorgehensmodell	279
9.1.3	 Prototyp und Ontologie	281
9.2	Evaluation innerhalb des wettbewerblichen Umfelds	284
9.3	Anwendungsnähe des integrierten Ansatzes OntoFMEA	287
9.3.1	 Kompetenzmanagementsystem	287
9.3.2	 Integration weiterer Instrumente des Qualitätsmanagements	288
9.3.3	 Ausbau Diagnosefunktion	290
10	Fazit	291
10.1	Zusammenfassung	291
10.2	Zukünftige Forschungsansätze	294
10.2.1	.. Bereich OntoFMEA-Vorgehensmodell	294
10.2.2	.. Bereich FMEA-Ontologie	295
10.2.3	.. Bereich OntoFMEA-Prototyp	295
10.3	Schlussbemerkung	297
	Literaturverzeichnis	299
	Anhang	331
A.1	Verwendete FMEA-Formulare der KSM nach VDA '96	332
A.1.1	FMEA-Formular C 5960 A	332
A.1.2	FMEA-Formular K 5965 A	333
A.1.3	FMEA-Formular K 5965 B	334
A.2	FMEA-Ontologie und Wissensbasis	336
A.2.1	FMEA-Ontologie mit Wissensbasis K 5965 A und K5965 B	336
A.2.2	Erweiterung Wissensbasis durch C 5960 A	360

Abkürzungs- und Akronymverzeichnis

A	Auftretenswahrscheinlichkeit
AAAI	American Association for Artificial Intelligence
ACL	Attributive Concept Descriptions Language
ACM	Association for Computing Machinery
AI	Artificial Intelligence / Künstliche Intelligenz
AIAI	Artificial Intelligence Applications Institute
AIFB	Angewandte Informatik und formale Beschreibungsverfahren
AG	Aktiengesellschaft
AL	Aussagenlogik
ANSI	American National Standards Institute
Appl/A	Ada Process Programming Language with Aspen
ARIS	Architektur integrierter Informationssysteme
Aufl.	Auflage
Ausg.	Ausgabe
B	Bedeutung
BSC	Balanced Scorecard
BTW	Business, Technologie und Web
bzw.	beziehungsweise
CAC	Codex Alimentarius Content
CAQ	Computer Aided Quality
CCP	Critical Control Point
CEUR	Central Europe
CG	Conceptual Graphs
CIKM	Conference on Information Knowledge Management
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CLIPS	C Language Integrated Production System
CNC	Computerized Numerical Control
Cyc	Encyclopedia
CycL	Cyc Language (Wissensrepräsentationssprache)
DAML	DARPA Agent Markup Language
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
DBW	Die Betriebswirtschaft
DGQ	Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V.
d. h.	das heißt
DIAM	Defense Intelligence Agency Manual
DIN	Deutsches Institut für Normung
DL	Description Logics; Beschreibungslogik
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
DMT	Deutsche Montan Technologie GmbH
DoE	Design of Experiments / Statistische Versuchsplanung
DTD	Document Type Definition
E	Entdeckungswahrscheinlichkeit
ECAI	European Conference on Artificial Intelligence
EDV	elektronische Datenverarbeitung
EFFORT	Evaluation Framework for Ontologies and Related Technologies
EKAW	European Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management
EN	Europäische Norm
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
ER	Entity Relationship Ansatz
ERM	Entity-Relationship-Modell
ERP	Enterprise Resource Planning
ETA	Event Tree Analysis
et al.	et alius / et alii
EOQ	European Organization for Quality
e. V.	eingetragener Verein
F	Fehler
f.	folgende Seite
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FIS	Fehler-Informations-System
FF	Fehlerfolge
ff.	folgende Seiten
FL	Frame Logic
F-Logic	Frame Logic
Florid	F-Logic Reasoning in Databases
FMEA	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse, auch Failure Mode and Effects Analysis

FMECA	Failure Mode, Effects and Criticality Analysis
Fn.	Fußnote(n)
FOIS	Formal Ontologies in Information Systems
FOL	First Order Logics
FQS	Forschungsgemeinschaft Qualitätssicherung e. V.
FTA	Fault Tree Analysis
FU	Fehlerursache
GM	General Motors Company
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point
HOL	Higher Order Logics
HRMS	Human Resource Management System
Hrsg.	Herausgeber
html	HyperText Markup Language
http	Hypertext Transfer Protocol
IAAI	Innovative Applications of Artificial Intelligence
ICADS	Intelligent Car Audio Design System
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEC	International Electrotechnical Commission
i. e. S.	im engeren Sinn
ICCS	International Conference on Computational Science
IFIP	International Federation for Information Processing
IJCAI	International Joint Conference on Artificial Intelligence
Inc.	Incorporated
ISD	Intelligent Systems Division
ISI	Information Science Institute
ISMQC	International Symposium on Measurement and Quality Control in Production
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnologie
i. w. S.	im weiteren Sinn
Jg.	Jahrgang
KACTUS	Modelling Knowledge about Complex Technical Systems for Multiple Use
KADS	Knowledge Analysis and Documentation System
Kap.	Kapitel
KAW	Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop
KARL	Knowledge Acquisition and Representation Language
KBS	Knowledge-Based System
KBSI	Knowledge Based Systems Incorporated
K-CAP	Knowledge Capture
KE	Knowledge Engineering
KI	Künstliche Intelligenz
KIF	Knowledge Interchange Format
KOWIEN	Kooperatives Wissensmanagement in Engineering-Netzwerken
KSM	Karl Schumacher Maschinenbau GmbH
KM	Knowledge Machine (Repräsentationssprache)
KRDB	Knowledge Representation meets Databases Workshop
KSL	Knowledge Systems Laboratory
LISP	List Processing (Repräsentations-/Programmiersprache)
LNI	Lecture Notes in Informatics
M7	Seven New Tools / Sieben Qualitätswerkzeuge
MIKE	Modellbasiertes und Inkrementelles Knowledge Engineering
MIL-STD	Military Standard
MSL	Marvel Strategy Language
MVP-L	Multi View Process Modeling Language
NACMCF	National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods
NASA	National Aeronautic and Space Agency
NAT	nicht-atomarer Term
NLP	Natural Language Processing
OCML	Operational Conceptual Modeling Language
ODE	Ontology Development Environment
OE	Ontology Engineering
o. Hrsg.	ohne Herausgeber
OIL	Ontology Inference Layer
OKBC	Open Knowledge Base Connectivity
OMG	Object Management Group
ONIONS	ONtologic Integration Of Naïve Sources
OntoFMEA	Ontologiebasierte FMEA
o. O.	ohne Ort
o. S.	ohne Seiten

