

Schriften zum Supply Chain Management

Band 4

Herausgeber:

Thorsten Claus/ Wieland Appelfeller/ Wolfgang Buchholz/ Uwe Nehls

Anne Lohoff

Management von Informationskomplexität



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

Schriften zum Supply Chain Management
Band 4

Management von Informationskomplexität

Vom Institutsrat des Internationalen Hochschulinstitutes Zittau

genehmigte

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades

doctor rerum politicarum

(Dr.rer.pol.)

vorgelegt

von Dipl.-Wirtschaftsing. (FH) Anne Lohoff

geboren am 04. August 1982 in Aachen

Gutachter: Univ.-Prof. Dr. rer. pol. habil. Thorsten Claus, Zittau
Prof. Dr. rer. pol. habil. Martin Müller, Ulm
Prof. Dr.-Ing. Uwe Nehls, Wilhelmshaven

Tag der Verteidigung: 03. November 2011

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

1. Aufl. - Göttingen: Cuvillier, 2011

Zugl.: (IHI) Zittau, Univ., 2011

978-3-86955-920-9

Veröffentlichungen über den Inhalt der Arbeit sind nur mit schriftlicher Genehmigung der Volkswagen AG zugelassen. Die Ergebnisse, Meinungen und Schlüsse dieser Arbeit sind nicht notwendigerweise die der Volkswagen AG.

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2011

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2011

Gedruckt auf säurefreiem Papier

978-3-86955-920-9

Vorwort der Herausgeber

Der Erfolg eines Unternehmens hängt maßgeblich davon ab, dass Informationen korrekt und schnell zur Verfügung stehen. Gleichzeitig steigt der Umfang der notwendigen Informationen in Folge von komplexeren Produkten und Produktionsprozessen stark an. Die Informationskomplexität dieser Prozesse zu managen, bietet ein großes Potential zur Leistungssteigerung der Unternehmen.

Aus diesem Grund widmete sich Frau Dipl.-Wirtschaftsing. (FH) Anne Lohoff im Rahmen eines kooperativen Promotionsverfahrens am IHI Zittau und der Fachhochschule Oldenburg Ostfriesland Wilhelmshaven der Erforschung dieses Themenkomplexes.

In Ihrer Dissertation hat sich Frau Lohoff zum Ziel gesetzt, durch eine strukturierte Analyse ein Konzept zur Bewertung und Beeinflussung der Transparenz, der Flexibilität und der Durchgängigkeit in den Informationsflüssen des Produktentstehungsprozesses herzuleiten. Sie führt in Ihrer Arbeit den Leser in die Begriffswelt der Informationsprozesse, der Prozesse in der Produktentstehung, der Komplexität und dessen Managements ein, um sich anschließend den bestehenden Ansätzen zur Lösung der Fragestellung zu widmen. Auf Basis eines Anforderungskatalogs analysiert die Verfasserin Komplexitätsmaße und Elemente der Geschäftsprozessoptimierung. Abschließend stellt die Autorin die Anpassung der ausgewählten Ansätze an das Management von Informationskomplexität und die Erstellung einer durchgängigen Managementmethode als Forschungslücke dar. Auf Basis dieser Recherche leitet Sie eine durchgängige und zielgerichtete Methodik zur Bewertung und zum Management der Informationskomplexität ab.

Der entscheidende Forschungsbeitrag der Arbeit wird in der Begriffsdefinition von Informationskomplexität und der entwickelten Methodik zur ihrer Bewertung gesehen. Aus bestehenden Ansätzen wurde sinnvoll ausgewählt und durch eigene Überlegungen umfangreich ergänzt. Der zweite, wesentliche Beitrag dieser Arbeit ist das Gesamtkonzept zum Umgang mit Informationskomplexität und zur systematischen und begründbaren Ableitung von Handlungsempfehlungen.

Frau Lohoff hat mit Ihrer Arbeit eine Modellgrundlage geschaffen, die einen entscheidenden Beitrag zur Beherrschung von Komplexität in komplexen Informationsprozessen leistet und somit ein großes Potential zur Beeinflussung der Produktentwicklungszeiten, nicht nur im Automobilbau, beinhaltet.

Zittau, im November 2011

Univ.-Prof. Dr. rer. pol. habil. Thorsten Claus
Lehrstuhl für Produktionswirtschaft und Informationstechnik
Internationales Hochschulinstitut Zittau

Oldenburg, im November 2011

Prof. Dr.-Ing. Uwe Nehls
Fachbereich Management, Information, Technologie
Jade Hochschule

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	V
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung der Arbeit	1
1.2 Zielsetzung & Forschungsleitende Fragen	5
1.3 Forschungsprozess und Aufbau der Arbeit	6
2 Grundlegende Begriffsterminologien	11
2.1 Die Information im Unternehmen	11
2.1.1 Der Informationsbegriff	11
2.1.2 Nachrichten und Kommunikation	15
2.1.3 Besonderheiten von Information im Unternehmen	17
2.2 Informationsprozesse in der Produktentstehung	19
2.2.1 Phasen des Informationsaustausches in der Produktentstehung	19
2.2.2 Einsatz von Hilfsmitteln	21
2.3 Der allgemeine Begriff von Komplexität und Komplexitätsmanagement	23
2.3.1 Theoretischer Bezugsrahmen der Komplexitätsbetrachtung	23
2.3.2 Subjektive Wahrnehmung von komplexen Problemen	25
2.3.3 Der Komplexitätsbegriff	26
2.3.4 Umgang mit Komplexität im Unternehmen	29
2.4 Einfluss von Komplexität auf die menschliche Informationsverarbeitung	34
2.4.1 Die Kognitive Komplexität als endogener Einflussfaktor des Betrachters	36
2.4.2 Die Situationskomplexität als exogener Einflussfaktor der Umweltmerkmale	37
2.4.3 Die quantitativen Einflussfaktoren der Informationskomplexität	38
2.4.4 Die qualitativen Einflussfaktoren der Informationskomplexität	40
2.4.5 Eingrenzung des Themengebietes	43

3	Bestehende Ansätze aus der Literatur	45
3.1	Anforderungen an eine Methodik zur Bewertung und zum Management von Informationskomplexität in der Produktentstehung	45
3.2	Bestehende Komplexitätsmaße mit Potential für den Bewertungsansatz . . .	46
3.2.1	Komplexitätsmaße für die Vielfalt	48
3.2.2	Komplexität als Größe einzelner Dimensionen	49
3.2.3	Algorithmischer Informationsgehalt und Effektive Komplexität . .	51
3.2.4	Logische und Thermodynamische Tiefe	52
3.3	Elemente der Geschäftsprozessoptimierung mit Potential für den Managementansatz	54
3.3.1	Produktdatenmanagement zur Beherrschung von Datenkomplexität	55
3.3.2	Digitale Fabrik zur Beherrschung von Datenkomplexität	56
3.3.3	Management von Produktkomplexität	58
3.3.4	Management der Produktionsprogrammkomplexität	60
3.3.5	Management der Organisationskomplexität	61
3.4	Aufzeigen der Forschungslücke	65
4	Methodik zum Management von Informationskomplexität im PEP	67
4.1	Einführung in die Methodik	67
4.1.1	Ziel und Prämissen der Methodik	67
4.1.2	Auswahl der logischen Herangehensweise	69
4.1.3	Übertragung der induktiven Herangehensweise auf das Ziel der Methodik	70
4.1.4	Übersicht der Vorgehensschritte	72
4.2	Aufteilung des Kommunikationsprozesses in Subsysteme	74
4.2.1	Eingrenzung des Untersuchungsgegenstandes durch Identifikation der Kernprozesse	75
4.2.2	Zusammenfassung der Kernprozesse zu Handlungsfeldern	75
4.2.3	Definition der Analysereihenfolge durch Priorisierung der Handlungsfelder	76
4.3	Eingrenzung des Handlungsfeldes	77
4.3.1	Herleitung der Untersuchungsparameter	77
4.3.2	Prozessuale und Strukturelle Systemgrenzen	80
4.4	Identifikation des Handlungsbedarfes	82
4.4.1	Erfassung des subjektiven Störungsempfindens durch Komplexität und Veränderungen in den Informationsprozessen	83
4.4.2	Erfassung der Ressourcenverschwendung im Informationsprozess .	85

4.5	Kriterien zur Bestimmung der Komplexität von Informationseinheiten . . .	86
4.5.1	Anzahl der Informationseinheiten	87
4.5.2	Diversität der Informationseinheiten	88
4.5.3	Freiheitsgrade der Informationseinheiten	90
4.5.4	Dynamik der Informationseinheiten	92
4.6	Kriterien zur Bestimmung der Komplexität des Informationsgeflechtes . . .	93
4.6.1	Kopplungsgrad des Informationsgeflechtes	95
4.6.2	Divergenz des Informationsgeflechtes	97
4.6.3	Unschärfe des Informationsgeflechtes	99
4.6.4	Chaos des Informationsgeflechtes	100
4.7	Ursachenanalyse der Indikatorausprägungen	102
4.7.1	Die Problematik der Ursachenableitung in komplexen Systemen . .	102
4.7.2	Vorgehen zur Ursachenableitung	103
4.7.3	Ursachenfindung im Untersuchungsparameter „Prozess“	104
4.7.4	Ursachenfindung im Untersuchungsparameter „Inhalt“	106
4.7.5	Ursachenfindung im Untersuchungsparameter „Dokument“	106
4.7.6	Ursachenfindung im Untersuchungsparameter „IT-System“	107
4.8	Ableitung von Handlungsempfehlungen	108
4.8.1	Die Strategien im Überblick	108
4.8.2	Beeinflussung des Informationsvolumens	111
4.8.3	Beeinflussung des Kopplungsgrades des Informationsgeflechtes . .	112
4.8.4	Beeinflussung der Diversität der Informationseinheiten	115
4.8.5	Beeinflussung der Divergenz des Informationsgeflechtes	117
4.8.6	Beeinflussung der Freiheitsgrade der Informationseinheiten	119
4.8.7	Beeinflussung der Unschärfe des Informationsgeflechtes	120
4.8.8	Beeinflussung der Dynamik der Informationseinheiten	122
4.8.9	Beeinflussung des Chaos des Informationsgeflechtes	123
5	Fallbeispiel	125
5.1	Vorgehensweise zur Anwendung der Methodik im Industrial Engineering .	125
5.2	Konkretisierung der Problemlage auf Gesamtebene	128
5.3	Eingrenzung des Handlungsfeldes	131
5.4	Bedarfsanalyse	133
5.4.1	Anforderungen durch subjektives Störungsempfinden aufgrund von komplizierten und dynamischen Informationsprozessen	134
5.4.2	Anforderungen für einen effizienten Ressourceneinsatz im Informa- tionsprozess	134

5.5	Komplexitätsanalyse und Handlungsempfehlungen für die Problemfelder	137
5.5.1	Vielfalt an detaillierten Produkt- und Produktionsdaten	139
5.5.2	Vieldeutigkeit aufgrund Verwendung von Landessprachen	142
5.5.3	Unterschiedliche Verwendungsziele der im Prozessplan enthaltenen Informationen	145
5.5.4	Häufiger Umgang mit veränderlichen Zeiten	148
6	Gesamtfazit	153
6.1	Kritische Reflektion – Stärken und Schwächen der Methodik	153
6.2	Möglichkeiten der Methodik und Forschungsbeitrag der Arbeit	155
6.3	Grenzen der Methodik und Implikationen für die weitere Forschung	157
A	Anhang	159
A.1	Eigenschaften von Information	159
A.2	Fragebogenstruktur der Vorstudie	160
B	Glossar	165
	Abbildungsverzeichnis	173
	Tabellenverzeichnis	175
	Literaturverzeichnis	177

Danksagung

Das Thema „Informationskomplexität“ ist ähnlich wie der Rhein – er ist faszinierend anzuschauen, doch begibt man sich zu tief in seine Strömung, so reißt sie einen mit und es ist ohne Hilfe anderer kaum möglich, die Orientierung zu behalten und seine Richtung weiter zu verfolgen.

Daher viermal Danke.

Danke an meine Professoren Prof. Dr. Thorsten Claus und Prof. Dr.-Ing. Uwe Nehls für die Orientierung und die Kurskorrekturen. Danke an Dr. Michael Mesterharm für die Unterstützung durch technisches Equipment. Danke an meine Familie für die entspannenden Pausen am Ufer. Und zu guter Letzt Danke an meinen Strömungsretter Dr.-Ing. Robert Meyer.

Ich bin nun an meinem Ziel angelangt und wünsche allen Lesern eine interessante Reise durch das Thema „Management von Informationskomplexität“.

Weil am Rhein, im November 2011

Anne Lohoff

Abkürzungsverzeichnis

AS	IT-System „Arbeitssystem“ des Fallbeispiels
CAD	Computer-Aided Design – rechnerunterstützte Konstruktions-Technologie
CAE	Computer-Aided Engineering – numerisches Simulationsprogramm
CAS	Computer-Aided Styling – rechnerunterstütztes Gestaltungs-System
DMU	Fahrzeug Digital Mock-Up – digitales Versuchsmodell
EDM	Engineering Data Management
IE	Industrial Engineering
IT	Informationstechnologie
KoPS	Komplexe Produkte und Systeme
PDM	Produktdatenmanagement
PEP	Produktentstehungsprozess
SOP	Start of Production – Produktionsstart des Serienproduktes

1 Einleitung

Ist Information das wichtigste Gut oder das größte Laster? Diese Frage prägt im 21. Jahrhundert nahezu jede unternehmerische Tätigkeit. Auch in der Automobilentwicklung kann der Spagat zwischen Informationsmangel und Informationsflut häufig zu Fehlern und Verschwendung von Ressourcen führen. Es ist somit eine Basis zu schaffen, damit der komplexe Umgang mit Information der Wissensvermittlung und Wertschöpfung nicht mehr länger im Wege steht.

1.1 Problemstellung der Arbeit

In der Produktentstehung von Fahrzeugen ist in immer kürzeren Zeitabständen eine zunehmende Menge an Informationen auszutauschen. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Fahrzeughersteller versuchen, durch digitale Produktentwicklungen, durch Parallelisierungen der Prozesse und durch die Nutzung von Synergien in den Produktbestandteilen die Zeit für die Entwicklung eines Fahrzeuges zu minimieren [Küh06, S. 5; SM07, S. 27 f.; Cor02, S. 21]. Sie erhoffen sich, durch die kürzeren Entwicklungszeiten schneller auf technische Innovationen reagieren und sich somit gegenüber den Wettbewerbern behaupten zu können [GSSW07, S. 1].

Gleichzeitig erhöhen sie jedoch auch die Vielfalt und die Ausstattung innerhalb der Fahrzeugmodelle. Hierdurch versuchen sie dem Kundenwunsch so nahe wie möglich zu sein und sich somit einen Wettbewerbsvorteil gegenüber den anderen Automobilherstellern zu verschaffen. [Bau08, S. 260] Jedoch erhöht diese Maßnahme die Produktvielfalt und die technologische Komplexität des Produktes, wodurch die Anzahl der Informationen ansteigt, die notwendig sind um dieses Produkt zu beschreiben. Dieser Schritt hat zur Folge, dass die Anzahl der generierten und ausgetauschten Informationen zu den Produkten steigen. Somit kommt es zu einer Steigerung der Anzahl an Informationen, bei einer gleichzeitigen Abnahme der für die Entwicklung zur Verfügung stehenden Zeit.

Damit das steigende Informationsvolumen bei sinkenden Entwicklungszeiten ausgetauscht werden kann, ist eine enge Zusammenarbeit in den Projekten notwendig. Eine gemeinsame

Projektarbeit kann jedoch nur erfolgreich sein, wenn sie ebenenübergreifend funktioniert und Doppelarbeit oder Probleme frühzeitig erkannt werden können [HW04, S. 21]. Durch diese Notwendigkeit zur engen und ebenenübergreifenden Zusammenarbeit hat sich in der automobilen Produktentstehung ein Wandel vollzogen. Es entwickelte sich ein Trend von Wertschöpfungsketten nach Porter [Por00, S. 63 ff.] hin zu Wertschöpfungsnetzwerken nach Nalebuff [NB96, S. 41 ff.; Hen07, S. 2 ff.].