OOP	Objektorientierte Programmierung
o. V.	ohne Verfasser
OWL	Web Ontology Language (auch vereinzelt: Ontology Web Language)
OWL DL	Web Ontology Language Description Logics
OXML	Ontology XML
PAKM	Practical Aspects of Knowledge Management
PDF	Portable Document File
PDM	Produktdatenmanagement
PIM	Produktion und Industrielles Informationsmanagement
Pkw	Personenkraftwagen
PL	Prädikatenlogik
PL1	Prädikatenlogik erster Stufe
PL2	Prädikatenlogik zweiter Stufe
PN	Petri-Netz
PROLOG	Programming in Logic
Q7	Seven QC Tools / Sieben Qualitätswerkzeuge /
QC	Quality Control / Qualitätslenkung
QFD	Quality Function Deployment / Qualitätsfunktionen-Darstellung
QM	Qualitätsmanagement
QS	Qualitätssicherung
QZ	Qualität und Zuverlässigkeit
RAMS	Reliability and Maintainability Symposium
RCP	Recommended Codes of Practice
RDF(S)	Resource Description Framework (Schema)
RPZ	Risikoprioritätszahl
RuleML	Rule Markup Language
S.	Seite(n)
SAE	Society of Automotive Engineers, Inc.
SCI	Multiconference on Systemics, Cybernetics, and Informatics
SE	Software Engineering
SE	Systemelement
SEU	Softwareentwicklungsumgebung
SGES	Specialist Group on Expert Systems
SGML	Standardized General Markup Language
SKSI	Semantic Knowledge Source Integration
s. o.	siehe oben
SPC	Statistical Process Control / Statistische Prozessregelung
St.	Sankt
s. u.	siehe unten
SWRL	Semantic Web Rule Language
TKDE	Transactions in Knowledge and Data Engineering
TOVE	Toronto Virtual Enterprise
TQM	Total Quality Management
u. a.	und andere / unter anderem
UML	Unified Modeling Language
URL	Unified Resource Locator
usw.	und so weiter
vs.	versus
VDA	Verband der Automobilindustrie e.V.
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker e.V.
VDI	Verband Deutscher Ingenieure e.V.
V-Modell	Vorgehens-Modell
W3C	World Wide Web Consortium
WBS	Wissensbasiertes System
WebODE	Web Ontology Design Environment
WHO	World Health Organization
WiSt	Wirtschaftswissenschaftliches Studium
WS	Wintersemester
WM	Wissensmanagement
WWW	World Wide Web
XML	extensible Markup Language
XPS	Expertensysteme
z. B.	zum Beispiel
ZfB	Zeitschrift für Betriebswirtschaftslehre
zfo	Zeitschrift Führung + Organisation

Symbolverzeichnis

deskriptive Symbole

C	Menge der Konzepte
f^k	Funktionssymbol
F^i	Menge der prädikatenlogischen Formeln
F_{fix}	Menge der Regeln, die Eigenschaften reflektieren
F_{spec}	durch die spezifische Domäne restringierte Regeln
O	Tupel der Modellierungsprimitive einer Ontologie in einem Universum
P_i^k	Prädikatssymbol
R	Menge der Relationen
R^H	hierarchische terminologische Relationen zwischen Konzepten
R^R	nicht-hierarchische terminologische Relationen zwischen Konzepten
t_k	Term
U	Universum
$\langle \dots \rangle$	hervorgehobene Notation für Tupel

logisch-mathematische Symbole

$\in$	ist Element von
$\times$	Kreuzprodukt
$\{\dots\}$	Menge
$X \subseteq Y$	X ist Teilmenge von Y
$X \cup Y$	X vereinigt mit Y
$X \cap Y$	X geschnitten mit Y
$\emptyset$	leere Menge
$\vee$	Adjugat
$\wedge$	Konjugat
$\rightarrow$	Subjunktion
$\Rightarrow$	Implikation
$\neg$	Negat
$\leftrightarrow$	Bijunktion
$\Leftrightarrow$	Äquivalenz
$\exists$	Existenzquantor
$\forall$	Allquantor
$ER.A$	universelle Quantifikation
$AR.A$	existentielle Quantifikation
$+$	Addition
$-$	Subtraktion
$:$	Division
$*$	Multiplikation
$=$	ist gleich
$<$	kleiner als
$>$	größer als

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen

Abbildung 1: Erfolgswirkung der Qualität.....	6
Abbildung 2: Problemstellung der Arbeit	10
Abbildung 3: Gang der Untersuchung.....	14
Abbildung 4: Schematischer Aufbau eines Wissensbasierten Systems	25
Abbildung 5: Arten von Vorgehensmodellen.....	33
Abbildung 6: Entwicklungsgeschichte der FMEA.....	35
Abbildung 7: FMEA-Formblatt gemäß VDA'96.....	37
Abbildung 8: Zusammenhänge von FMEA, FTA und ETA	45
Abbildung 9: Fünf Schritte zur Durchführung einer FMEA	47
Abbildung 10: FMEA-Systemstruktur mit Schnittstelle	48
Abbildung 11: Fehlfunktionsstruktur.....	49
Abbildung 12: Entwicklungstendenzen der FMEA	52
Abbildung 13: Herkömmliche Aufgabenverteilung bei FMEA-Erstellung	59
Abbildung 14: Wissen in den Hauptelementen eines FMEA-Formblatts	60
Abbildung 15: Fehlerstruktur und Ebenen der Betrachtungseinheit	68
Abbildung 16: 5-Automatik-Spindelschrauber (Karl Schumacher Maschinenbau GmbH).....	72
Abbildung 17: 9+1-Spindelschrauber (Karl Schumacher Maschinenbau GmbH).....	73
Abbildung 18: Grundaufbau von Topic Maps.....	82
Abbildung 19: Frame eines Dreiecks	85
Abbildung 20: Einfaches Entity-Relationship-Modell.....	86
Abbildung 21: Wissensbasiertes System auf Basis von Ontologien und FMEA	93
Abbildung 22: Phasenmodell Software-Life-Cycle-Ansatz	124
Abbildung 23: Phasenmodell Wasserfall-Ansatz.....	127
Abbildung 24: Phasenmodell Spiral-Ansatz	130
Abbildung 25: Phasenmodell Prototyp-Ansatz.....	131
Abbildung 26: Phasenmodell Modellbasierter Ansatz	134
Abbildung 27: Phasenmodell IDEF5-Ansatz.....	136
Abbildung 28: Phasenmodell Enterprise-Model-Ansatz.....	138
Abbildung 29: Phasenmodell TOVE-Ansatz	139
Abbildung 30: Phasenmodell METHONTOLOGY-Ansatz.....	142
Abbildung 31: Phasenmodell On-To-Knowledge-Ansatz.....	144
Abbildung 32: Phasenmodell Kollaborativer Ansatz.....	147
Abbildung 33: Web-Anwendung KOWIEN-Vorgehensmodell.....	161
Abbildung 34: Hauptelemente von Aktivitätsdiagrammen.....	163
Abbildung 35: Verzweigung und Zusammenführung in Aktivitätsdiagrammen	164

Abbildung 36: Aufspaltung, Synchronisation und Konnektor im Aktivitätsdiagramm	165
Abbildung 37: Prototyp- vs. Modellbasierter Ansatz im Knowledge Engineering	168
Abbildung 38: Interaktion der Submodelle innerhalb des V-Modells	185
Abbildung 39: Übersicht über das V-Modell	186
Abbildung 40: Die CommonKADS Model Suite	188
Abbildung 41: Modellierungsrahmen für ein Wissensbasiertes System	195
Abbildung 42: Ansatz zur Entwicklung einer FMEA-Ontologie	197
Abbildung 43: Vorgehensmodellübersicht Top-Level	199
Abbildung 44: Phasenübergreifende Unterstützungsleistungen	202
Abbildung 45: Phase Anforderungsspezifizierung	205
Abbildung 46: Phase Wissensakquisition	207
Abbildung 47: Phase Konzeptualisierung	209
Abbildung 48: Phase Implementierung	213
Abbildung 49: Phase Evaluation	215
Abbildung 50: Schematische Gesamtdarstellung OntoFMEA-Vorgehensmodell	218
Abbildung 51: Ausschnitt integrierter Struktur-, Funktions- und Fehlfunktionsbaum	219
Abbildung 52: Oberste Konzeptebene der FMEA-Ontologie	231
Abbildung 53: Stammdaten eines System-FMEA-Formblatts nach VDA'96	233
Abbildung 54: Zusammensetzung des Konzepts <i>fehlertupel</i>	239
Abbildung 55: Hauptkonzepte der Meta-Ebene	243
Abbildung 56: Ausschnitt aus der FMEA-Ontologie zum Konzept <i>systemelement</i>	246
Abbildung 57: Ausschnitt Unterkonzepte von Konzept <i>funktion</i>	248
Abbildung 58: Ausführung der Startroutine für Ontobroker	253
Abbildung 59: Ausführung der Startroutine für Tomcat	253
Abbildung 60: Bildschirmabzug <i>Startseite OntoFMEA</i>	255
Abbildung 61: Startseite der Funktion <i>Durchführung neue FMEA</i>	256
Abbildung 62: Systemelemente neu anlegen in OntoFMEA	258
Abbildung 63: Funktionen neu anlegen in OntoFMEA	261
Abbildung 64: Fehleranalyse in OntoFMEA durchführen	262
Abbildung 65: Fehlfunktionsstruktur anlegen in OntoFMEA	264
Abbildung 66: Zuordnung von Maßnahmen in OntoFMEA	265
Abbildung 67: Risikobewertung durchführen in OntoFMEA	266
Abbildung 68: Anzeigen der Fehlfunktionsstruktur mit RPZs in OntoFMEA	268
Abbildung 69: Optimierung durchführen in OntoFMEA	269
Abbildung 70: Startbildschirm OntoFMEA nach erfolgreichem Anlegen einer FMEA	270
Abbildung 71: Darstellung der neu angelegten Fakten in OntoFMEA	271
Abbildung 72: Darstellung der Systemelemente einer angelegten FMEA in OntoFMEA	272
Abbildung 73: Darstellung der Funktionen einer angelegten FMEA in OntoFMEA	273

Abbildung 74: Wechsel der Funktion einer angelegten FMEA in OntoFMEA 273

Abbildung 75: Darstellung der Fehlfunktionsstruktur und Fehlertupel in OntoFMEA 274

Abbildung 76: Auswahl defekter Systeme für die Systemdiagnose in OntoFMEA 277

Abbildung 77: Ermittelte Fehlerursachen während der Systemdiagnose in OntoFMEA..... 277

Abbildung 78: Problembereiche einer FMEA..... 282

Abbildung 79: Erweiterte Wirkung der Qualität durch OntoFMEA 286

Tabellen

Tabelle 1: Arten der FMEA und deren Charakteristika 40

Tabelle 2: Betrachtungskriterien und -ebenen gemäß DIN 40150:1979 65

Tabelle 3: Synopse Spezifikationssprachen 113

Tabelle 4: Synopse Ansätze des Software Engineering 167

Tabelle 5: Ergebnisse der Überprüfung der Anforderungen 182

1 Einführung

1.1 Wirtschaftswissenschaftliche Problemeingrenzung

1.1.1 Wettbewerbliches versus instrumentelles Umfeld

Grundsätzlich lässt sich die auf den nächsten Seiten vorgestellte Problemstellung der Arbeit dem Gebiet der Instrumente¹ für die betriebliche Leistungserstellung zuordnen. Instrumente werden genutzt, um einen Produktionsprozess hinsichtlich der eingesetzten Ressourcen zu gestalten. Besonderes Augenmerk lässt sich auf die integrierte Verwendung unterschiedlicher Instrumente für eine gemeinsame Zielerreichung innerhalb eines Unternehmens als instrumentelles Umfeld legen. Darüber hinaus befinden sich Unternehmen mit ihrer Leistungserstellung immer auch in einem wettbewerblichem Umfeld, das als übergeordnete „Instanz“ Unternehmen einheitliche Rahmenbedingungen vorgibt.