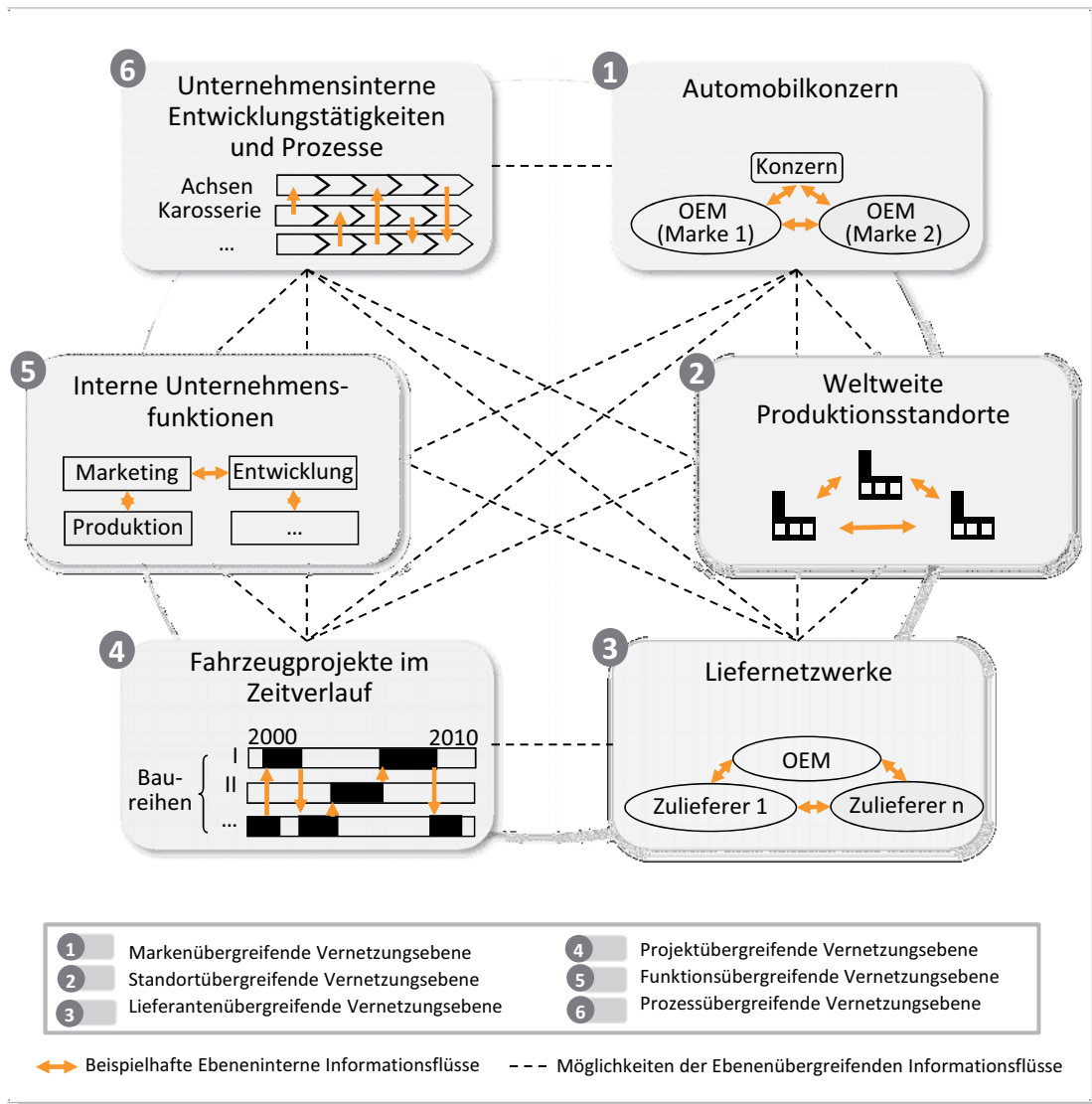


Abbildung 1.1: Wertschöpfungsnetzwerke in der Automobilentwicklung in Anlehnung an [Tie03, S. 148]

Als Folge des Wandels zu Wertschöpfungsnetzwerken entsteht eine stark vernetzte Zusammenarbeit in der Produktentstehung von Fahrzeugen. Diese starke Vernetzung ist in Abbildung 1.1 dargestellt. Sie ist vor allem in markenübergreifenden Entwicklungstätigkeiten vorzufinden. Diese finden unter dem Dach der großen **Automobilkonzerne** statt, wie bei-

spielsweise der Volkswagen AG oder der Daimler AG. [Bec07, S. 139 ff.] Die Konzerne, aber auch kleinere Automobilunternehmen, haben in den letzten Jahren vermehrt **weltweite Produktionsstandorte** errichtet oder aufgekauft [GSSW07, S. 28 f.]. So macht die Auslandsproduktion deutscher Automobilhersteller in 2009 bereits 17% der Weltproduktion an Kraftwagen aus [Ver10, S. 16]. Weiterhin wurde die Kommunikation durch die Errichtung globaler **Liefernetzwerke** stärker und vielfältiger vernetzt. Diese globalen Beschaffungsstrategien entstanden in den Netzwerken erstens aufgrund der Globalisierung, zweitens aufgrund der Reduktion von Fertigungs- und Entwicklungstiefen und drittens durch die Möglichkeit, hiermit Synergien nutzen zu können [Klu10, S. 43 ff.]. Die vernetzte Kommunikation intensiviert sich weiterhin durch eine übergreifende Zusammenarbeit in den **Fahrzeugprojekten**. Informationen zu Fahrzeugprojekten sind heutzutage nicht mehr einzeln zu betrachten, da sie durch Plattform- und Modellstrategien eng untereinander vernetzt sind. Teilweise können Informationspakete auch zwischen den einzelnen Baureihen oder den Marken übernommen werden. [Cor02, S. 46 ff.] Weiterhin findet in den internen Unternehmensfunktionen eine Parallelisierung der Entwicklungs- und Planungsprozesse statt. Durch diese Parallelisierung wurde eine Verkürzung der Zeit für die Produktionsvorbereitung bewirkt. [VDI08, S. 50; Ehr07, S. 217 ff.]. Hierdurch sind die Unternehmensfunktionen, wie beispielsweise die Entwicklung oder die Produktion, stark und frühzeitig miteinander vernetzt. Auch in den einzelnen **unternehmensinternen Entwicklungstätigkeiten** besteht ein enges Kommunikationsnetz, da innerhalb der Fahrzeuggeometrien und -funktionen starke Abhängigkeiten bestehen. Diese können beispielsweise durch den begrenzten Bauraum innerhalb eines Fahrzeuges entstehen. Die beschriebenen Informationsflüsse zwischen und innerhalb der einzelnen Vernetzungsebenen sind in Abbildung 1.1 eingezeichnet.

Durch die Zunahme der Vernetzung innerhalb der Wertschöpfung kommt den Unterstützungsprozessen eine erhöhte Bedeutung zu. Hierzu können beispielsweise das Projekt-, das Reifegrad- und das Informationsmanagement gezählt werden. [Tie03, S. 54] Ein effizientes und durchgängiges Informationsmanagement bildet eine notwendige Basis für eine erfolgreiche Arbeit im Wertschöpfungsnetzwerk. Dieses sollte sich sowohl auf den Informationsaustausch innerhalb des Unternehmens und auch zu Zulieferern beziehen. [Rec08, S. 55].

Gerade für den einzelnen Mitarbeiter ergeben sich aufgrund der hohen Vernetzungen in den Informationsflüssen Herausforderungen in der Ausführung ihrer Arbeitstätigkeiten. Diese sind in den drei folgenden Stichpunkten zusammengefasst:

Intransparenz – Die erste Herausforderung ergibt sich durch die vielfältigen Interessen und Dimensionen im Netzwerk. Durch diese kann die Transparenz und Eindeutigkeit von Entscheidungen im Netzwerk verloren gehen [Hen07, S. 14]. Aufgrund einer funktionalen Ori-

entierung innerhalb der Wertschöpfungsnetzwerke können der Urheber und der Grund einer Entscheidung teilweise nur schwer nachvollzogen werden. Gerade in globalen Unternehmensnetzwerken führt diese Intransparenz häufig zu Problemen der zielgerichteten Kommunikation [ES09, S. 14].

Fehlende Durchgängigkeit – Weiterhin ergeben sich in Unternehmensnetzwerken unterschiedliche Strukturen in den Prozessen. Diese treten beispielsweise für die Kommunikation, die Entscheidungsfindung, die Führung, die Steuerung und die Berichtswege auf. Gerade die Unterschiede in den Leistungsanforderungen und in der Sprach- und Symbolverwendung führen zu großen Herausforderungen an die Mitarbeiter. [Hen07, S. 15] Ein häufig in der Literatur diskutierter Ansatz zur Schaffung durchgängiger Strukturen in den Prozessen ist der Einsatz einer standardisierten IT-Unterstützung. Diese könnte nach Auffassung unterschiedlicher Autoren eine durchgängige Datennutzung ermöglichen [Rec08; Dyl02]. Doch würde dies den Mitarbeiter in der Möglichkeit der Anpassung an seine individuellen Rahmenbedingungen einschränken.

Fehlende Flexibilität – Eine weitere Herausforderung von Kommunikation in Unternehmensnetzwerken kann in der Dynamik der Strukturen gesehen werden. Durch eine steigende strukturelle Veränderlichkeit sind statische Betrachtungen von Kennzahlen oder Prozessen nach Auffassung von Hensel in Unternehmensnetzwerken nicht mehr zulässig. Stattdessen müssten die Netzwerke dynamisch betrachtet werden. [Hen07, S. 14 f.] Als Folge dieser Strukturänderungen sind Unternehmensnetzwerke heutzutage gefordert, ihre Flexibilität, sowie ihre Anpassungs- und Wandlungsfähigkeit zu erhöhen [GSSW07, S. 5]. Doch in den Automobilunternehmen fehlt derzeit noch das Verständnis für die Notwendigkeit von dynamischen Analysen. Auch die Ausarbeitung von flexiblen Reaktionsmöglichkeiten findet derzeit nach Auffassung der Literatur nur unzureichend statt. Diese Unbeweglichkeit wird in der Wissenschaft häufig als eine Schwachstelle der Netzwerke in Automobilunternehmen identifiziert [PP08, S. 18].

Fazit: Die Automobilindustrie ist geprägt durch ein zunehmendes Informationsvolumen in der Produktentwicklung bei einer gleichzeitigen Verkürzung der Entwicklungszeit. Hierdurch entsteht eine starke Vernetzung der Kommunikationspartner und eine hohe Dynamik in den Informationsprozessen. Diese Zunahme der Vernetzung und der Dynamik im System „Informationsprozess“ führt zu Intransparenz, sowie fehlender Durchgängigkeit und fehlender Flexibilität im Unternehmensnetzwerk. Die Folge dieser Entwicklungen sind zunehmende Fehlerhäufigkeiten und Verschwendungen von Ressourcen, die mit erhöhten Entwicklungskosten einhergehen.

1.2 Zielsetzung & Forschungsleitende Fragen

Vor dem Hintergrund der starken Vernetzung in den automobilen Wertschöpfungsnetzwerken ist ein Forschungsbedarf zum effizienteren Management der Informationsflüsse vorhanden [ES09, S. 9 ff.]. Auf Basis der hergeleiteten Herausforderungen an die Mitarbeiter kann dieser Forschungsbedarf präzisiert werden: Es besteht eine Forderung nach mehr interner Transparenz, Durchgängigkeit und Flexibilität in den Informationsflüssen der Mitarbeiter. Einen Ansatz hierfür zu entwickeln, stellt das Ziel der vorliegenden Arbeit dar.

Das **übergeordnete Ziel** dieser Forschungsarbeit lautet somit, ein Konzept zur langfristigen Schaffung von transparenteren, flexibleren und durchgängigeren Informationsflüssen im Produktentstehungsprozess zu erstellen.

Forschungsfrage:

Wie kann die Transparenz, die Flexibilität und die Durchgängigkeit in den Informationsflüssen des Produktentstehungsprozesses analysiert und beeinflusst werden?

Für die Beantwortung dieser Forschungsfrage ist im ersten Schritt eine Aufarbeitung und Abgrenzung der relevanten Themengebiete vorzunehmen. Es gilt Ansatzpunkte zu identifizieren, die für eine Methodik zur Analyse von Informationsprozessen in der Produktentstehung hilfreich sind. Intransparente, dynamische und unübersichtliche Prozesse werden in der Literatur als „komplex“ bezeichnet [FW90, S. 14; FR95, S. 5]. Daher könnten Ansätze des Komplexitätsmanagements für die vorliegende Problematik zielführend sein. Welche Ansätze im Detail einzusetzen sind, soll durch die folgenden Teilfragen ermittelt werden:

1. Wie lässt sich eine Information beschreiben? Wie werden Informationen von den Mitarbeitern wahrgenommen und verarbeitet? Gibt es Besonderheiten zu beachten, wenn Informationen im Unternehmen betrachtet werden?
2. Welche Informationen werden in der Produktentstehung ausgetauscht? Welche Hilfsmittel werden verwendet?
3. Lässt sich das Phänomen der Komplexität wissenschaftlich erforschen? Wie nehmen Mitarbeiter dieses Phänomen wahr? Wie lässt sich Komplexität objektiv beschreiben? Wann ist es notwendig einzugreifen und welche grundsätzlichen Möglichkeiten zur Beeinflussung der Komplexität gibt es? Gibt es einen ganzheitlichen Ansatz zum Management von Komplexität in einem Unternehmen?
4. Durch welche Einflussfaktoren der Komplexität wird die menschliche Informationsverarbeitung beeinflusst? Welche dieser Einflussfaktoren besitzen das Potential, um

die Transparenz, die Durchgängigkeit und die Flexibilität in den Informationsprozessen der automobilen Produktentstehung zu erhöhen?

Anschließend ist zu untersuchen, ob in der bestehenden Literatur bereits ausreichende oder hilfreiche Methoden zur Beantwortung der Forschungsfrage bestehen. Für diese Literaturanalyse sind die folgenden Teilfragen zu beantworten:

1. Welche Ansätze bestehen in der Literatur, um die Komplexität von Informationsprozessen im PEP zu beschreiben und zu bewerten?
2. Welche Maßnahmen bestehen in der Literatur, um Transparenz, Flexibilität und Durchgängigkeit im Informationsprozess im PEP zu bewirken?

Auf Basis dieser Erkenntnisse kann die übergeordnete Forschungsfrage untersucht und eine Methodik entsprechend der Zielstellung entwickelt werden.

Die vorliegende Arbeit richtet sich an die Wissenschaft, die sich mit den Herausforderungen der Gestaltung von komplexitätsbeherrschten Informationsprozessen auseinandersetzt. Auch in der Praxis der Automobilindustrie kann die in dieser Arbeit zu entwickelnde Methodik von Bedeutung sein. Insbesondere Strategieverantwortliche auf Fachseite, die einen Verbesserungsprozess bezüglich der Informationskomplexität anstoßen möchten, können von der Methodik profitieren.

Fazit: Die Forschungsleitenden Fragen und die Festlegung der Adressaten spannen den Untersuchungsrahmen der Arbeit auf. An diesem wird sich das Vorgehen des Forschungsprozesses orientieren und abgrenzen. Auch die Struktur der Arbeit wird sich an den zwei Gruppen von Teilfragen, sowie der Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage orientieren.

1.3 Forschungsprozess und Aufbau der Arbeit

Der Forschungsprozess der Arbeit orientiert sich an den Forschungsleitenden Fragen (vgl. S. 5). Diese werden sowohl aus theoretischer als auch aus anwendungsbezogener Sicht untersucht. Hierdurch wird die Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf die Erfahrungswelt sichergestellt.

Im Nachfolgenden wird erstens beschrieben, auf welcher Wissenschaftskonzeption der Forschungsprozess aufbaut. Zweitens wird die Struktur des Forschungsprozesses aufgezeigt. Abschließend wird im dritten Schritt erklärt, wie der Aufbau der Arbeit gliedert ist.

Wissenschaftskonzeption – Die vorliegende Forschungsarbeit basiert auf der Wissenschaftskonzeption des Konstruktivismus. Sie sieht den Anspruch ihrer wissenschaftlichen Aussagen daher nicht in der Übereinstimmung mit der objektiven Realität, sondern mit der Erfahrungswelt (siehe hierzu auch [Gv99, S. 57 f.; Ame04]). Die Entscheidung für diese Grundposition wurde aufgrund der hohen Anzahl und Vielfalt von veränderlichen Elementen und Beziehungen in einem komplexen System getroffen. Hierdurch kann von einer grundsätzlichen Unbeschreibbarkeit der objektiven Realität ausgegangen werden. Die Qualität der Aussagen wird somit durch ihre Zweckmäßigkeit für die Umsetzung in der Praxis bestimmt. Weiterhin stützt sich die Forschungsarbeit auf den relational-konstruktivistischen Ansatz. Dieser vertritt die Ansicht, dass Wissen nicht das Ergebnis des Einzelbewusstseins eines Individuums ist. Es handelt sich hierbei vielmehr um ein Produkt von sozialen Beziehungen. Sprache kann somit keine objektiven Fakten vermitteln. Sie misst sich statt dessen an ihrem Potential der sozialen Wirklichkeitskonstruktion (zu diesem Gedankengang siehe [Stü99, S. 26 f.]). Für die Verfolgung des Forschungsziels bedeutet dies, dass wissenschaftliche Erkenntnisse nur auf Basis der Erfahrungswelt gewonnen werden kann. Erkenntnisse sind somit stets abhängig von den sozialen Beziehungen während der Untersuchungen. Aussagen über die Gültigkeit der Methodik können somit nur für die eingeschränkte Erfahrungswelt des Fallbeispiels getroffen werden. Auf Basis dieser Wissenschaftskonzeption kann die Struktur des Forschungsprozesses abgeleitet werden.

Forschungsprozess – Die Struktur des Forschungsprozesses stützt sich auf die drei Säulen „Theorie“, „Methodikerleitung“ und „Fallbeispiel“: Im ersten Schritt des Forschungsprozesses wird das praxisrelevante Problem identifiziert. Aufbauend auf dieser Beschreibung werden Theorien mit Bedeutung für den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess identifiziert. Hierzu werden die empirischen Grundlagenwissenschaften und die Verfahren aus den Formalwissenschaften analysiert. Hierdurch wird ein begriffliches Instrumentarium für den weiteren Forschungsprozess erarbeitet. Dieses ermöglicht die Formulierung und die empirische Erfassung der Phänomene, die zur Analyse der Problemsituation in der Praxis eingesetzt werden können. Hierbei handelt es sich um einen terminologisch-deskriptiven Forschungsschritt. Anhand dieses begrifflichen Instrumentariums kann die Methodikerleitung erfolgen. In dieser werden die relevanten Zusammenhänge erfasst und untersucht. Ebenso erfolgt in der Methodikerleitung die Ableitung von Beurteilungskriterien in einem analytisch-deduktiven Vorgehen. Nach dieser theoretischen Herleitung der Forschungsmethodik wird diese anhand eines Fallbeispiels in der Praxis validiert. Diese Struktur des Forschungsprozesses spiegelt sich ebenfalls in dem Aufbau der Arbeit wieder.

Aufbau der Arbeit – Die vorliegende Arbeit setzt sich wie in Abbildung 1.2 dargestellt aus sechs Kapiteln mit den folgenden Inhalten zusammen:

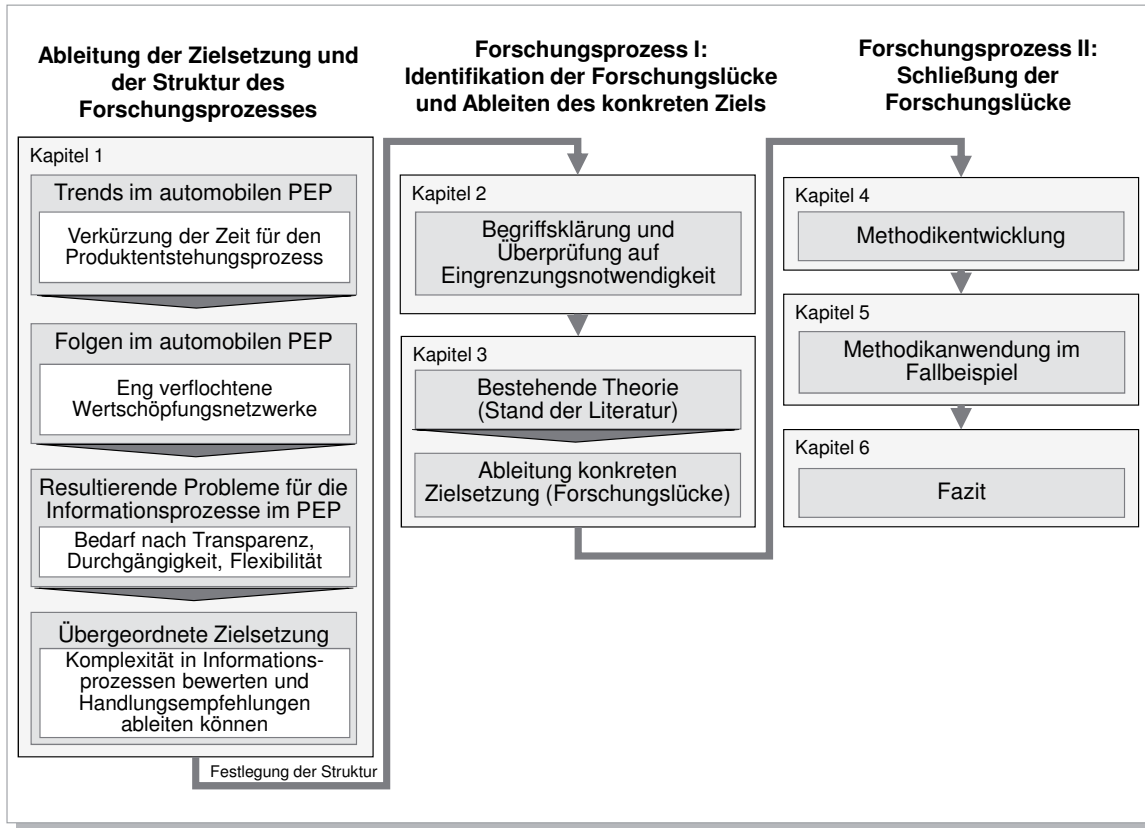


Abbildung 1.2: Forschungsprozess und Aufbau der Arbeit

Das Kapitel 1 (ab S. 1 ff.) bildet die Einleitung der Arbeit. In dieser wird auf Basis einer grundlegenden Problemstellung das Ziel und die Struktur der Forschungsarbeit abgeleitet. Es findet somit ein Bezug zwischen der Zielstellung des Forschungsprojektes und einer konkreten Problemstellung in der Praxis statt. Dieser Bezug ist notwendig, um zu gewährleisten, dass die Forschungsarbeit einen Mehrwert für die Wissenschaft erzeugt. Hierzu leitet das Kapitel 1 die Arbeit ein, indem es die Ausgangssituation zu den Trends in der Automobilindustrie beschreibt und hieraus Folgen für den automobilen Produktentstehungsprozess ableitet. Aus den Herausforderungen, die sich aufgrund dieser Folgen ergeben, wird die Problemstellung abgeleitet. Von dieser Problemstellung ausgehend, werden die allgemeine Zielsetzung und die entsprechenden Forschungsfragen abgeleitet. Auf Basis dieser Forschungsfragen erfolgt eine Ableitung des wissenschaftstheoretischen Grundverständnisses und der Struktur des Forschungsprozesses. Der vorliegende Abschluss des Einleitungskapitels gibt einen Überblick über die Vorgehensweise und den Aufbau der Untersuchung.

In Kapitel 2 (ab S. 11 ff.) werden die theoretischen Grundlagen der Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess aufgearbeitet. Das Ziel dieses Kapitels ist sowohl eine einheitliches Begriffsverständnis, als auch eine Eingrenzung des Themenstoffes. Das Kapitel 2 besteht aus vier Hauptteilen: In dem ersten Hauptteil wird das Thema der Information im Unternehmen ausführlich diskutiert. Hierbei wird auf die Definitions- und Verständnisfrage erstens des Informationsbegriffes und zweitens des Kommunikationsbegriffes eingegangen. Anschließend wird die Bedeutung von Information als wesentlicher Erfolgsfaktor im Unternehmen beschrieben. Der zweite Hauptteil beschreibt die Informationsflüsse im Produktentstehungsprozess. Hierzu werden erstens die unterschiedlichen Phasen des Informationsaustausches im Produktentstehungsprozess vorgestellt. Zweitens werden die Hilfsmittel beschrieben, die für den Informationsaustausch in der Produktentstehung eingesetzt werden. Der dritte Hauptteil des Kapitels beschreibt den allgemeinen Begriff von Komplexität und Komplexitätsmanagement. Hier wird erstens der theoretische Bezugsrahmen der Komplexität aufgezeigt, um das für diese Arbeit zugrunde liegende Systemverständnis festzulegen. Anschließend wird das Verständnis des Komplexitätsbegriffes erweitert. Dies erfolgt, indem die subjektive Wahrnehmung und die mehrdimensionale Beschreibung von komplexen Problemen aufgezeigt wird. Nachfolgend wird beschrieben, welche Ansätze zur Beeinflussung von Komplexität bereits bestehen. In dem vierten Hauptteil des Kapitel 2 wird auf dem Verständnis des Informations- und des Komplexitätsbegriffes aufgebaut. Es wird der Einfluss der Komplexität auf die menschliche Informationsverarbeitung beschrieben. Hierzu werden im ersten Schritt die einzelnen Einflussfaktoren beschrieben. Im zweiten Schritt wird abgeleitet, welche dieser Einflussfaktoren sich am besten für die Untersuchung der Forschungsfrage eignen. Hierbei wird entschieden, dass eine Methodik zum Management von Informationskomplexität das größte Potential aufweist.

In Kapitel 3 (ab S. 45 ff.) werden die bestehenden Konzepte des Managements von Informationskomplexität in der Produktentstehung vorgestellt. Weiterhin wird analysiert, ob diese Ansätze bereits ausreichen um die Forschungsfragen zu beantworten. Hierzu wird überprüft, ob die bestehenden Konzepte in der Lage sind, die Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess zu analysieren und zu managen. Direkte Maßnahmen zum Management der Informationskomplexität in der Produktentstehung konnten in der Literatur nicht identifiziert werden. Aus diesem Grund werden bestehende Komplexitätsmaße auf ihr Potential für den Bewertungsansatz und bestehende Elemente der Geschäftsprozessoptimierung auf ihr Potential für den Managementansatz untersucht. Auf Basis dieser Erkenntnisse über die bestehende Literatur kann eine Forschungslücke abgeleitet werden.

In Kapitel 4 (ab S. 67 ff.) wird eine Methodik zur anwendbaren Analyse der Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess hergeleitet. Diese Methodik soll konzeptionelle Hinweise zur Ableitung von Handlungsempfehlungen in der Praxis geben können. Die Entwicklung einer neuen Methodik ist notwendig, da die bestehende Literatur nicht ausreicht, um das Forschungsziel zu erreichen. Das Kapitel 4 leitet auf Basis der Forschungslücke eine konkretisierte Zielsetzung ab. Anhand eines allgemeingültigen logischen Schematas wird nachfolgend die Methodikstruktur hergeleitet. Anschließend werden die einzelnen Vorgehensschritte abgeleitet. Diese beinhalten die Bestimmung und Bewertung von Informationskomplexität, ebenso wie der Ableitung von Handlungsempfehlungen zum Management der Informationskomplexität.

In Kapitel 5 (ab S. 125 ff.) wird die Übertragbarkeit der Methodik auf die Praxis untersucht. Diese Überprüfung ist notwendig, da die Gültigkeit der erarbeiteten theoretischen Methodik nur durch einen Abgleich mit der erfahrbaren Realität bewertet werden kann. Im Kapitel 5 wird die Methodik für ein Anwendungsbeispiel aus der Praxis beschrieben. Diese Fallstudie findet im Industrial Engineering eines Automobilkonzerns statt.

Im Kapitel 6 (ab S. 153 ff.) findet in Form eines Fazits eine kritische Reflexion statt. Diese überprüft, ob die aufgezeigte Forschungslücke durch die geleistete Forschungsarbeit geschlossen werden konnte. Hierzu fasst das Kapitel 6 die wesentlichen Erkenntnisse der Arbeit zusammen und bewertet die entwickelte Methodik kritisch in Hinblick auf die Anforderungen aus der Problemlage in der Praxis. Das Kapitel 6 endet mit einem Ausblick für weitere Forschungsarbeiten in der Thematik der Informationskomplexität im automobilen Produktentstehungsprozess.

Fazit: Auf Basis des abgeleiteten Forschungsprozesses konnte eine Struktur für den Aufbau der vorliegenden Arbeit abgeleitet werden. Doch da die Beschreibung von etwas komplexen nur auf einer höheren Ebene der Komplexität erfolgen kann, wird dem Leser ein weiteres strukturelles Hilfsmittel zur Verfügung gestellt. Die einleitenden Zielstellungen und abschließenden Diskussionen in jedem thematischen Abschnitt sollen hierbei Transparenz schaffen. Durch sie wird jeweils der Zweck und die Vernetzung der einzelnen Themenblöcke dargestellt.

2 Grundlegende Begriffsterminologien

Im Folgenden werden die grundlegenden Begriffsterminologien zu Informationen in der Produktentstehung und zu Komplexitätsmanagement-Ansätzen diskutiert. Ziel dieser Diskussion ist es, die auf S. 5 abgeleitete erste Gruppe der Teilfragen der Forschungsfrage zu beantworten. Hierdurch soll es ermöglicht werden, die Forschungsfrage einem Wissenschaftsgebiet zuzuordnen.

2.1 Die Information im Unternehmen

Die Information ist sowohl im Alltag als auch im Geschäftsleben stetig aufzufinden und somit im allgemeinen Sprachschatz bekannt. Jedoch führt diese Häufigkeit des Auftretens und der Verwendung zu einer Vielfalt an Begriffsverständnissen.

Da für die fortlaufende Diskussion ein einheitliches Begriffsverständnis notwendig ist, wird in diesem Unterkapitel eine Abgrenzung des Informationsbegriffes vorgenommen. Für die Begriffserklärung werden Ansätze ausgewählt, die für die Beschreibung und den Umgang mit Informationsprozessen in der Produktentstehung von Bedeutung sind. Auf die Darstellung von Informationen und Informationsprozessen aus den Wissenschaftsgebieten der Physik oder der Biologie – wie beispielsweise der von Witzany diskutierte Ansatz der Kommunikation zwischen Zellen [Wit10] – wird aufgrund mangelnder Relevanz für das Thema der Informationsflüsse in der Produktentstehung verzichtet. Im Anschluss an die Begriffsabgrenzung werden die Charakteristika von Informationen im Unternehmen aufgezeigt.

2.1.1 Der Informationsbegriff

Um Information im Produktentstehungsprozess beschreiben zu können, ist es im ersten Schritt notwendig, eine einheitliche Begriffsverwendung für den Fortlauf der Arbeit festzulegen. Eine einheitliche Verwendung des Informationsbegriffes ist in der Literatur jedoch derzeit noch nicht aufzufinden [Krc05, S. 14]. Allerdings ist ein gemeinsamer Konsens über die Abgrenzung der Information zu den Begriffen der Daten und Zeichen vorhanden. Aus

diesem Grund wird im ersten Schritt eine Abgrenzung der Begriffe „Zeichen“, „Daten“ und „Information“ vorgenommen, um einen ersten Eindruck über das Wesen der Information zu verschaffen. Abbildung 2.1 verdeutlicht diese begriffliche Abgrenzung grafisch.

Die Basis aller Begriffe wird aus einem Vorrat unterschiedlicher Zeichen gebildet. Diese bestehen aus einer Menge an unterscheidbarer räumlicher oder zeitlicher Muster. Werden die Zeichen aus diesem Zeichenvorrat einer Syntax zugeordnet – wie beispielsweise bei dem Alphabet – so wird von „Daten“ gesprochen [Krc05, S. 14 f.]. Daten lassen sich definieren als:

Daten „Daten“ sind eine Menge an Zeichen, die einer Syntax zugeordnet sind [Krc05, S. 14]. Diese Zeichen müssen in einer zur technikgestützten Darstellung und Verarbeitung geeigneten Form vorliegen [Sch98, S. 24].

Diese Daten erlangen jedoch erst dann an Bedeutung, wenn sie mit zusätzlichem Kontext angereichert werden. Hierdurch erhalten sie eine Bedeutung, und somit den Status einer Information. [Krc05, S. 14 f.] Wie in der Abbildung 2.1 dargestellt, können die Zeichen „0“, „8“, „7“ und „ „ durch die Syntax des Alphabets als Daten erkannt werden. Werden diese Daten nun um den Kontext ergänzt, so erhält der Leser die Information, dass mit „0,87“ der Devisenkurs in Euro gemeint ist. Es wird somit an dieser Stelle ersichtlich, dass die Information sowohl von dem verwendeten Zeichen, als auch von der Syntax und dem Kontext abhängig ist. Auf Basis dieser formalen Aspekte der Information hat auch Schwarze einen „formalisierten“ Informationsbegriff abgeleitet [Sch98, S. 24].

Informationsbegriff, formal „Informationen“ sind aus der formalen Sichtweise „Zeichenfolgen, die aus einem Zeichenvorrat nach bestimmten Regeln erzeugt werden (Syntax), die eine abstrakte oder gegenständliche Bedeutung haben (Semantik) und die vom Sender bzw. Empfänger der Information in bestimmter Weise inhaltlich gleich interpretiert werden (Pragmatik).“ [Sch98, S. 24]

Der Zusammenhang zwischen der Syntax, der Semantik und der Pragmatik wird in dem Ansatz der Semiotik beschrieben. Hierbei handelt es sich um eine allgemeine Zeichentheorie, die sich mit allen sprachlichen und nichtsprachlichen Systemen von Zeichen befasst [GB03, S. 29]. Sie stellt eine Beziehung zwischen dem Bezeichneten, dem Zeichen und dem

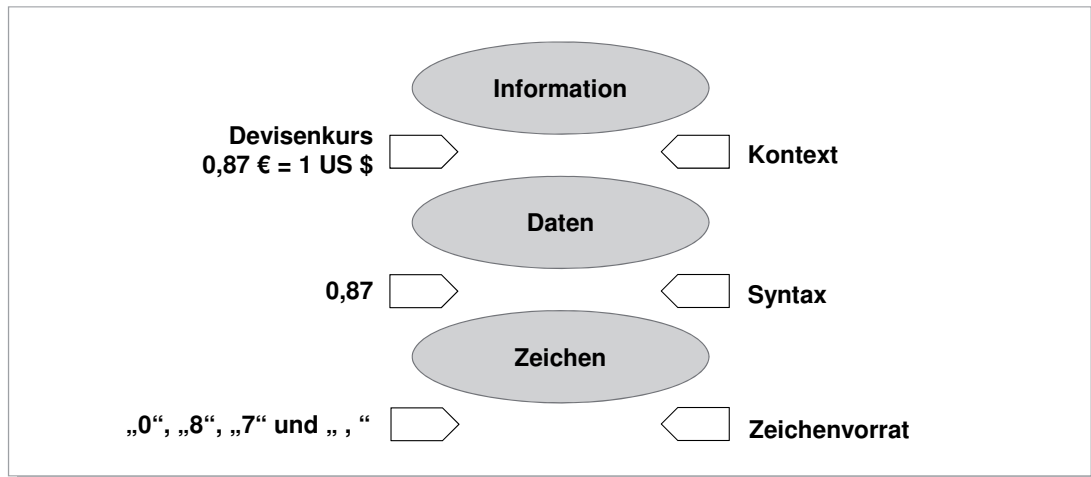


Abbildung 2.1: Beziehungen zwischen den Ebenen des formalen Informationsbegriffes [Krc05, S. 14; RK96, S. 6]

Zeichenverwender auf. [Ber75, S. 1869]. Somit werden die Daten in ihrem Inhalt und ihrer Bedeutung separat betrachtet. Der Ansatz der Semiotik ist in Abbildung 2.2 dargestellt.

Die Semiotik untersucht Zeichen und Zeichenreihen hinsichtlich der Aspekte Syntaktik, Semantik, Sigmatik und Pragmatik [Krc05, S. 14 f.].