Das instrumentelle Umfeld wirkt auf das wettbewerbliche Umfeld eines Unternehmens, indem es Möglichkeiten zur Verfügung stellt, die beispielsweise eine Umsetzung von Wettbewerbsstrategien, die dem wettbewerblichen Umfeld zugeordnet werden, überhaupt erst ermöglichen. Innerhalb des wettbewerblichen Umfelds ergibt sich für die vorliegende Arbeit eine Problemstellung aus den in der Literatur zu findenden Wettbewerbsstrategien. Aus dem Grund der konstituierenden Abhängigkeit von instrumentellem und wettbewerblichem Umfeld wird zunächst tiefer auf das wettbewerbsstrategische Problemfeld eingegangen, um den Gesamtrahmen der Arbeit abzustecken, und anschließend wird sich dem instrumentellen Problemfeld gewidmet, dem sich die weiteren Ausführungen der Arbeit unmittelbar zuordnen lassen.²

Zusammenfassend lässt sich feststellen: Die vorliegende Arbeit soll mittelbar im wettbewerblichen Umfeld wirken, indem sie hauptsächlich im instrumentellen Umfeld eine Anwendung vorstellt, die Instrumente des Wissens- und des Qualitätsmanagements integriert und sich dadurch bei erfolgreichem Einsatz auf die wettbewerbliche Situation eines Unternehmens positiv auswirkt. Dabei soll die Arbeit im Wesentlichen die These der Möglichkeit von hybriden Wettbewerbsstrategien unterstützen.

1) Der Begriff „Instrument“ umfasst im hier verwendeten Sinn alle Hilfsmittel, die während einer Tätigkeit zur Erreichung eines Ziels eingesetzt werden können, um dieses Ziel effizienter oder effektiver zu erreichen, als es ohne den Einsatz des Hilfsmittels der Fall sein würde. Darüber hinaus können Instrumente notwendig sein, um überhaupt das Ziel einer Tätigkeit erreichen zu können. Instrumente können sowohl gegenständlich als auch konzeptuell vorliegen. Zahlreiche Beispiele verschiedener Instrumente finden sich in den Ausführungen der Kapitel 3, 4 und 5 ab Seite 35 ff.

2) Als Kontext zur wissenschaftlichen Problemstellung im instrumentellen Umfeld wird ein wettbewerbliches Umfeld benötigt, es steht jedoch nicht im Fokus des wissenschaftlichen Erkenntnisinteresses dieser Arbeit. Deshalb lassen sich die vorliegenden wettbewerbsstrategischen Ausführungen eher als „Nebenproblem“ einordnen, die den gesetzten Rahmen der weiteren Ausführungen wiedergeben.

1.1.2 Wettbewerbliches Umfeld

1.1.2.1 Wettbewerbsstrategien gemäß Porter

Die aktuelle Wettbewerbssituation produzierender Unternehmen ist auf zahlreichen Absatzmärkten durch Kostenkonkurrenz und Qualitätsdruck (bspw. in der Automobil- und Bauindustrie) gekennzeichnet.³ Zusätzlich führt Adam an, dass der für viele Märkte geltende Wandel (hin zum Käufermarkt) zu einer nachhaltig gesteigerten Komplexität in den Unternehmen geführt hat.⁴ Folgt man der hier unterstellten Annahme, dass die Beherrschung dieser Komplexität durch Wissen⁵ sichergestellt werden kann und der Einsatz von Wissen vornehmlich der Vermeidung von Fehlern⁶ bei der Leistungserstellung dient, so lässt sich konstatieren: Unternehmen befinden sich zunehmend in einem Wettbewerb, der neben der Kostenkontrolle unter anderem eine fortwährende Reduzierung von Fehlern im Herstellungsprozess fordert.⁷

Gemäß Porter lassen sich drei generische Strategien für Unternehmen als mögliche Antwort auf die skizzierte Wettbewerbssituation zur erfolgreichen Marktbearbeitung unterscheiden:⁸

1. umfassende Kostenführerschaft,
2. Differenzierung und
3. Konzentration auf Schwerpunkte.

Grundsätzlich kann das Ziel eines dauerhaften Wettbewerbsvorteils gemäß Porter entweder durch Kostenführerschaft, d. h. Minimierung der realen Stückkosten bei lediglich angemessener Qualität der Leistung, oder durch Differenzierung, d. h. Anbieten einer Leistung, die vom

3) Vgl. zum Marktwandel Adam (1998), S. 27 ff.; Müller (1991), S. 781 ff. Vgl. zum Wettbewerb im Wandel: Farmer, Vlk (2005), S. 23 ff.; Jost (2005), S. 219 f.; Ludwig (1998), S. 19 ff.; Thiele (1997), S. 1 ff. Unternehmen sehen sich einem steigenden Qualitätsdruck (im Sinne eines Qualitätswettbewerbs) ausgesetzt, der bspw. auf die Internationalisierung der Märkte zurückzuführen ist (vgl. Kamiske, Marlorny (1994), S. 3).

Um die Verständlichkeit der Arbeit zu erleichtern, wird im Folgenden einheitlich mit Beispielen aus der Automobil- und Maschinenbauindustrie gearbeitet.