- Die „Syntaktik“, auch Syntax bezeichnet, befasst sich mit den durch Konvention festgelegten Regeln für die Beziehungen zwischen den Zeichen eines Sprachsystems. Durch die Kombination der Zeichen können auf Basis der Konvention gültige Ausdrücke und Sätze erzeugt werden.
- Die „Semantik“ befasst sich mit der Beziehung zwischen dem Zeichen und seiner Bedeutung.
- Die „Sigmatik“ befasst sich mit der Beziehung zwischen dem Zeichen und dem bezeichneten Objekt.
- Die „Pragmatik“ befasst sich mit der Beziehungen zwischen dem Zeichen und dem Zeichenverwender. Dies beinhaltet die Absicht, welche der Sender mit der Information verfolgt.

Neben dem formalisierten Informationsbegriff, ist in der Literatur ebenfalls ein wissenschaftlicher Informationsbegriff aufzufinden. Dieser orientiert sich an einer betriebswirtschaftlichen Herangehensweise und basiert auf dem Ansatz von Wittmann, der Information als „zweckbezogenes Wissen“ beschreibt [Wit59, S. 14]. Dieser Ansatz von Wittmann war jedoch nach Aussage von Krcmar unzureichend, da in ihm erstens der Begriff des Wissens noch nicht näher beschrieben wurde und zweitens nicht festgelegt wurde, was unter der Bezeichnung „zweckbezogen“ zu verstehen ist [Krc05, S. 16].

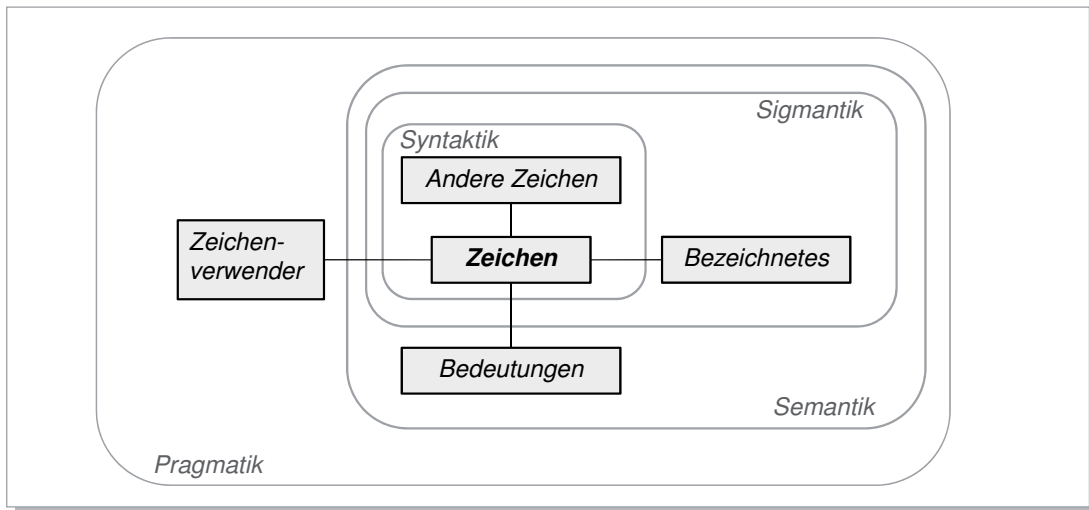


Abbildung 2.2: Übersicht der Semiotik [Ber75, S. 1869]

Der Ansatz von Schwarze erweitert den Informationsbegriff von Wittmann um diesen Aspekt des Wissens. „Wissen“ wird hierbei verstanden als:

Wissen „Wissen kann man dabei als die Gesamtheit der Kenntnisse in einem bestimmten Bereich definieren.“ [Sch98, S. 24]

Auf Basis dieses Wissensbegriffes beschreibt Schwarze Information als „mitgeteilte und aufgenommene Bestandteile von Wissen. Sie werden aus Wissen abgeleitet und sollen das Wissen eines Empfängers erweitern und/ oder aktualisieren.“ [Sch98, S. 24] Dieser Ansatz von Schwarze wäre jedoch nach der Kritik von Krcmar an Wittmann unzureichend, da in der Definition keine Angabe über die Zweckorientiertheit des Informationsaustausches gemacht wurde. Als „zweckbezogen“ beschreibt Krcmar, ist alleine jenes Wissen anzusehen, dass zur Vorbereitung von Entscheidungen oder von Handlungen bestimmt ist [Krc05, S. 16]. Dieser Aspekt ist gerade bei der Betrachtung von Informationen in einem Wertschöpfungsnetzwerk von besonderer Bedeutung. Wird dieser Gedanke von Krcmar in die Begriffsdefinition einbezogen, so lautet der wissensbasierte Informationsbegriff folgendermaßen:

Informationsbegriff, wissensbasiert Aus der wissensbasierten Sichtweise sind „Informationen“ mitgeteilte und aufgenommene Bestandteile des Wissens, die aus der Menge des Gesamtwissens abgeleitet wurden. Sie sollen das persönliche Wissen eines Empfängers erweitern und/ oder aktualisieren, um als Vorbereitung einer Entscheidung oder einer Handlung zu dienen. [Sch98, S. 24; Krc05, S. 16]

Fazit: Es konnte in der Literatur keine einheitliche Begriffsbezeichnung für die Information festgestellt werden, jedoch ein einheitlicher Konsens über die Bestandteile und die Beziehungen der Information. In den bestehenden – wenigen – Begriffsbezeichnungen der Information wurde diese sowohl formal, als auch wissensbasiert definiert. Für die vorliegende Arbeit wird nun die „Information“ im Rahmen des wissensbasierten Informationsbegriffes aufgefasst. Hierdurch kann die Information als übergeordnet und von ihrer formalen Struktur losgelöst betrachtet werden. Der formale Informationsbegriff wird in den nachfolgenden Diskussionen als „Informationseinheit“ bezeichnet, die aus einer formalen Ansammlung von Zeichen besteht. Durch diesen Ansatz kann eine einheitliche Begriffsverwendung für die nachfolgenden Kapitel sichergestellt werden.

2.1.2 Nachrichten und Kommunikation

Um die Auswirkungen von Informationsflüssen auf die Mitarbeiter beurteilen zu können, ist es notwendig, ein präzises Verständnis über die Prozesse des Informationstransfers und der Informationsaufnahme bei dem Mitarbeiter zu erlangen. Daher ist zu untersuchen, wie Informationen ausgetauscht werden.

Wie aus den Begriffsdefinitionen der Information ersichtlich wird, muss für den Informationstransfer ein Austausch von Zeichen, bzw. Wissen erfolgen. Dieser Austausch erfolgt mittels Nachrichten. Schwarze definiert Nachrichten als:

Nachrichten „Nachrichten sind Informationen in einer zur Weitergabe oder Übertragung geeigneten Form.“ [Sch98, S. 24]

Informationen müssen somit diese „geeignete Form“ erlangen, um kommuniziert werden zu können. Nicht als Nachricht bezeichnet werden kann beispielsweise eine Ansammlung codierter Zeichen, bei denen jedoch nur der Sender den Code verschlüsseln kann. Mit einer solchen Nachricht könnte keine Kommunikation vollzogen werden. Kommunikation wird hierbei definiert als:

Kommunikation „Kommunikation ist der Austausch von Nachrichten zwischen Menschen zwischen Mensch und Maschine oder zwischen Maschinen.“ [Sch98, S. 24]

Innerhalb der Kommunikation sind mehrere Phasen zu durchlaufen. Diese sind in Abbildung 2.3 dargestellt. In diesem „Kommunikationssystem“ liegt eine Situation vor, in der ein Sender einen Bestandteil seines Wissens an einen Empfänger übermittelt, welcher hierdurch

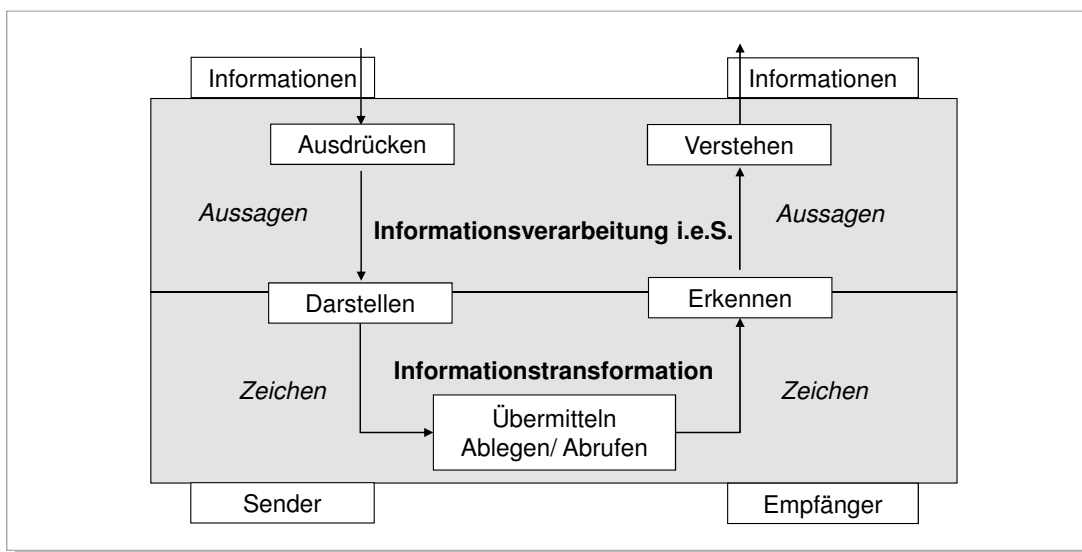


Abbildung 2.3: Phasen der Kommunikation [GB03, S. 38]

den Bestand seines Wissens vergrößert. Sowohl der Sender als auch der Empfänger besitzen ein Subsystem, welches ihre Wissensbestandteile als Elemente umfasst. [Sch98, S. 24] Somit besteht Kommunikation in dem vorliegenden Sinne nicht nur aus der Informationsweitergabe. Sie beinhaltet ebenfalls die Phasen der Informationsaufnahme, -speicherung und -verarbeitung. [GB03, S. 38 f.]

Der Wissenstransfer zwischen dem Sender und dem Empfänger erfolgt bei jeder der beteiligten Personen in drei zusammengehörenden Teilprozessen. Bei der sendenden Person handelt es sich hierbei im ersten Prozessschritt um die Absicht, einen Bestandteil des Wissens weiterzugeben. Der zweite Prozessschritt ist der begriffliche Denkprozess, in welchem die sendende Person versucht, den Wissensbestandteil inhaltlich verständlich in eine Aussage umzuwandeln. Der dritte Prozessschritt beinhaltet die ausführende Handlung, in welcher der Sender die Aussage in eine aus Zeichen bestehende Nachricht umwandelt. Nach der Übermittlung oder dem Ablegen und Abrufen der Nachricht erreicht diese die empfangende Person. Auch bei dem Empfänger verläuft die Kommunikation in drei zusammengehörigen Teilprozessen. Im ersten Schritt versucht er, innerhalb der Zeichen eine Aussage zu erkennen. Der zweite Prozessschritt hat zum Ziel, durch eine Interpretationsleistung zu begreifen, welche Information in der Aussage enthalten ist. Der dritte gedankliche Prozessschritt von der empfangenden Person ist es, zu erkennen, was die Information bezwecken soll. [GB03, S. 38 f.] Der Kommunikationsprozess ist abgeschlossen und vollständig, wenn der Wissensbestandteil mitgeteilt und aufgenommen wurde [Sch98, S. 24].

Der Denkprozess zur Umwandlung von Wissen in Aussagen und wiederum von Aussagen in Wissen, kann als gedanklicher Akt der menschlichen Informationsverarbeitung im engeren Sinn beschrieben werden.

Fazit: Anhand dieser Ansätze aus der Literatur konnte festgestellt werden, dass der Austausch von Informationen von einer Vielzahl von Variablen abhängt. In dem Prozess, eine Information in Zeichen umzuwandeln, diese zu transferieren und anschließend wieder in eine Information zurück zu wandeln, kann eine Vielzahl von Störungen auftreten. Dieser Ansatz wird in der nachfolgenden Diskussion von Bedeutung sein, wenn untersucht wird, in welchen Phasen der Informationsverarbeitung Komplexität zu Problemen führen kann.

2.1.3 Besonderheiten von Information im Unternehmen

Damit Informationen im Unternehmen untersucht und verändert werden können, ist es notwendig zu wissen, ob es Spezifika gibt, die hierbei beachtet werden müssen.

Eine der grundlegenden Sichtweisen der Information in der aktuellen Diskussion der Literatur ist die Betrachtung der Information als Produktionsfaktor. Auslöser dieser Diskussion ist, dass Information die Grundlagen jeden ökonomischen und auch nichtökonomischen Handelns ist. Diese kann sich in einem Unternehmen beispielsweise auf Personen, Prozesse oder auch Preise beziehen. [Sch98, S. 29] Die vielfältigen Informationen können als Inputfaktoren für materielle und immaterielle Mittel und Leistungen gesehen werden, welche an der Bereitstellung von Gütern mitwirken [Wit82; Ker92]. Dies entspricht den Charakteristika eines Produktionsfaktors [Gut83, S. 2ff.]. Aus diesem Grund wird die Information als Produktionsfaktor im Unternehmen angesehen.

In der Abbildung 2.4 ist ein Informationsproduktionsprozess (kurz: Informationsprozess) dargestellt. Sein wichtigster Input und Output sind Informationen. Zusätzlich zu diesen Informationen mit „Objektcharakter“ existieren im Informationsprozess Informationen mit „Ressourcencharakter“. Diese werden im Produktionsprozess entweder als Betriebsmittel oder als geistige Arbeitsleistung eingesetzt. [Sch98, S. 36 f.]

Gegenüber dem materiellen Gut besitzt Information als Produktionsgut einige typische Eigenschaften, die von Pietsch zusammen gestellt wurden [PMK98, S. 14 ff.]. Diese sind im Anhang A.1 nachzulesen. Gerade die von Pietsch genannte leichte Teilbarkeit, die niedrigen Vervielfältigungskosten und die leichte Logistik der Informationen sorgen im Unternehmen einerseits für eine schnelle Verbreitung der Information und daher für ein hohes Datenvolumen, andererseits sorgen aber eben diese Aspekte im Zusammenhang mit den schwierigen

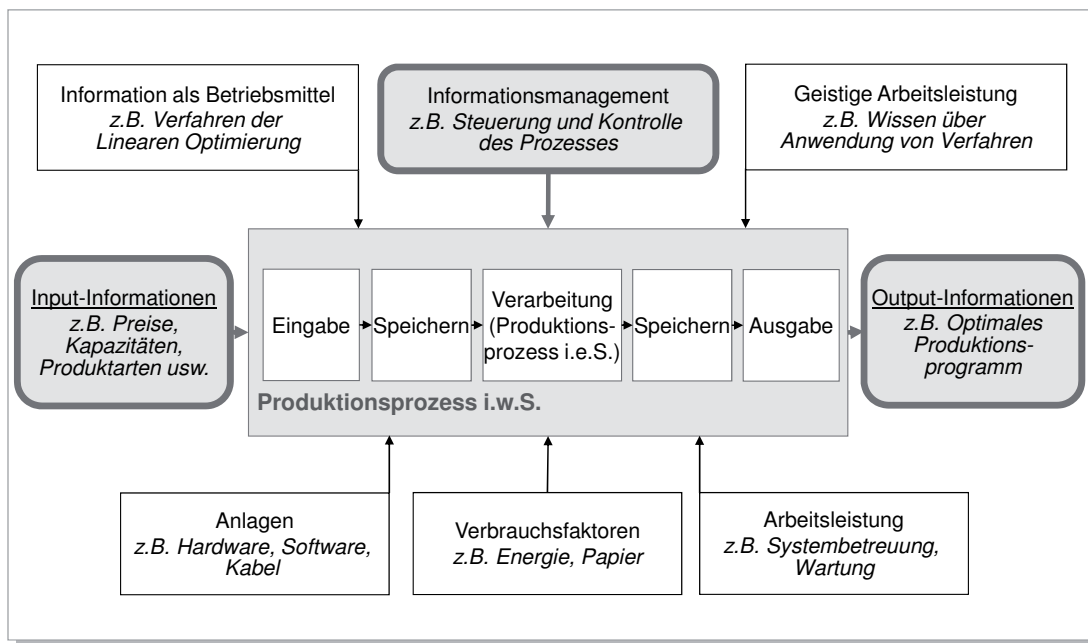


Abbildung 2.4: Schema eines Informationsproduktionsprozesses, eigene Darstellung in Anlehnung an [Sch98, S. 35 f.]

Schutzmöglichkeiten zu einer Abkapselung und zu Intransparenz in den Informationsprozessen. Dies sind erste Kennzeichen der Problematik bezüglich der Komplexität von Informationen im Unternehmen.

Fazit: Die Ausführungen haben aufgezeigt, dass die Information im Unternehmen erstens ein produziertes Gut ist und zweitens eine Ressource für den Wertschöpfungsprozess darstellen kann. Sowohl als Produktionsgut, als auch als Ressource sind hierbei die besonderen Spezifika der Information, wie beispielsweise die schlechte Zählbarkeit aufgrund fast beliebiger Teilbarkeit, zu beachten. Aufbauend auf diesem Verständnis wird nachfolgend unter dem Begriff des „Informationsprozesses“ die integrative Sichtweise der Produktion von Information als Produktionsgut, unter der Verwendung von Information als Hilfsmittel gesehen.

2.2 Informationsprozesse in der Produktentstehung

Wie bereits aus den Erläuterungen zur Information im Unternehmen ersichtlich, können Informationen sehr unterschiedlicher Art und Bestimmung sein. Daher ist es notwendig zu untersuchen, welche Informationen mit welchem Zweck in den Phasen des Produktentstehungsprozesses ausgetauscht werden. Weiterhin ist es für die nachfolgenden Betrachtungen notwendig zu wissen, welche Hilfsmittel für den Informationsaustausch eingesetzt werden. Diese Hilfsmittel könnten eine entscheidende Rolle bei der Schaffung von Transparenz, Durchgängigkeit und Flexibilität in den Informationsprozessen einnehmen. Die Beschreibung der Phasen und Hilfsmittel in den Informationsprozessen der Produktentstehung wird in den nachfolgenden Kapiteln vorgenommen.

2.2.1 Phasen des Informationsaustausches in der Produktentstehung

Um zu beschreiben, welche Informationen innerhalb der Produktentstehung in der Automobilindustrie ausgetauscht werden, ist es ratsam, die einzelnen Phasen von der ersten Idee zu einem Fahrzeug bis hin zu dem Produktionsstart des ersten Serienproduktes (kurz: SOP) nacheinander zu betrachten. Diese Phasen werden von dem Produktentstehungsprozess (kurz: PEP) beschrieben. Dieser besteht aus drei Phasen: der Produktplanung, der Produktkonstruktion und der Produktionsvorbereitung. Zwischen diesen Phasen ist ein zeitnahe und vollständiger Informationsaustausch zu gewährleisten.

Die Phasen des Informationsaustausches in der Produktentstehung sind in Abbildung 2.5 dargestellt. Idealerweise lässt sich der Informationsfluss im PEP folgendermaßen beschreiben: Die Produktplanung bildet die erste Phase des Produktentstehungsprozesses. Diese erhält aus der Marktforschung die Information, dass ein Bedarf zur Entwicklung eines Fahrzeuges besteht. Die Produktplanung beschreibt auf Grundlage dieser Information die Produktideen anhand ihrer Funktionen [VDI79, S. 23]. Diese werden in einen Fahrzeugsteckbrief, dem vorläufigen Lasten-/Pflichtenheft, eingetragen [Tie03, S. 50 ff.]. Der Steckbrief bildet nun die Eingangsinformation für die nachfolgende Phase, die Produktkonstruktion. In dieser werden durch Konzeption, Design, Ausarbeitung und Prototypenherstellung die Informationen erarbeitet, die zur Herstellung und Nutzung eines Produktes notwendig sind [VDI93, S. 40; Fre01, S. 2, 54]. Das Ergebnis dieses Vorgangs ist eine geometrische und funktionale Beschreibung der Lösung, die als Eingangsinformation für die dritte Phase, die Produktionsvorbereitung, dient. Die Produktionsvorbereitung beinhaltet die Prozesse Fertigungs-, Montage- und Prüfplanung, in denen die Definition aller noch fehlenden fertigungsrelevanten Eigenschaften eines Produktes vorgenommen wird [Fre01, S. 2, 55]. Die Ausgangsinfor-

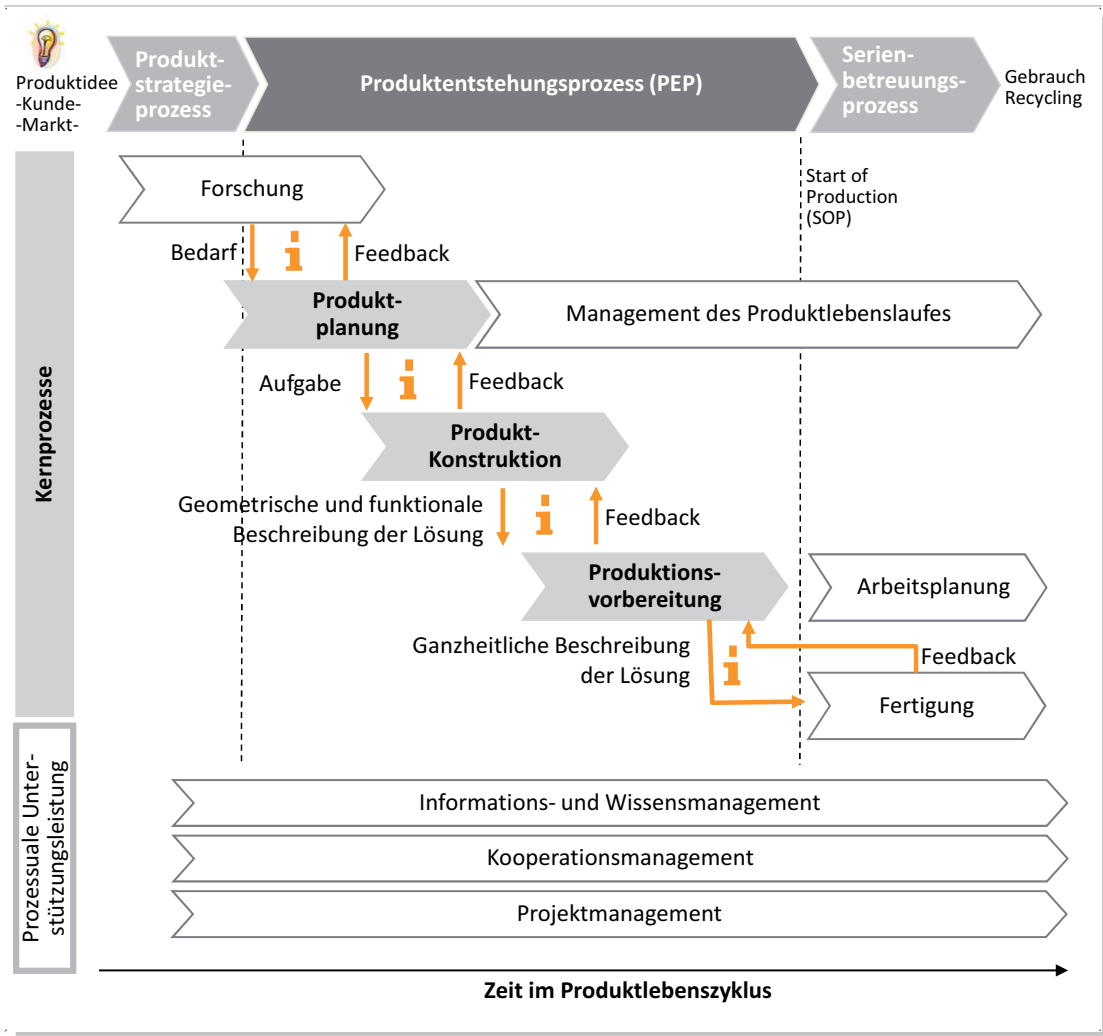


Abbildung 2.5: Kern- und Unterstützungsprozesse in der Produktentstehung nach [Fre01, S. 50 ff.; Wes06, S. 118; Tie03, S. 51; Pic07, S. 24; ES09, S. 9]

mation an die Fertigung ist eine ganzheitliche Beschreibung der Lösung, die den eingangs definierten Informationsbedarf deckt.

Die im vorhergehenden Absatz beschriebenen Verfahren zum Informationsaustausch innerhalb des Produktentstehungsprozesses suggerieren, dass ein monodirektionaler Informationsfluss vorliegt. Dies wird zwar häufig in der Literatur derartig dargestellt, entspricht jedoch nicht den realen Verhältnissen innerhalb der Produktentstehung. Wie bereits einige Autoren erkannt haben, handelt es sich innerhalb des Produktentstehungsprozesses um bidirektionale Informationsflüsse [Pic07, S. 24; GHKS06, S.29]. Durch die Überlappung der einzelnen Phasen – die im Sinne des Simultaneous Engineering beabsichtigt sind – existieren phaseninterne und phasenübergreifende Iterationsschleifen in den Informationsflüssen. Diese dienen der kontinuierlichen Verbesserung des Produktes und der Produktionsmöglich-

keiten. [VDI93, S. 11] Weiterhin liegen in den Phasen häufig unterschiedliche Konkretisierungsstufen vor. Hierdurch werden Rückfragen oder die Abgabe vorerst geschätzter Daten erforderlich. [Sch02, S.48] Auch dies führt zu Iterationsschleifen in den Informationsflüssen des Produktentstehungsprozesses.

Fazit: Entlang der Phasen des Produktentstehungsprozesses konnte aufgezeigt werden, welche Eingangs- und Ausgangsinformationen in diesem Prozess ausgetauscht werden. Für jeden dieser in Abbildung 2.5 dargestellten Phasen steht nun aufgrund der verkürzten Modellzyklen weniger Zeit für die Erarbeitung und den Austausch der Informationen zur Verfügung. Es wird somit auf Basis dieses Unterkapitels ersichtlich, dass ein hohes Informationsvolumen in einer kurzen Zeit erarbeitet und ausgetauscht werden muss.

2.2.2 Einsatz von Hilfsmitteln

Um in kürzester Zeit ein hohes Informationsvolumen erarbeiten und austauschen zu können, werden in der Automobilindustrie sehr intensiv rechnerunterstützte Systeme eingesetzt. Ein Beispiel hierfür ist der strategische Einsatz von Informationstechnologie (kurz: IT) in der „Digitalen Fabrik“. In dieser wird das Ziel verfolgt, über alle Phasen des Produktentstehungsprozesses die einmal erzeugten Daten des gesamten Prozesses durchgängig und vollständig in digitaler Form verfügbar zu haben. [ES05, S. 9; Tri02, S. 1 ff.]

In Abbildung 2.6 sind in einem technologischen Gesamtmodell die idealtypischen Systeme in der Fahrzeugentwicklung aufgezeigt. Diese ermöglichen einen durchgängigen Datenaustausch entlang der Prozesskette, von der Vorentwicklung bis zur Nutzungsphase. Als Grundlage für das unternehmens- und prozessübergreifende Datenmanagement dienen Engineering Data Management-Systeme (kurz: EDM). Innerhalb der Fahrzeugentwicklung werden mit Hilfe von numerischen Simulationsprogrammen (Computer-Aided Engineering, kurz: CAE) Funktionsmodelle des Fahrzeuges erstellt, mit rechnerunterstützten Gestaltungs-Systemen (Computer-Aided Styling, kurz: CAS) gestylt und mit Konstruktions-Technologien (Computer-Aided Design, kurz: CAD) in den einzelnen Bauteilen ausgestaltet. Eine wirklichkeitsgetreue Abbildung des Fahrzeuges kann anschließend in digitalen Versuchsmodellen, sogenannten „Digital Mock-Ups“ (kurz: DMU), erfolgen. Die Betriebsmittel- und die Produktionsprozessentwicklung können ebenfalls an dieses durchgängige Datenmodell angeschlossen werden. [Tie03, S. 119; SBM⁺06, S. 7 f.]

Obwohl die IT-Systeme die Kommunikationsprozesse in dem Entwicklungsnetzwerk unterstützen sollen, ergeben sich nach Josef Schöttner für die Datenverarbeitung drängende Probleme durch eine steigende Datenflut, mangelnde Daten- und Prozesstransparenz und

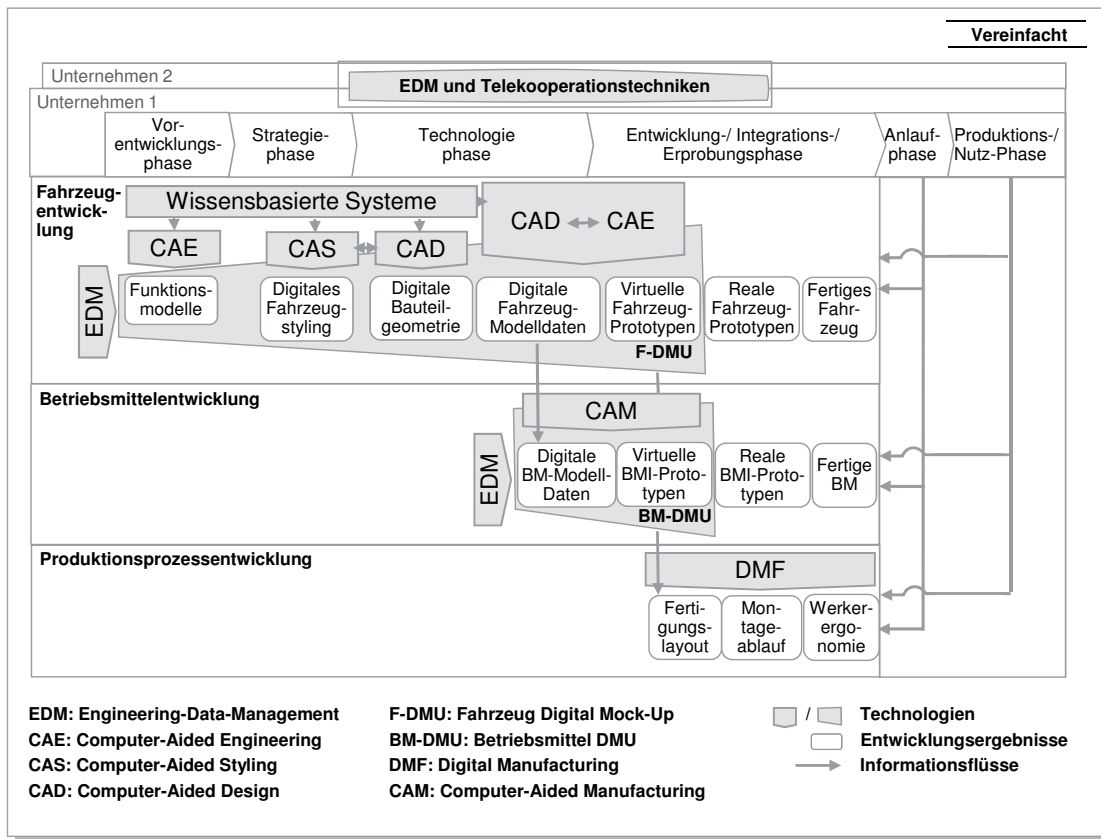


Abbildung 2.6: Technologisches Gesamtmodell [Tie03, S. 119]

unzureichende Systemintegration [Sch99, S. 26 ff.]. Um das Hilfsmittel „IT“ für die hohe Vernetzung in der Kommunikation effektiv einsetzen zu können, ist nach Auffassung von Eigner und Stelzer ein methodischer und organisatorischer Wandel notwendig. In diesem sind eine frühzeitige Einbindung aller Wissens- und Entscheidungsträger in den PEP, eine vollständige Integration aller Disziplinen und Mitarbeiter im Netzwerk, sowie eine Durchgängigkeit von Zugriffsmöglichkeiten zu erschaffen. [ES09, S. 18]

Fazit: Es konnte festgestellt werden, dass alle Phasen des Produktentstehungsprozesses durch Software als Hilfsmittel unterstützt werden. Jedoch wird auch ersichtlich, dass diese nur effizient helfen können, wenn die IT-Systeme untereinander vernetzt sind. Wie aus den Kommentaren von Schöttner ersichtlich wird, ist dies jedoch häufig nicht der Fall, so dass sie Transparenz und Durchgängigkeit in den Informationsprozessen verhindern, statt sie zu unterstützen. Dieser wesentliche Aspekt sollte in dieser Arbeit bei der Entwicklung der Methodik bedacht werden.

2.3 Der allgemeine Begriff von Komplexität und Komplexitätsmanagement

Das Phänomen „Komplexität“ ist in vielen Bereichen der Wissenschaft vertreten. Aus diesem Grund wird im ersten Schritt eine Eingrenzung des theoretischen Bezugsrahmens vorgenommen und dabei untersucht, inwieweit sich das Phänomen der Komplexität wissenschaftlich erforschen lässt. Anschließend wird der Komplexitätsbegriff vorgestellt. Hierauf aufbauend wird der Umgang mit komplexen Problemen beschrieben. Hierzu wird das Phänomen der Komplexität aus zwei Sichtweisen beschrieben: erstens als konkretes Problem in komplexen menschlichen Entscheidungssituationen und zweitens als ein abstrahiertes Merkmal zur Beschreibung von komplexen Objekten. Abschließend werden Handlungsstrategien des Komplexitätsmanagements in Organisationen vorgestellt. Durch diese Wissensbasis soll es nachfolgend ermöglicht werden, eine Transformation dieser Kenntnisse auf das Themenfeld der Komplexität in den Informationsprozessen vorzunehmen.

2.3.1 Theoretischer Bezugsrahmen der Komplexitätsbetrachtung

Um Komplexität in einer Methodik zu analysieren, ist vorab festzulegen, in welchem Wissenschaftsgebiet es am besten möglich ist, die Komplexität in den Informationsprozessen der Produktentstehung zu erforschen. Aus diesem Grund wird nachfolgend eine Einordnung der betrachteten Thematik in die wissenschaftlichen Anwendungsgebiete vorgenommen.

Der theoretische Bezugsrahmen des Komplexitätsbegriffes setzt sich aus unterschiedlichen Bereichen der wissenschaftlichen Forschung zusammen. Vor allem die Naturwissenschaften – wie die Physik, Chemie, Biologie und Mathematik – haben sich intensiv mit der Theorie komplexer Systeme und Strukturen befasst [SS06; Sch60, S. 1947]. Für die Forschungsmethodik in dieser Arbeit wird die Systemtheorie aus dem Bereich der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften als Bezugspunkt gewählt. Diese Wissenschaftsdisziplinen erforschen das Phänomen der Komplexität in der Gesellschaft und im Unternehmen. Im Bereich der Philosophie und Sozialwissenschaften ist der Ansatz der „Methodik des vernetzten Denkens“ nach Gomez, Ulrich und Probst [UP01; GP95] und die Betrachtung der „Komplexität sozialer Systeme“ nach Luhmann in [Luh68] als wesentliche Grundsätze zu erkennen. In den Wirtschaftswissenschaften prägt der von Malik entwickelte Ansatz zur „Strategie des Managements komplexer Systeme“ [Mal89]. Diese drei Ansätze bilden den Bezugsrahmen für die vorliegende wissenschaftliche Arbeit.