4) Vgl. Adam (1998), S. 30. Dabei bezieht sich die zunehmende Komplexität in den Unternehmen insbesondere auf die Phase der Produktentwicklung. Es wird in interdisziplinären, unternehmensübergreifenden Projektteams gearbeitet (vgl. Corsten (1998), S. 35).

5) Siehe zum Begriff „Wissen“ Kapitel 2.1.2.1, S. 22 f. Zunehmend wird Wissen und der Umgang damit als wettbewerbsentscheidende Einflussgröße angesehen, um die Komplexität zu reduzieren (vgl. North (2002), S. 9 ff.). Entscheidend ist dabei, dass die Ressource Wissen zur richtigen Zeit am richtigen Ort in der richtigen Menge verfügbar wird, um den größtmöglichen Nutzen für das Unternehmen zu generieren.

6) Siehe zum Begriff „Fehler“ Kapitel 2.1.1.3, S. 20 f.

7) Vgl. Müller (1991), S. 783; Pfeifer (2002), S. XXIII f.

8) Vgl. Porter (1999), S. 70 ff.

Kunden als einmalig wahrgenommen wird (bspw. als „hohe“ Qualität), erreicht werden.⁹ Als dritte Möglichkeit bleibt gemäß Porter die Konzentration auf Schwerpunkte, d. h. es werden Marktnischen besetzt.¹⁰

1.1.2.2 Qualität als Einflussgröße

In jedem Fall der drei Wettbewerbsstrategien von Porter wird Qualität als Einflussgröße auf den Erfolg (z. B. Gewinn oder Return on Investment) anerkannt.¹¹ Die Erfolgswirkung der Einflussgröße Qualität wurde u. a. von Buzzell und Gale untersucht. Die Autoren identifizierten Gründe für die Kosten- und Erlöswirkung von Qualität durch ihr PIMS-Programm¹² (siehe hierzu Abbildung 1).¹³ Zu unterscheiden ist dabei nach Buzzell und Gale zunächst zwischen technischer und wahrgenommener Qualität.¹⁴ Bei der technischen Qualität handelt es sich um die Erfüllung technischer Standards und bei der wahrgenommenen Qualität handelt es sich um die subjektiven Eindrücke der Kunden. Die Strategie der Qualitätsführerschaft zielt in erster Linie auf die wahrgenommene Qualität ab. Die Strategie der Kostenführerschaft zielt auf

-
- 9) Fleck stellt hierzu ein Klassifikationsschema von Differenzierungsstrategien, das eine Innovations-, eine Varietäts- und eine Qualitätsstrategie berücksichtigt, vor (vgl. Fleck (1995), S. 88). Im Folgenden konzentrieren sich die Ausführungen dieser Arbeit bei der Differenzierungsstrategie auf den Typ der Qualitätsführerschaft (Qualitätsstrategie) aus drei Gründen. Erstens wird im Hauptteil der Arbeit ein Instrument des Qualitätsmanagements eingesetzt. Zweitens wird selbst von Porter Qualität immer in einer Mindestausprägung vorausgesetzt, d. h. bei der Produktion kann der Aspekt Qualität niemals vollständig ausgeblendet werden (siehe hierzu auch die Ausführungen im folgenden Kapitel). Drittens lassen sich bei ausreichend breiter Auffassung des Konstrukts „Qualität“ sämtliche Unterscheidungen Porters für Formen der Differenzierung hierunter einordnen (vgl. hierzu bspw. Luchs, Neubauer (1986), S. 9).
 - 10) Bewerksenswert bei den gemachten Aussagen ist, dass bei Porter (und auch bei Corsten) der Faktor Wissen nicht explizit Verwendung findet. Vielmehr wird Wissen implizit den Strategien zugeordnet, indem stillschweigend davon ausgegangen wird, dass das notwendige Know-how für eine *Kostenführerschaft*, d. h. für die Produktion zu niedrigsten Stückkosten, vorhanden sein muss oder sich aber akquirieren lässt (Gleiches gilt auch bei Verfolgung der anderen Strategien: *Differenzierung* und *Konzentration auf Schwerpunkte*).
 - 11) Porter geht dabei von mindestens „angemessener“ Qualität aus, d. h. selbst bei der Kostenführerschaft vertritt Porter die Meinung, dass bei Nichteinhaltung von Mindestqualitätsstandards kein dauerhafter Wettbewerbsvorteil gesichert werden kann (vgl. Porter (1999), S. 71). Auch bei der Konzentration auf Schwerpunkte lässt sich Qualität als Einflussgröße auf den Erfolg festmachen, denn gemäß Porter führt dieser Strategietyp im Ergebnis zu einer Differenzierung oder niedrigen Kosten (vgl. Porter (1999), S. 75).
 - 12) Vgl. Buzzell, Gale (1989). Eine kurze Übersicht zum PIMS-Programm findet sich in Jacob (1983). Zu einer Kritik am PIMS-Programm siehe z. B. Jacob (1983), S. 265, und Kreikebaum (1997), S. 116.
 - 13) Vgl. Gale, Buzzell (1989), S. 7. Vgl. hierzu auch Luchs, Neubauer (1986), S. 22, und Zenz (1999), S. 155. Die Untersuchung des ROI (Return on Investment) innerhalb des PIMS-Programms in Abhängigkeit von der Produktqualität zeigt, dass 20% aller untersuchten Unternehmen, die eine unterlegene relative Produktqualität erzielten, einen ROI von ca. 16% aufwiesen. Demgegenüber konnten die 20% der Unternehmen mit einer überlegenen relativen Produktqualität einen ca. doppelt so hohen ROI realisieren (vgl. Buzzell, Gale (1989), S. 93). Zum Begriff „relativ“ siehe Fn. 15.
 - 14) Vgl. Buzzell, Gale (1989), S. 90. Insgesamt lassen sich fünf Qualitätsbegriffe in der Literatur differenzieren. Siehe hierzu Kapitel 2.1.1.1, S. 16 f. Die technische Qualität fällt dabei unter den produktbezogenen Qualitätsbegriff und die wahrgenommene Qualität unter den kundenbezogenen Qualitätsbegriff.

die relative¹⁵ Effizienz bei der Erfüllung von Spezifikationen (d. h. Mindeststandards müssen erfüllt werden) ab, d. h. die technische Qualität rückt in den Fokus der Unternehmensanstrengungen bei Durchsetzung einer Strategie der Kostenführerschaft.