Das dieser Arbeit zugrunde liegende Systemverständnis ist die Systemtheorie, welche das Unternehmen als komplexes System auffasst. In der Praxis ist das konstruktivistisch-technomorphe Systemverständnis weit verbreitet. In diesem wird die Organisation mit der Metapher einer sozialen Maschine verglichen, die bis ins kleinste Detail geplant ist und über die eine vollständige Informationsgrundlage besteht. Für dieses rationale Handeln und planvolle Vorgehen ist eine vollständige Informationsgrundlage vorausgesetzt. [Mal89, S. 38 ff.] Die Verfügbarkeit von vollständigen Wissen ist jedoch begrenzt und daher ist solch ein strikt analytisches Vorgehensschema nicht geeignet, um komplexe Systeme zu beschreiben [RMSE00, S. 63; Ser91, S. 103; Mal89, S. 45]. Es würde nur zu einer Verlagerung der Komplexität und höchstens kurzfristigen Effizienzvorteilen führen, die jedoch auf Kosten langfristiger Stabilität erzielt würden [LF97, S. 313, und die dort verwiesene Literatur].

Daher wird für diese Arbeit das systemisch-evolutionäre Systemverständnis zugrunde gelegt. Dieses beschreibt die Organisation mit der Metapher eines lebendigen Organismus, welcher sich aufgrund von selbstgenerierenden Entwicklungsprozessen nicht selber gezielt beeinflussen kann. Übertragen auf sozioökonomische Systeme bedeutet dies, dass es sich bei einer sozialen Organisation um das Resultat menschlichen Handelns handelt, welche nicht unbedingt auf Planung zurückzuführen sind. [Mal89, S. 39 f.] Der evolutionäre Ansatz ist nach Malik somit darauf gerichtet, „Methoden zu erforschen, die erfolgreiches Verhalten gerade unter der sehr gravierenden Bedingung des Mangels an Einsicht, Wissen, Information und Verständnis der Zusammenhänge – kurz unter der Bedingung hoher Komplexität ermöglicht“ [Mal89, S. 255]. Somit ist für das Komplexitätsmanagement auf dem systemisch-evolutionären Ansatz die Selbstorganisation und das Verständnis der veränderlichen Wirkungsverläufe eine notwendige Voraussetzung, ebenso wie das Vorherrschen eines ganzheitlichen Denkens, das die Beschränkung in der Gestaltung und Lenkung komplexer Systeme anerkennt. Aus Sicht der Systemtheorie kann somit davon ausgegangen werden, dass quantitative Forschungsmethoden nur in Grenzen reale Sachverhalte in komplexen Systemen erfassen können. Dieser Gedankengang wird von Stüttgen ausführlich erläutert [Stü99, S. 27].

Fazit: Für den Forschungsprozess hat dieses Systemverständnis die weitreichende Konsequenz, dass sich Komplexität in Informationsflüssen der Produktentstehung zwar erforschen lässt, jedoch nicht als die Komplexität eines technischen, sondern die eines sozialen „evolutionären“ Systems. Eingreifende Maßnahmen können somit nicht zur Steuerung, sondern nur zur Lenkung der Komplexität entwickelt werden. Weiterhin zeigt das Systemverständnis die Notwendigkeit einer qualitativen Untersuchung auf.

2.3.2 Subjektive Wahrnehmung von komplexen Problemen

Entscheidend für die Zielstellung dieser Arbeit ist es, dass eine vom Mitarbeiter wahrgenommene Komplexität reduziert wird. Deshalb wird nachfolgend anhand bestehender Literatur aufgezeigt, was Menschen als Komplexität wahrnehmen und welche Einflussfaktoren hierfür eine bedeutende Rolle spielen.

Die Wahrnehmung in komplexen Situationen wird oftmals intuitiv durch die Merkmale „Unverständlichkeit“, „Schwierigkeit“ und „Unvorhersagbarkeit“ des Systems beschrieben. Diese Begriffe reflektieren nach Auffassung unterschiedlicher Autoren den Problemcharakter der Komplexität. [Fis90, S. 14; FR95, S. 5]

Der Ansatz des Wahrnehmens von Komplexität als ein „Problem“ wird von der kognitiven Psychologie aufgegriffen. Diese beschäftigt sich mit dem Verhalten von Personen in komplexen Entscheidungssituationen. Innerhalb der kognitiven Psychologie wird postuliert, dass die Beschreibung von komplexen Problemen von der individuellen problemspezifischen Sichtweise, den Vorkenntnissen und der Informationsverarbeitungskapazität des Betrachters abhängig ist. [Luh80, Sp. 1064; Dör03, S. 61; Hög95, S. 24 und die dort angegebene Literatur] Jede Person nimmt somit die Komplexität von Problemen unterschiedlich wahr. Einem Problem steht nach der Auffassung von Ehrlenspiel ein Mensch dann gegenüber, wenn er nicht weiß, wie er einen unerwünschten Anfangszustand in einen erwünschten Zielzustand überführen soll [Ehr07, S. 52]. Diese Problemsituation kann entsprechend dem Konzept von Weaver [Wea48, S. 536 ff.] in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Probleme organisierter Einfachheit – Sie besitzen eine überschaubare Anzahl und Vielfalt an Variablen, sowie klar definierte Beziehungen und Ziele.
- Probleme unorganisierter Komplexität – Sie beinhalten eine sehr große Anzahl und Vielfalt an Variablen und Beziehungen, sowie zufallsbestimmte Interaktionen der Variablen.
- Probleme organisierter Komplexität – Sie besitzen eine sehr große Anzahl und Vielfalt an Variablen und Beziehungen. Die Interaktionen der Variablen in dieser Kategorie sind verschiedenartig und weisen Ordnungsmuster und Abhängigkeiten auf. Somit ist die Interaktion nicht zufällig.

In den nachfolgenden Diskussionen dieser Arbeit beziehen sich die Diskussionen auf die Probleme organisierter Komplexität. Nur für diese bestehen die Notwendigkeit und die Möglichkeit zur Schaffung von Transparenz, Durchgängigkeit und Flexibilität im System.

Die Wahrnehmung von Problemen organisierter Komplexität ist nach Auffassung von Ehrlenspiel aufgrund der Eigenschaften der Gedächtnis- und Denkformen mehreren Herausforderungen gegenüber gestellt [Ehr07, S. 68 ff.]. Die erste Herausforderung liegt in der mangelnden Funktionalität des menschlichen Gedächtnisses bei der Wahrnehmung komplexer Probleme. Das menschliche Gehirn kann aufgrund der kleinen Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses komplexe Vorgänge und räumliche Strukturen nur sehr eingeschränkt parallel bearbeiten. Zukünftige Abläufe können sogar nur linear bearbeitet werden. Die zweite Herausforderung ist, dass das Nachvollziehen komplexer, logischer Aufgaben erschwert wird, wenn der Mitarbeiter nur über wenig ausgeprägte Fähigkeiten des abstrakten und logischen Denkens verfügt. Er kann die notwendigen abstrakten Denkprozesse dann nur sehr schwer ausüben und den komplexen Sachverhalt nur in Verbindung mit anschaulichen Beispielen nachvollziehen. Die dritte Herausforderung in der Wahrnehmung von komplexen Problemen liegt darin, dass Menschen oft zu einer Aufwands- und Zeitminimierung tendieren. Sie vereinfachen die komplexen Prozesse dann derart, dass sie Einflussgrößen und Abhängigkeiten vernachlässigen und lineare – meist statische – Betrachtungen vornehmen. Auch ein Verharren in Denkpositionen und eine Nichtbetrachtung von Alternativen können erfolgen. Dies kann zu emotionalen und unkontrollierten Entscheidungen führen. Eng verbunden hiermit ist die vierte Herausforderung: der Drang zur Sicherheitsmaximierung bei der Wahrnehmung in komplexen Situation. Dieses „abgesicherte Denken“ erfolgt auf Basis bereits vorhandener Erfahrungen und wird gegen jegliche Kritik verteidigt. Hierdurch soll die Gefahr eines Misserfolges gesenkt werden. [Ehr07, S. 68 ff.]

Fazit: Wie sich aus diesem Abschnitt gezeigt hat, wird Komplexität stets durch den Betrachter individuell wahrgenommen. Die genannten Herausforderungen in der Wahrnehmung von Problemen organisierter Komplexität stellen einen wichtigen Aspekt bei der Ableitung von Maßnahmen zur Senkung der wahrgenommenen Komplexität dar.

2.3.3 Der Komplexitätsbegriff

Damit komplexe Probleme beschrieben werden können, ist es aufgrund der vorab hergeleiteten Subjektivität der Komplexität notwendig, einen fachübergreifenden und von Betrachter unabhängigen Begriff zu verwenden.

Eine einheitliche Begriffsdefinition der Komplexität wird in der Literatur jedoch nicht verwendet. Dieser Auffassung stimmen ebenfalls andere Autoren zu, wie beispielsweise Reiß oder Nicolis und Prigogine. Auch diese sind der Auffassung, dass die Komplexitätsphänomene durch eine Vielfalt von Begriffen geprägt sind [Rei93a, S. 55; NP87, S. 58]. Nicolis

und Prigogine schreiben hierzu: „Komplexität ist einer jener Begriffe, deren Definition ganz wesentlich mit zu den Problemen gehört, die er aufwirft“ [NP87, S. 58]. Trotz dieser Begriffsvielfalt und -komplexität soll in dem vorliegenden Kapitel der Versuch einer Begriffsbestimmung unternommen werden.

In der Diskussion auf S. 23 wurde festgelegt, dass die Komplexität in dieser Arbeit im Rahmen der Systemtheorie betrachtet wird. Auf Basis der Systemtheorie kann nach Ansicht von Luhmann eine Behandlung des Komplexitätsphänomens auf Objektebene erfolgen, die von dem individuellen Betrachter unabhängig ist. Sie erlaubt nach Auffassung von Luhmann eine fachübergreifend einheitliche Behandlung des Komplexitätsphänomens [Luh80, Sp. 1064]. Nach Höge können Systeme durch einen objektstrukturbezogenen und einen objektverhaltensbezogenen Ansatz beschrieben werden [Hög95, S. 5 ff.].

Die objektstrukturbezogene Beschreibungsform bezieht sich auf die Elemente und Relationen des vorliegenden Systems, ebenso wie deren Kombinatorik [Hög95, S. 5 ff.]. Luhmann fasst die objektstrukturbezogenen Dimensionen des Komplexitätsphänomens zusammen als die Anzahl der Elemente, die Anzahl der Relationen zwischen den Elementen und die Verschiedenartigkeit dieser Relationen [Luh80, Sp. 1064 f.].

Die objektverhaltensbezogene Beschreibungsform bezieht sich auf die objektiven Auswirkungen komplexer Systeme [Hög95, S. 5 ff.]. Es wird somit das objektiv beobachtbare Verhalten – und somit Zustandsänderungen eines Systems – beschrieben. Die Fähigkeit der Systeme, diese Zustandsänderungen durchführen zu können, wird in der Literatur teilweise als ein Indikator für die Komplexität des Systems verwendet. Als statistisches Maß der Änderungsfähigkeit wird hierbei die Varietät des Systems verwendet. Diese wird durch das Potential unterscheidbarer Zustände bzw. Verhaltensweisen des Systems beschrieben. [Mal89, S. 197; Sch60, Sp. 1947] Höge bezeichnet in seiner Arbeit den Änderungsgrad der Systemzustände als „Systemdynamik“ [Hög95, S. 23]. Die Dynamik beschreibt die Art des zeitlichen Verhaltens des Systems. Sie ist abhängig von der zu Grund gelegten Zeitdauer und dem Zeitmaßstab der Messung. Nach Trippner lässt sich die Dynamik eines Systems konkret beschreiben durch die Häufigkeit, den Verlauf und das Ausmaß von Veränderungen im System [Tri02, S. 9].

Dieser Einbezug der Dynamik in die Komplexitätsbetrachtung stimmt mit dem Ansatz von Ulrich und Probst überein, die in ihrer Arbeit die Komplexität eines Systems durch die zwei Elemente Kompliziertheit und Dynamik bestimmen [UP01]. Unter Kompliziertheit wird hierbei die Vielzahl und die Vielfalt der Elemente und Relationen eines Systems verstanden.

Aus der Kompliziertheit und der Dynamik eines Systems leiten Ulrich und Probst vier grundlegende Systemtypen ab [UP01, S. 61]. Diese sind in Abbildung 2.7 dargestellt. Einfache Systeme bestehen nur aus wenigen Elementen und Relationen. Die Wirkungsverläufe innerhalb dieser Systeme sind meist gleich, daher besitzen einfache Systeme meist nur geringe Variationen in ihren Verhaltensweisen. Dagegen bestehen komplizierte Systeme aus einer Vielfalt an Elementen und Relationen, die jedoch in Ihren Verhaltensweisen weitgehend determiniert sind. Komplexe Systeme lassen sich nach Ulrich und Probst, ebenso wie nach Kirchhoff, in „relative komplexe Systeme“ und „äußerst komplexe Systeme“ unterscheiden. Die „relativ“ komplexen Systemen beinhalten wenige Elemente und Relationen, die jedoch stark veränderliche Verhaltensweisen aufzeigen. Dennoch sind diese Systeme aufgrund der geringen Anzahl an Elementen und Relationen noch beschreibbar. [UP01, S. 61; Kir03, S. 19] Statt der Verwendung des unscharfen Begriffes „relativ“ werden diese Systeme jedoch nachfolgend mit dem Begriff „beschreibbare komplexe Systeme“ bezeichnet. Die von Ulrich, Probst und Kirchhoff als „äußerst komplex“ bezeichneten Systeme verfügen über sehr vielfältige Wirkungsverläufe und Verhaltensmöglichkeiten [UP01, S. 61; Kir03, S. 19]. Auch hier wird im Sinne der eindeutigen Begriffsverwendung die Bezeichnung „unbeschreibbare komplexe Systeme“ verwendet. Insgesamt ist bei der Darstellung dieser vier Systemtypen zu beachten, dass deren Grenzen fließend ineinander übergehen. Die Elementenkomplexität und die Relationenkomplexität, als die Vielzahl und Vielfalt der Elemente und Relationen, sowie deren dynamische Veränderlichkeit bestimmen nach diesem Ansatz den Grad der Komplexität eines Systems [Kir03, S. 12 ff.].

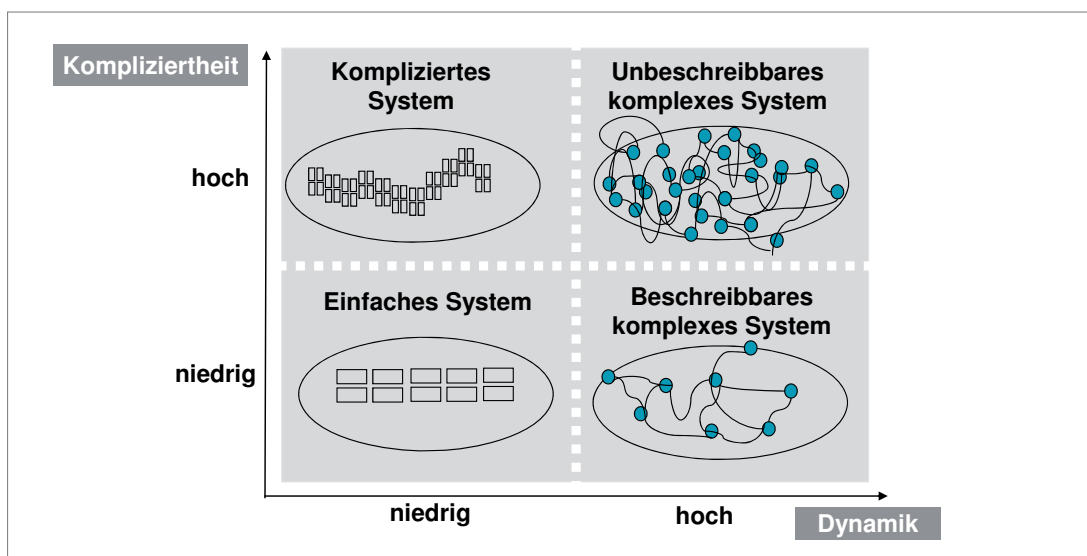


Abbildung 2.7: Darstellung der vier grundlegenden Systemtypen [UP01, S. 61; Kir03, S. 19]

Diese Veränderungen des Verhaltens der komplexen Systeme müssen jedoch einen Auslöser aufweisen. Nach Auffassung von Willke beschreibt die Komplexität ein Problem, das in einer bestimmten Situation für ein bestimmtes System eine Selektion erfordert. [Wil01, S. 22] Diese Selektion entspricht einem menschlichen Entscheidungsprozess in Bezug Planung von Handlungen. Da ein Problem das Vorhandensein eines zu erstrebenden Ziels voraussetzt (vgl. S. 25), ist im Umgang mit Komplexität immer von einer Zielgerichtetheit auszugehen.

Aus diesen Gedankengängen kann für die vorliegende Arbeit folgende Definition des Komplexitätsbegriffs abgeleitet werden:

<i>Komplexität</i>	Die „Komplexität“ eines Systems beschreibt das Problem einer zielgerichteten Entscheidung aufgrund der Gesamtheit von → <i>Systemstruktur</i> und → <i>Systemdynamik</i> .
<i>Systemstruktur</i>	Die „Systemstruktur“ bestimmt die Kompliziertheit des Systems. Sie ergibt sich aus der Vielfalt von Verhaltensmöglichkeiten aufgrund der Anzahl und Vielfalt der Elemente und Relationen.
<i>Systemdynamik</i>	Die „Systemdynamik“ ergibt sich aus der Veränderlichkeit der Wirkungsverläufe zwischen den Elementen des Systems im Zeitablauf.