Für eine vom Kunden wahrgenommene höhere relative Qualität (bei Verfolgung einer *Strategie der Qualitätsführerschaft*) kann ein höherer relativer Preis verlangt werden.¹⁶ Ein höherer durchsetzbarer Preis steigert die Rentabilität des Unternehmens. Wird stattdessen der Preis nicht erhöht, so verbessert sich aufgrund des gestiegenen Nutzens für den Kunden das relative Nutzen/Preis-Verhältnis des angebotenen Produkts. Dies führt zu einer Steigerung des relativen Marktanteils, weil vermehrt Kunden auf dieses Produkt zugreifen werden. Ein höherer relativer Marktanteil steigert zum einen direkt die Rentabilität eines Unternehmens (z. B. aufgrund steigender Marktmacht) und zum anderen indirekt über Skaleneffekte. Aufgrund größerer Stückzahlen und zunehmender Erfahrung bei deren Produktion können – durch diese so genannten Skaleneffekte – die relativen Kosten gesenkt werden. Dies führt wiederum zu einer erhöhten Rentabilität des Unternehmens.

Bei Verfolgung der *Strategie der Kostenführerschaft* müssen die vom Markt mindestens geforderten Spezifikationen für ein Produkt bei der Herstellung erfüllt werden. Dies lässt sich gemäß Buzzell und Gale durch eine überlegene technische Qualität innerhalb des Produktionsprozesses erreichen.¹⁷ Die Umsetzung überlegener technischer Qualität bei Verfolgung einer Strategie der Kostenführerschaft bringt zwei Vorteile mit sich. Zum einen sind die (Gesamt-)Kosten der Qualität niedriger als bei Durchsetzung einer Qualitätsführerschaft und zum

15) Der Begriff „relativ“ steht hier als Platzhalter für die Bezeichnung, dass eine Betrachtungseinheit eines Unternehmens in Bezug zu setzen ist mit einer adäquaten Betrachtungseinheit der Konkurrenz (i. d. R. wird der „stärkste“ Konkurrent als adäquate Betrachtungseinheit angesetzt). So bedeutet bspw. „relative Effizienz“, dass ein betrachtetes Unternehmen ein Produkt bei gleich bleibender Spezifikationserfüllung relativ zu seinen Konkurrenzunternehmen effizienter (mit geringeren Kosten) herstellen kann.

16) Diese Aussage wird bspw. auch durch die Untersuchung der Deutschen Gesellschaft für Qualität e. V. gestützt, die ermittelte, dass die Aussage „Gute Qualität lasse ich mir auch gerne etwas kosten“ mit durchschnittlich 77 von maximal 100 Zustimmungspunkten bewertet wurde (ermittelt aus 1338 Interviews mit einer bevölkerungsrelevanten Stichprobe Deutschlands; vgl. ExBa (2003), S. 19). Dieser Wert stellt zugleich die höchste Ausprägung aller Aussagen, die bei der Untersuchung der Motive für das Kaufverhalten berücksichtigt wurden, dar. So erhielt bspw. die Aussage „Ich finde es sehr gut, wenn der Service zurückgeht und dafür die Preise sinken.“ lediglich einen Mittelwert von 47,9 Zustimmungspunkten.

17) An dieser Stelle sei abschließend auf die unterschiedlichen Dimensionen der Begriffsverwendung von „Qualität“ hingewiesen. Eine Wettbewerbsstrategie der Differenzierung in Form eines Qualitätswettbewerbs gemäß Porter führt zu einer verbesserten Ausprägung der durch den Kunden wahrgenommenen Qualität. Während eine überlegene technische Qualität im Sinne von Buzzell und Gale sich auf den Produktionsprozess erstreckt und sich bspw. in einer geringen Ausschussquote widerspiegelt. Diese überlegene technische Qualität kann durchaus zu Produkten führen, die vom Kunden als qualitativ geringwertig wahrgenommen werden.

anderen wird die erfüllte technische Qualität vom Kunden wahrgenommen.¹⁸ Der erste Vorteil führt zu niedrigeren Gesamtkosten und damit zu einer Rentabilitätssteigerung, weil im Gegensatz zur Verfolgung einer Qualitätsführerschaft bspw. externe Kosten nur in geringerem Maße anfallen, in dem auf eine weitreichende Kulanz gegenüber den Kunden verzichtet wird und lediglich die gesetzlich vorgeschriebene Gewährleistung eingehalten wird. Der zweite Vorteil führt ebenfalls zur Akzeptanzsteigerung hinsichtlich eines relativ höheren durchsetzbaren Preises beim Kunden, wenn auch nicht in dem Maße, wie es bei einer Strategie der Qualitätsführerschaft der Fall sein würde, denn die Verbesserung der vom Kunden wahrgenommenen Qualität bezieht sich nur auf den unmittelbaren Bereich der Erstellung eines Produkts.¹⁹

Die Abbildung 1 fasst den skizzierten Sachverhalt zusammen.

18) Vgl. zu *Qualität und Kosten*: Bruhn, Georgi (1999); Feigenbaum (1991), S. 109 ff.; Pfeifer (2002), S. 181 ff.

Im Bereich des Qualitätsmanagements findet sich häufig eine Gliederung von *Qualitätskosten* (auch Kosten der Qualität) in drei Arten: *Fehlerverhütungskosten* (prevention costs), *Prüfkosten* (appraisal costs) und *Fehlerfolgekosten* (failure costs) (Feigenbaum (1991), S. 111). In dieser weit verbreiteten Kostengliederung, die auch als PAF-Schema bekannt ist, gehören zu den Fehlerverhütungskosten die Kosten der Qualitätsplanung und -lenkung (z. B. Kosten für Schulungsmaßnahmen). Sie können auch als Vorbeugungskosten verstanden werden und sind spezifisch zur Vermeidung einer nicht anforderungsgerechten Qualität. Die Prüfkosten ergeben sich bei der Durchführung von Qualitätsprüfungen (z. B. Produktausgangsprüfung bei einem Fertigteilwerk). Bei den Fehlerfolgekosten wird zwischen internen und externen Kosten unterschieden. Interne Kosten fallen bei Beseitigung von Fehlern an, bevor der Kunde in den Erstellungsprozess integriert wird. Externe Kosten hingegen fallen z. B. bei einer Nachtragsforderung oder einem Gewährleistungsanspruch an, die ebenfalls aufgrund eines fehlerhaften Produkts entstehen.

19) Dieser Vorteil äußert sich bspw. in dem Umstand, dass ein Produkt immer derselben wahrgenommenen Qualität entspricht und es keinerlei Abweichungen innerhalb einer Charge gibt. Für den Kunden ergibt sich hieraus möglicherweise ein Argument für den Kauf des Produkts aufgrund der Tatsache, dass der Kunde immer dieselbe wahrgenommene Qualität erhält, wie bei vorangegangenen Käufen des Produkts. An dieser Stelle wird dem einfachen Sachverhalt aus Fn. 15 gefolgt und unterstellt, dass auch eine technisch überlegene Qualität zu einem höheren durchsetzbaren Preis führt.

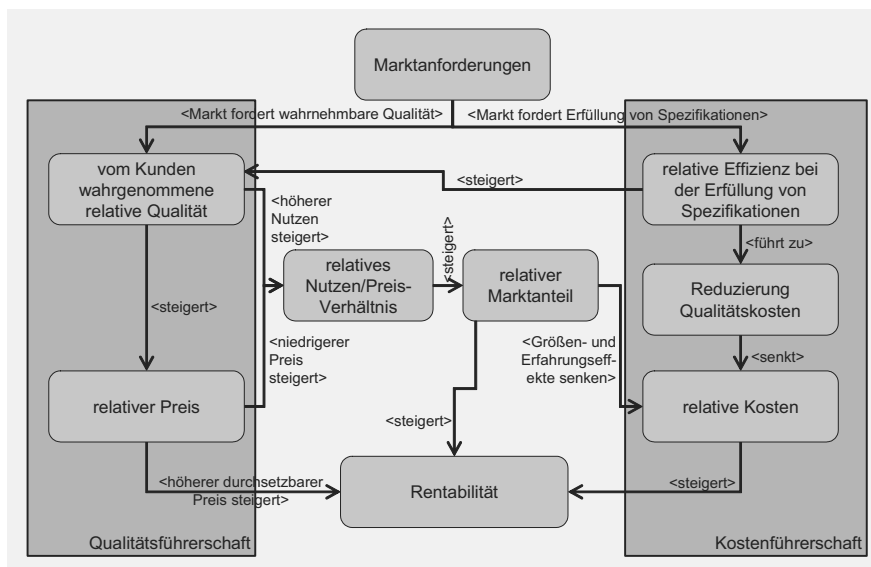


Abbildung 1: Erfolgswirkung der Qualität²⁰

20) Vgl. Gale, Buzzell (1989), S. 92. Vgl. aber auch Luchs, Neubauer (1986), S. 22, und Zenz (1999), S. 155.

1.1.2.3 Hybride Wettbewerbsstrategien

Im Ansatz von Buzzell und Gale findet sich ein erster Anhaltspunkt für die Umsetzung einer hybriden Strategie, die sowohl eine Kostenführerschaft als auch eine Qualitätsführerschaft (im Sinne der Umsetzung einer Wettbewerbsstrategie der Differenzierung) verfolgt, in dem zwischen technischer und wahrgenommener Qualität unterschieden wird, die beide als Qualität auf den Erfolg eines Unternehmens zeitgleich wirken können.

In der Literatur finden sich hierzu weitere Ansätze, die die Integration der generischen Strategien Porters zu einer hybriden Wettbewerbsstrategie propagieren.²¹ Dabei widersprechen sie Porters Überlegung von der prinzipiellen Unvereinbarkeit der genannten generischen Strategien.²² In diesem Zusammenhang weisen Corsten und Will auf die Bedeutung von informationstechnisch basierten Systemen hin, weil mit ihrer Hilfe simultan Produktivität, Flexibilität und Qualität positiv beeinflusst werden können.²³

Die Anwendung von informationstechnisch basierten Systemen und deren Instrumente fallen unter den Begriff „Wissensmanagement“.²⁴ Anerkannt wird dabei, dass Wissensmanagement²⁵ und Qualitätsmanagement²⁶ die gleichen Ziele verfolgen.²⁷ Zu diesen Zielen gehören bspw. die Explizierung implizit vorhandenen Wissens für die Produktentwicklung und die gemeinschaftliche Lösung betrieblicher Problemstellungen.²⁸ Die Verbindung von Instrumenten des Wissens- und des Qualitätsmanagements bietet Erfolg versprechende Mög-

21) Vgl. Corsten (1998), S. 110 ff.; Fleck (1995); Welge, Al-Laham (2003), S. 395 ff. Zu einer ersten Unterscheidung von hybriden Wettbewerbsstrategien siehe Proff (1997), S. 306. Auf die Unterscheidung hinsichtlich Sukzession (vgl. Gilbert, Strebel (1987), S. 28) und Simultanität kann an dieser Stelle verzichtet werden, weil der Verfasser der Ansicht ist, wenn der Nachweis einer simultanen hybriden Wettbewerbsstrategie gelingt, es sich so darstellt, dass dies als hinreichend für eine sukzessive hybride Wettbewerbsstrategie anzusehen wäre.

22) Siehe hierzu die Ausführungen Porters zu Unternehmen, die sich „zwischen den Stühlen sitzend“ befinden, sofern nicht einer der drei Strategietypen verfolgt wird. Anschaulich wird dies von Porter auch als U-Kurve von Rentabilität und Marktanteil dargestellt (vgl. Porter (1999), S. 78 ff.).