Fazit: Wie dieses Kapitel gezeigt hat, ist es möglich, eine Definition abzuleiten, mit der die Komplexität eines Systems fachübergreifend und vom Betrachter unabhängig beschrieben werden kann. Jedoch ist zu beachten, dass sich diese Objektivität nur auf die Beschreibung der Komplexität bezieht. Es stellt noch keinen Ansatz dar, um Komplexität zu bewerten und beurteilen zu können, in welcher der vier grundlegenden Systemarten ein System einzuordnen ist. Dennoch kann aus der Ableitung der Begriffsdefinition für die Arbeit die Erkenntnis mitgenommen werden, dass ein System bezogen auf seine Komplexität optimal ausgerichtet ist, wenn die Systemstruktur und Systemdynamik des Entscheidungsfeldes so ausgelegt ist, dass sie von jedem Entscheidungsträger bewältigt werden kann.

2.3.4 Umgang mit Komplexität im Unternehmen

Für ein Management von Komplexität im Unternehmen ist es notwendig zu wissen, ab welchem Maß an Komplexität ein lenkendes Eingreifen notwendig ist und welche grundsätzlichen Möglichkeiten der Beeinflussung hierfür zur Verfügung stehen.

„Simple things must be simple and complex things should be possible“ [LC04, S. 141] Mit dieser umstrittenen Aussage hat Alan Kay eine weitreichende Debatte über die Zielsetzung des Komplexitätsmanagements entbrannt. Bereits die Wahl des richtigen Umgangs mit Komplexität stellt sich als ebenso komplex dar, wie das Thema an sich. Rob Pike und Bell Labs beispielsweise erweitern diese Aussage bezüglich „Simple things must be simple, hard things must be possible, and you must be able to use part of it without understanding all of it.“ [LC04, S. 141] Diese Diskussion zeigt deutlich, dass es nicht das Ziel des Komplexitätsmanagements sein sollte, Systeme so zu standardisieren, dass jeder Betrachter sie vollkommen verstehen kann.

Kirchhoff wirft hier die Frage auf, „was das potenziell und situativ notwendige Maß an Komplexität ist“ [Kir03, S. 65]. Er beschreibt hierzu, dass weder eine Aussage über einen Mangel an Komplexität noch an Überfülle von Komplexität im Unternehmen zu einer Gestaltungsempfehlung führen kann. Die Über- und Unterkomplexität kann seiner Auffassung nach nur in Relation zu der Komplexität der Um- und Innenwelt erfolgen, an die sich ein Unternehmen permanent anpassen muss. Somit ist das notwendige Maß an Komplexität im Unternehmen abhängig von dem situativen Komplexitätsbedarf und dem Komplexitätspotential. [Kir03, S. 65]

Komplexitätsbedarf Der „Komplexitätsbedarf“ entspricht der Nachfrage an → *Komplexität*. Aus exogener Sicht ergibt sich der Komplexitätsbedarf durch die Umwelt, die gewollten Entwicklungen der Umwelt und die realen und erwünschten Relationen des Unternehmens zur Umwelt. Aus der indogenen Sicht ergibt sich der Komplexitätsbedarf durch die Komplexität der Organisation, ihrer Akteure und den resultierenden Steuerungsbedarf. [Kir03, S. 66]

Komplexitätspotential Das „Komplexitätspotential“ entspricht dem Angebot an → *Komplexität*. Es ergibt sich aus der Anzahl an Strukturalternativen, den Verhaltensmöglichkeiten und den Anpassungsmöglichkeiten, sowie der Verfügbarkeit von Ressourcen, Daten und Informationen. Weiterhin wird das Komplexitätspotential durch die Kompetenz, Komplexität zu bewältigen, bestimmt. [Kir03, S. 66]

Auf Basis des Komplexitätsbedarfs und des Komplexitätspotentials kann abgeleitet werden, welche Strategien für den Umgang mit Komplexität in der jeweiligen Situation ausgewählt werden müssen.

Der Umgang mit Komplexität bedeutet allgemein den Umgang mit einem Problem zielgerichteter Entscheidung aufgrund der Gesamtheit von Systemstruktur und Systemdynamik (vgl. Definition S. 29). Nach Gomez gibt es für das Lösen von Problemen drei Handlungsoptionen. Die Auswahl dieser Handlungsoptionen ist von der jeweils vorliegenden Kategorie von Problemsituationen abhängig (vgl. Problemarten S. 25). Die drei Problemarten und die für Sie typischen Problemlösungsmethoden lassen sich folgendermaßen charakterisieren: Probleme organisierter Einfachheit können durch klassische analytische Instrumente und Methoden gelöst werden. Probleme unorganisierter Komplexität werden mittels stochastischen Problemlösungstechniken gelöst. Probleme organisierter Komplexität können mit ganzheitlichen systemorientierten Problemlösungsmethoden gelöst werden. [Gom81, S. 87 f.] Im Rahmen eines Managements von Komplexität können somit nur Probleme organisierter Komplexität beeinflusst werden. Somit sind ganzheitliche systemorientierte Problemlösungsmethoden zu identifizieren, die für den Umgang mit Komplexität eingesetzt werden können.

In der Literatur werden vier Handlungsstrategien zum Umgang mit Komplexität diskutiert. Dies sind die Vermeidung, die Beherrschung, die Reduktion und die Steigerung von Komplexität. Weiterhin wird von Hasenpusch et al. [HMS04, S. 137] ebenfalls der Ansatz der Komplexitätsakzeptanz als Handlungsstrategie vorgestellt. Da es sich bei der Akzeptanz jedoch nicht um ein aktives Lösen eines Komplexitätsproblems handelt, wird die Komplexitätsakzeptanz im Nachfolgenden nicht als Handlungsstrategie des Komplexitätsmanagements zugelassen.

Komplexitätsbeherrschung – Die Komplexitätsbeherrschung hat einen reaktiven Charakter. In dieser wird versucht, ein gegebenes Maß an Komplexität kostengünstig zu bewältigen [HK03, S. 514]. Im Zusammenhang mit der Komplexitätsbeherrschung hat Kelly neun fundamentale Prinzipien des Aufbaus und der Funktionsweise komplexer anpassungsfähiger Systeme entwickelt. Er schlägt vor, diese zur Gestaltung von komplexen Systemen einzusetzen. [Kel94, S. 469 f.]

Komplexitätsvermeidung – Die Komplexitätsvermeidung ist antizipativ, d.h. eine Entwicklung von Komplexität wird von vornherein vermieden. Durch eine Beurteilungssystematik für mögliche neue Elemente wird verhindert, dass Komplexitätssteigerungen auftreten. [HK03, S. 513] Eine mögliche Methode der Komplexitätsvermeidung ist beispielsweise die Strategie der Selektivierung von Bronner, in welcher er durch ein Wachstum oder eine Spe-

zialisierung des komplexen Systems versucht, das externe Einflussgefüge zwischen dem System und seiner Umwelt so zu gestalten, dass möglichst homogene Reize auf die Schnittstellen einwirken. [Bro30, Sp. 1123f.]

Komplexitätssteigerung – Aufgrund eines negativen „Images“ der Komplexität bestehen für eine bewusste Komplexitätssteigerung kaum allgemeine Ansätze in der Literatur. Eine Komplexitätssteigerung ist nach Aussage von Reiß akzeptabel, wenn sich hierdurch Effizienzsteigerungen erwirken lassen. Als Beispiel für Komplexitätssteigerungen in Unternehmensorganisation nennt Reiß die Erweiterung einer klassischen Linienorganisation um die Funktionen des Projekt-, des Produkt- und des Prozessmanagements. [Rei93c, S. 18] Die Komplexitätssteigerung wird weiterhin in dem McKinsey-„V-Konzept“ durchgeführt. In diesem wird das System durch eine Restrukturierung tiefgreifend in seiner Komplexität reduziert, bevor anschließend eine aggressive Komplexitätssteigerung, beispielsweise durch länderspezifische Anpassungen, durchgeführt wird. [KSK⁺94, S. 28 ff.] Eine Komplexitätssteigerung wird weiterhin in der Betrachtung von komplexen Systemen durch den Ansatz des vernetzten Denkens durchgeführt. Mit dieser Methodik verfolgt Gomez den Ansatz, durch ein vernetztes Denken alle Einflüsse innerhalb eines Systems zu identifizieren und die Zusammenhänge in Form von Feedback-Diagrammen darzustellen [Gom81, S. 171 ff.]. Dieses Vorgehen trägt zur Komplexitätssteigerung bei, da sich die Anzahl der wahrgenommenen Relationen erhöht. Auf Basis dieser Erkenntnisse bildet Gomez Lenkungsmodelle, aus denen Problemlösungsstrategien abgeleitet werden [Gom81, S. 181 ff.]. Eine der bekanntesten Forschungsarbeiten, die auf dem Ansatz des vernetzten Denkens beruhen, ist die Untersuchung von Dörner zum Strategischen Denken in komplexen Situationen [Dör03].

Komplexitätsreduktion – Die Komplexitätsreduktion ist reaktiv [HK03, S. 514]. Durch sie werden bewusst Ordnungsstrukturen geschaffen, um die Freiheitsgrade von Strukturelementen und Relationen zu verringern. Hierdurch senkt sich die strukturelle Komplexität des Systems. Die funktionale Komplexität wird ebenso reduziert, da durch die Maßnahmen die Bestimmtheit des Systems erhöht wird. [Kir03, S. 63] Es existieren drei Reduktionsstrategien. Dies sind die Strategie der Subjektivierung, der Innendifferenzierung und der Außendifferenzierung [Bli00, S. 173 ff.; Luh68, S. 123 ff.] Die Innendifferenzierung umfasst zwei Strategien, die in der Praxis häufig anzutreffen sind. Erstens enthält sie die Systemhierarchisierung. Diese zeichnet sich durch modulare Systemstrukturen und Standardisierungen aus. Zweitens beinhaltet die Innendifferenzierung die Systemsequentialisierung. Diese spaltet große komplexe Probleme in kleinere Teilprobleme auf. [Sch02, S. 45, 48] So lassen sich Systeme in mehreren Schritten in ihre Einzelfunktionen aufteilen. [Ger98, S. 72]. Diese Teilfunktionen werden unter Beachtung des Gesamtzusammenhanges getrennt voneinander bearbeitet. Auf

Basis der Erkenntnisse kann anschließend eine Gesamtlösung abgeleitet werden. Hierdurch wird versucht, Komplexität zu reduzieren und mehr Transparenz zu schaffen. Für die Komplexitätsreduktion wird eine Analyse eingesetzt, die aus vier Vorgehensschritten besteht. Im ersten Schritt erfolgt eine Identifikation von Komplexitätstreibern durch eine Analyse der Strukturen und Prozesse im System. Im zweiten Schritt werden diese Komplexitätstreiber in Hinblick auf ihren Grad der Beeinflussbarkeit zur Komplexitätsreduktion und in Hinblick auf ihre Wirkung analysiert. Nachfolgend werden die wichtigsten Komplexitätstreiber zur Reduktion ausgewählt und die von ihnen verursachten Komplexitätskosten ermittelt. Abschließend werden Maßnahmen zur kurzfristigen und nachhaltigen Reduktion der Komplexität definiert und umgesetzt. Hierdurch soll eine Optimierung des Betriebsergebnisses erzielt werden. [Wil98, S. 47] Auch Meffert schreibt der Komplexitätsreduktion die Möglichkeit einer Verringerung des Koordinationsaufwandes zu [Mef00, S. 1049] und Adam merkt an, dass eine vorangeschaltete Reduktion die nachfolgende Beherrschung der Restkomplexität erleichtert [AR95, S. 669]. Die Komplexitätsreduktion wird in der Literatur sehr ausführlich behandelt, da in den letzten Jahren der Komplexität eine negative Wirkung auf das Betriebsergebnis zugeschrieben wurde, und somit Managementansätze zur Reduktion der Komplexität im Unternehmen entwickelt wurden.

Diese vorgestellten Ansätze zur Beeinflussung von Komplexität stellen Lenkungsmodelle dar, die auf kausalen Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen beruhen. Diese sind jedoch für die Beeinflussung von komplexen Systemen in der Literatur sehr stark diskutiert. Der Grund hierfür liegt in der fehlenden Möglichkeit der linearen Reversibilität. Rückführungsstrategien sind in einem komplexen System nach Aussage von Nørretranders nicht realisierbar. Hierzu nennt er folgendes Beispiel: „Auch wenn wir eine vielfältige Welt auf eine kurzgefasste Beschreibung reduzieren können, so werden wir sie doch niemals aufgrund der Beschreibung rekonstruieren können“ [Nør94, S. 532]. Der Grund hierfür liegt in der hohen Anzahl an Abhängigkeiten innerhalb des Systems. Dies bedeutet, dass eine Umkehrung von Wirkungszusammenhängen nicht in der Lage ist, den ursprünglichen Zustand eines komplexen Systems wieder herzustellen. Hierdurch bildet sich nach Meinung von Bliss eine inhaltliche Schwäche in den bestehenden Komplexitätsmanagement-Ansätzen. [Bli00]

Fazit: Es konnte in diesem Abschnitt festgestellt werden, dass ein Komplexitätsmanagement eingreifen muss, sobald das situative Komplexitätspotential und der situative Komplexitätsbedarf im Ungleichgewicht sind. Als grundsätzliche Maßnahmen im Umgang mit Komplexität konnten die Vermeidung, die Beherrschung, die Reduktion und die Erhöhung der Komplexität identifiziert werden. Ersichtlich wird jedoch aus der Diskussion auch, dass es nicht ausreicht, für eine Situation lediglich eine dieser Maßnahmen anzuordnen, da zu viele Ab-

hängigkeiten bestehen und somit die gesamte Komplexität der Situation nicht beeinflusst werden kann. Es gilt somit einen differenzierte Ansatz zu finden, in dem einzelne Faktoren der Komplexität beeinflusst werden können, ohne den Anspruch zu stellen, die gesamte vorliegende Komplexität beeinflussen zu wollen.

2.4 Einfluss von Komplexität auf die menschliche Informationsverarbeitung

Um die Komplexität in den Informationsflüssen des Produktentstehungsprozesses beschreiben zu können, ist es notwendig, sich über den Einfluss von Komplexität auf die menschliche Informationsverarbeitung bewusst zu sein. Aus diesem Grund werden nachfolgend die Einflussfaktoren der Komplexität auf den menschlichen Informationsverarbeitungsprozess und auf den Informationstransfer vorgestellt. Anschließend wird auf Basis der Zielstellung dieser Arbeit abgeleitet, welche Einflussfaktoren am besten als Ansatz verwendet werden können, um in einem automobilen Produktentstehungsprozess zu mehr Transparenz, Durchgängigkeit und Flexibilität in den Informationsflüssen zu verhelfen.

In einem komplexen Prozess ist es für beschränkt rationale Entscheider – also für die Mehrheit der Menschen – schwierig, alle relevanten Informationen zu beschaffen und zu verarbeiten. Daher befinden sich diese Entscheider in einer Unsicherheitssituation, welche mit steigendem Komplexitätsgrad zunimmt. [Bos93, S. 36] Wie in Abbildung 2.8 dargestellt ist, kann in jeder Phase der Kommunikation diese Unsicherheit durch die Komplexität erhöht werden.

Es besteht sowohl beim Ausdrücken, als auch beim Darstellen, Übermitteln, Erkennen oder Verstehen der Information die Möglichkeit, dass aufgrund der Komplexität in den Prozessen Störungen im Kommunikationsprozess entstehen, die Unsicherheitssituationen bei dem Empfänger verursachen.

Um die Einflussfaktoren der Komplexität auf die menschliche Informationsverarbeitung zu ermitteln, wird auf Untersuchungen im Bereich des Käuferverhaltens zurückgegriffen. Dieser Transfer der Wissenschaftsgebiete ist möglich, da Konsumenten bei der Kaufentscheidung – ebenso wie Mitarbeiter bei Entscheidungen innerhalb des Produktentstehungsprozesses – Informationen benötigen. Um die Entscheidungsfindung zu unterstützen, sind die Informationen an die Anforderungen der Personen hinsichtlich inhaltlicher und formaler Kriterien anzupassen. Diese Thematik wurde stark in der Erforschung des Käuferverhaltens, insbesondere in der Versicherungswirtschaft, diskutiert [Bos93; Kat83; Dil78]. Anhand

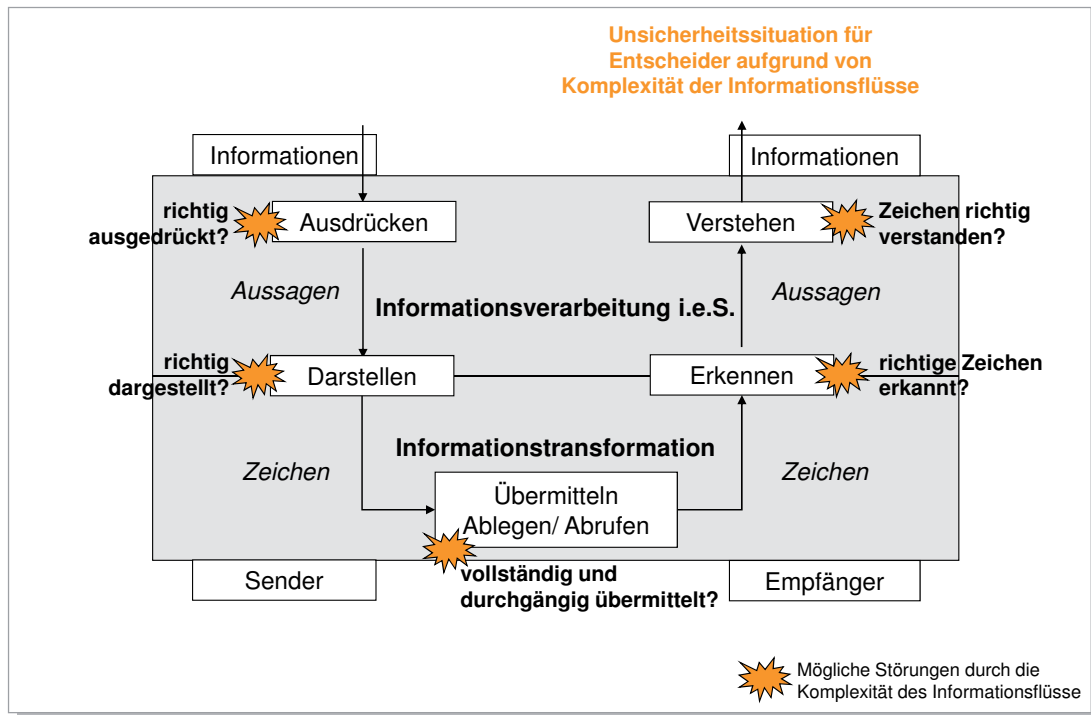


Abbildung 2.8: Unsicherheit durch eine Komplexität im Kommunikationsprozess zwischen zwei Personen, eigene Darstellung in Anlehnung an [GB03, S. 38 f.]

von Untersuchungen zu dem Verhalten von Käufern wurde ermittelt, dass die Informationsverarbeitung in komplexen Prozessen abhängig ist von endogenen und exogenen Faktoren [Dil78, S. 35 f.; Kat83, S. 164 ff.; Töl83, S. 120]. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 2.9 dargestellt.