23) Vgl. Corsten (1998), S. 127 ff.; Corsten, Will (1994), S. 262 ff. Die „Produktivität“ bei Corsten und Will bezieht sich auf die oben genannte technische Qualität und die „Qualität“ von Corsten und Will bezieht sich auf die Dimension der oben genannten wahrgenommenen Qualität. Die Flexibilität wird an dieser Stelle vernachlässigt, weil sie für die Anschlussfähigkeit der Argumentation von nachrangiger Bedeutung erscheint. Zudem wird die andere von Corsten und Will genannte Möglichkeit für eine hybride Wettbewerbsstrategie der Gruppenarbeit in dieser Arbeit vernachlässigt, weil der Fokus der Arbeit auf dem Informationsmanagement liegt.

24) Vgl. Maier (2002), S. 25 f.

25) Vgl. North (2002); Probst, Raub et al. (2003); Nonaka, Takeuchi (1995).

26) Siehe hierzu die Ausführungen in Kapitel 2.1.1, S. 16 ff.

27) Vgl. Keller, Kuhn (2004), S. 12; Pfeifer (2001), S. 143; Woll, Zehl et al. (2001), S. 345 ff.

28) In diesem Zusammenhang identifiziert Johannsen vier Basisprozesse des Wissensmanagements (Erzeugung, Akkumulation, Austausch und Verwendung von Wissen), die mit der Hilfe von Instrumenten des Qualitätsmanagements erfolgreich bearbeitet werden können (vgl. Johannsen (2000), S. 45 ff.). Weitere Ausführungen zu Wissens- und Qualitätsmanagement finden sich in Kapitel 2, S. 16 ff.

lichkeiten zur Steigerung des Unternehmenserfolgs.²⁹ Die Verbindung kann insbesondere den Qualitätsdruck, d. h. die vom Kunden geforderte (wahrgenommene) Qualität erreichen zu müssen, kanalisieren und durch erfolgreiche Anwendung auch der Kostenkonkurrenz entgegenreten. Durch eine Kundenorientierung, die ein umfassendes Qualitätsverständnis beinhaltet, können Konkurrenzvorteile erlangt werden.³⁰

Dem Verfasser bekannte Ansätze zur Verbindung von Wissens- und Qualitätsmanagement verbleiben auf der Meta-Ebene, d. h. sie gehen nicht weiter auf die *Verbindung von Instrumenten des Qualitäts- und des Wissensmanagements* zur erfolgreichen Umsetzung eines integrierten Ansatzes, der eine hybride Wettbewerbsstrategie ermöglicht, ein.³¹ Hier eröffnet sich eine Diskrepanz, die sich in einer mangelhaften Umsetzung und damit Nachvollziehbarkeit der vorgeschlagenen Integration von Wissens- und Qualitätsmanagement äußert: Die in der Literatur vorhandenen Ansätze bleiben insofern unkonkret, als dass sie dem Rezipienten eine spezifische Anwendung anhand konkreter Instrumente vorenthalten.³² Die Problemstellung der mangelhaften Nutzbarkeit der vorgeschlagenen Managementansätze für Strategien muss eine Konkretisierung durch anwendbare Umsetzungsmöglichkeiten erfahren. Diese Umsetzung bezieht sich immer auf eine instrumentelle Umsetzung.

1.1.3 Instrumentelles Umfeld

1.1.3.1 Instrumentelle Konkretisierung des wettbewerblichen Umfelds

Das bisher in der Literatur zu Findende über hybride Wettbewerbsstrategien und deren verwendete Instrumente bleibt abstrakt und an der Oberfläche, so dass eine Implementierung kaum möglich wird.³³ Es bedarf deshalb einer instrumentellen Konkretisierung in Form einer

29) Vgl. hierzu die Aufsätze von Pfeifer, Scheermesser et al. (2000) und Kalbfleisch, Schellenberg et al. (2001). Es existieren einige wenige wirtschaftswissenschaftliche Arbeiten mit Beiträgen zu Ansätzen zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen mit dem Fokus auf dem Umgang mit *Wissen* und *Qualität*. Sie gehen nicht auf instrumenteller Ebene auf die Verbindung ein. Für Ansätze, die Wissensmanagement mit Qualitätsmanagement verbinden, vgl. Bickenbach, Freyler et al. (2000); Johannsen (2000); Kalbfleisch, Schellenberg et al. (2001); Pfeifer, Scheermesser et al. (2000); Woll, Zehl et al. (2001); Woll, Zehl (2001).

30) Vgl. Adam (1998), S. 29. Für Adam bedeutet dies, dass die vom Kunden wahrgenommene Qualität sich nach dem Grad der Befriedigung der kaufrelevanten Dimensionen des Kunden misst.

31) Corsten und Will weisen darauf hin, dass die „Suche nach Produktionskonzepten zur simultanen Unterstützung strategischer Erfolgsfaktoren an einer Integration neuerer informationstechnologischer und arbeitsorganisatorischer Gestaltungskonzepte ansetzen“ soll (Corsten, Will (1994), S. 272). Um jedoch diese beiden Konzepte integrieren zu können, ist es zunächst notwendig, die einzelnen Instrumente, die den jeweiligen Konzepten zu Grunde liegen, zu integrieren, weil erst eine Integration untereinander und anschließend eine Integration über die spezifischen Einsatzgebiete hinaus plausibel Erfolg versprechend erscheint.

Im vorliegenden Fall lässt sich die Ebene der Verbindung von Instrumenten als *Objekt-Ebene* zur Umsetzung einer hybriden Wettbewerbsstrategie begreifen.

32) In diesem Sinne folgt der Verfasser der Auffassung, dass eine „echte“ Verbindung von Wissens- und Qualitätsmanagement immer auch eine Verbindung der Instrumente, die zur Umsetzung der jeweiligen Managementstrategie zwingend benötigt werden, darstellt, damit eine einheitliche (hybride) Strategieumsetzung erfolgen kann.

33) So bspw. bei Corsten, Will (1994), S. 264 ff.; Proff (1997), S. 305 ff.; Welge, Al-Laham (2003), S. 395 ff.