Die endogenen Faktoren werden in der Theorie der kognitiven Komplexität behandelt [SDS75, S. 57 ff.; Sei73; Dil78, S. 35ff.; KH79, S. 233 ff.; Töl83, S. 119 ff.; Kat83, S. 163 ff.]. In dieser leiten Schroder et al. aus psychologischen Erkenntnissen ab, inwiefern sich komplexe Umweltsituationen auf die Informationsbeschaffung und die Informationsverarbeitung eines Menschen auswirken. [SDS75, S. 57 ff.]

Die exogenen Faktoren beschreiben die Umweltkomplexität. Sie setzt sich aus den Aspekten Informationskomplexität und Situationskomplexität zusammen. [Bos93, S. 37] Die Informationskomplexität besteht sowohl aus quantitativen, als auch aus qualitativen Aspekten [Kat83, S. 169 ff.].

Die drei Einflussfaktoren „kognitive Komplexität“, „Informationskomplexität“ und „Situationskomplexität“ werden im Folgenden näher erläutert.

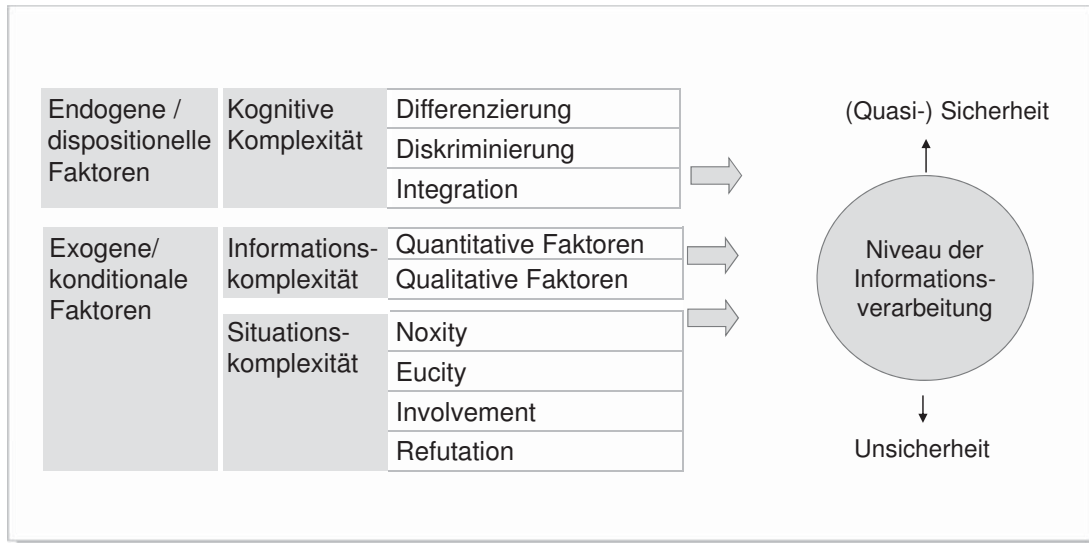


Abbildung 2.9: Auswirkungen der endogenen und exogenen Faktoren auf das Informationsverarbeitungslevel und die Unsicherheit einer Person (in Anlehnung an [Bos93, S. 42; Töl83, S. 123])

2.4.1 Die Kognitive Komplexität als endogener Einflussfaktor des Betrachters

Ob eine Entscheidung von einem Menschen als komplex angesehen wird, hängt von seinen kognitiven Fähigkeiten ab. Für die Informationsverarbeitung in komplexen Prozessen sind die Persönlichkeitsvariablen der Differenzierungs-, der Diskriminierungs- und der Integrationsfähigkeit von Interesse [SDS75, S. 48 ff.; Kat83, S. 178 f.; Töl83, S. 120; Dil78; Raa77, S. 178]. Diese lassen sich folgendermaßen beschreiben:

Differenzierungsfähigkeit – Sie bezeichnet die Fähigkeit, für die Beurteilung im Rahmen eines Entscheidungsprozesses unterschiedliche Dimensionen, wie beispielsweise Produkteigenschaften, wahrzunehmen und für die Beurteilung heranzuziehen.

Diskriminierungsfähigkeit – Sie beschreibt die Fähigkeit zwischen den Dimensionen kategoriale Abstufungen und somit Unterscheidungen vornehmen zu können.

Integrationsfähigkeit – Sie beeinflusst die Art und das Ausmaß von kognitiven Verknüpfungsregeln, mittels derer Verbindungen zwischen den einzelnen Kategorien vorgenommen werden können.

Die Persönlichkeitsvariablen eines Menschen werden weitestgehend durch seinen individuellen Sozialisationsprozess geprägt. Anhand dieser Fähigkeiten können Menschen in idealtypische Gruppen von niedrigen, gemäßigt niedrigen, gemäßigt hohen und hohen Informationsverarbeitungsleveln eingeteilt werden [SDS75, S. 32 ff.]. Personen mit niedrigem In-

formationsverarbeitungsniveau werden als „konkrete“ Personen beschrieben, und ein hohes Niveau bezeichnet „abstrakte“ Personen. [Töl83, S. 120]

2.4.2 Die Situationskomplexität als exogener Einflussfaktor der Umweltmerkmale

Die den Informationsprozess beeinflussende Situationskomplexität bezieht sich nicht direkt auf die enthaltenen Informationseinheiten. Jedoch beeinflusst sie den Informationsvermittlungsprozess und auch das Ergebnis des Prozesses, die Informationsaufnahme. [SDS75, S. 61] Die Situationskomplexität besteht aus Aspekten der Entscheidungssituation, die in dem Menschen „Orientierungstendenzen“ auslösen. Dies geschieht, indem durch Umweltmerkmale situative Reize des Entscheidungsprozesses ausgelöst werden. Zu diesen Aspekten gehören die Merkmale „noxiety“, „eucity“, „involvement“ und „refutation“. [Töl83, S. 121 f.]

Noxiety – Der Aspekt „Noxiety“ beschreibt die Bedeutung von nachteiligen Konsequenzen, die sich für ein Individuum durch das Verhalten in einer Entscheidungssituation ergeben können [Töl83, S. 121 f.; Bos93, S. 38 f.] So kann die Angst vor einer Blamage beispielsweise zu Hemmungen führen, die sich in einer Distanzierung und Zurückhaltung des Mitarbeiters äußern [Bän86, S. 57].

Eucity – Der Aspekt „Eucity“ beschreibt die Anzahl an potentiellen Belohnungen oder Ausichten, die ein Individuum durch sein Verhalten in der Entscheidungssituation erlangen können [Töl83, S. 121 f.; Bos93, S. 38 f.].

Involvement – Der Aspekt „Involvement“ beschreibt den Grad des Engagements und Interesses des Individuums [Töl83, S. 121 f.]. Bosselmann beschreibt dies als den „Grad der Eigeninitiative“ [Bos93, S. 38 f. und die dort angegebene Literatur]. Nach Trommsdorff ist dann von einem hohen Engagement auszugehen, wenn ein hoher emotionaler oder wirtschaftlicher Nutzen zu erwarten ist. Dies wirkt sich insofern aus, dass stark involvierte Mitarbeiter stärker zu einem hohen Informationsbeschaffungsaufwand bereit sind und auch mehr Informationen in ihre Entscheidungsprozesse einbeziehen. [Tro09, S. 48 ff.] Hierbei versteht Trommsdorff unter dem Involvement „den Aktivierungsgrad bzw. die Motivstärke zur objektgerichteten Informationssuche, -aufnahme, -verarbeitung und -speicherung“ [Tro09, S. 49].

Refutation – Der Aspekt „Refutation“ beschreibt das Ausmaß, in dem ein Individuum durch „atmosphärische“ Merkmale von einer Entscheidungssituation abgestoßen oder desorientiert

wird [Töl83, S. 121 f.; Bos93, S. 38 f.]. So kann beispielsweise eine Antipathie gegenüber dem Gesprächspartner zu einer Verweigerung der Informationsaufnahme bei dem Menschen führen [Ant89, S. 141]. Ebenso kann durch unstrukturierte Dokumente mit zu hohem und zu vielfältigen Informationsvolumen eine grundsätzlich negative Einstellung gegenüber der Entscheidungssituation entstehen, die sich negativ auf das Involvement und somit auf die Informationsverarbeitung auswirkt [SDS75, S. 62].

Weitere Einflussfaktoren ergeben sich nach Auffassung von Schroder et al. durch die Einflüsse der Erziehung und der gesellschaftlichen Normen. Diese wirken sich vor allem auf Entscheidungssituationen innerhalb von Gruppen aus. [SDS75, S. 63]

Insbesondere in der Produktberatung wird der Aspekt der Situationskomplexität stark diskutiert. Hier hat Lödel beispielsweise in seiner Dissertationsschrift eine Anzahl an Einflussfaktoren zusammengestellt, die bei der Anpassung der Vermittlung von Produktinformationen an die jeweilige kognitive Komplexität des Kunden eine wesentliche Rolle spielen [Löd95, S. 17].

2.4.3 Die quantitativen Einflussfaktoren der Informationskomplexität

Bezüglich der quantitativen Aspekte der Informationskomplexität sprechen Schroder et al. von „primären Merkmalen der Umweltgegebenheiten“. Diese beinhalten die Menge, die Vielfalt und die Veränderungsfähigkeit der Information. [SDS75, S. 60]

Dieser Ansatz wurde unverändert von unterschiedlichen Autoren aufgegriffen [Bos93, S. 37; KH79, S. 234; Töl83, S. 121]. Eine Erweiterung des Ansatzes konnte lediglich bei May und Homans festgestellt werden. In ihrem Werk werden die quantitativen Faktoren der Informationskomplexität erweitert um das Merkmal der Anzahl von Alternativen, über die informiert wird. [MH77, S. 172 ff.] Eigenständige Ansätze zur Beschreibung von Informationskomplexität konnten nicht identifiziert werden, ebenso wenig wie eine Begriffsdefinition der Informationskomplexität. Die quantitative Faktoren der Informationskomplexität können entsprechend der oben genannten Literatur zusammengefasst werden als:

- Menge der Informationen
- Vielfalt der Informationen
- Veränderungsrate der Informationen
- Anzahl der Alternativen an Information

In der Diskussion um Informationskomplexität wird der Fokus meist auf die Informationsmenge gelegt. Über die Vielfalt, die Veränderungsrate oder die Anzahl an Alternativen der

Information als Faktoren der Informationskomplexität konnten in der Literatur keine spezifischen Diskussionen gefunden werden.

Der **Menge der Information** als Faktor der Informationskomplexität wird in der Literatur erhebliche Beachtung geschenkt. Der Grund hierfür liegt in der Diskussion um die „Informationsflut“, der Mitarbeiter sowohl im privaten, als auch im unternehmerischen Umfeld verstärkt ausgesetzt sind [Hem09]. Sowohl eine zu hohe, als auch eine zu niedrige Menge von Informationen kann die Aufnahme und Verarbeitung von Informationen vermindern.

Bis zu einem Höhepunkt steigt die Qualität der Entscheidungen mit einem wachsenden Angebot an relevanten Informationen. Wird diese kritische Menge jedoch überschritten, so entsteht ein „information overload“, durch welchen die Qualität der Entscheidungen wieder sinkt. Der Grund für diesen Effekt liegt in der Tatsache, dass bei Menschen das Kurzzeitgedächtnis maximal zwischen fünf und neun elementaren Informationseinheiten gleichzeitig speichern kann, und somit bei einer Überschreitung dieses Grenzwertes die simultane Informationsverarbeitungskapazität an ihre Grenzen stößt. [Hof85, S. 20; Mil67, S. 107 ff.]

Wird diese relevante Menge an Information jedoch unterschritten, so kann dies nach Auffassung von Pruckner ebenfalls negative Auswirkungen auf die Informationsverarbeitung des Menschen haben [Pru05, S. 14 ff.]. Die von ihr vorgestellten Zusammenhänge sind in Abbildung 2.10 veranschaulicht. Die Historie hat bereits mehrfach begründet, dass vermehrt zu eng gesetzte Optimierungsfokusse selber Eigenkomplexität induzierten, und somit zu einer Komplexitätsfalle beitragen [BR98, S. 112]. Ein Mangel an relevanter Information kann Fehlleistungen verursachen. Hierdurch entsteht für den Mitarbeiter Stress. Die Aufnahme von Information wird durch Stress jedoch aufgrund des Vegetativen Nervensystems verhindert. Die Folge ist somit eine Verschlechterung der Wahrnehmung. Dieses gegenseitige Aufschaukeln bezeichnet Pruckner als „Komplexitätsfalle“. Erst durch Entspannung kann diese Blockade aufgelöst werden und die Leistungsfähigkeit des Gehirns steigt wieder. Hierdurch kann die relevante Information wieder aufgenommen werden. Dieser Anstieg der aufgenommen relevanten Information kann nun entweder zu weiterer Entspannung oder zu einem im obigen Absatz beschriebenen „information overload“ führen. [Pru05, S. 14 ff., 37 ff., 123]

Somit wird ersichtlich, wie entscheidend das richtige Maß der relevanten Informationen für die Informationsverarbeitung der Menschen ist.

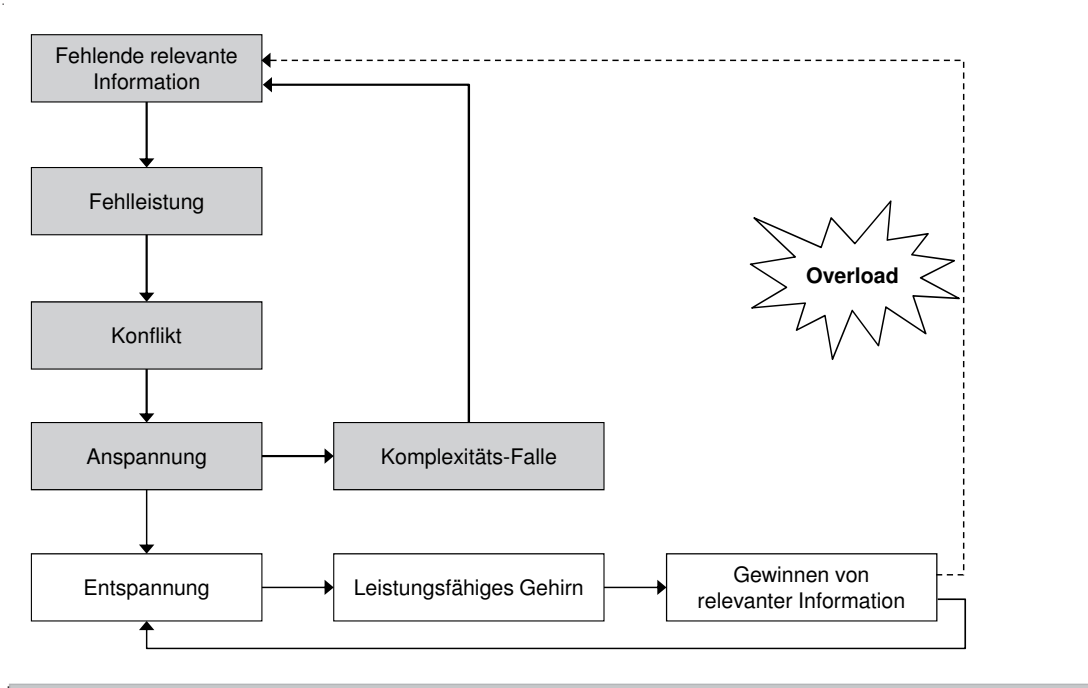


Abbildung 2.10: Das Grundprinzip der Komplexitätsfalle, dargestellt in einem kybernetischen Modell [Pru05, S. 14]

2.4.4 Die qualitativen Einflussfaktoren der Informationskomplexität

Komplexe Systeme besitzen nach Pruckner die Eigenschaft, dass sie stets mehr Information enthalten, als ein einzelner Mensch wahrnehmen kann [Pru05, S. 24]. Umso wichtiger ist es also, dass der Mitarbeiter in der Lage ist, die für sein spezifisches Problem relevanten Informationen herauszufiltern. Hierfür müssen die Informationen in einer Qualität vorliegen, die bestmöglich an die kognitiven Fähigkeiten des Mitarbeiters angepasst ist. Diese Eigenschaften stellen die qualitativen Faktoren der Informationskomplexität dar.

Wie bereits auf S. 15 erläutert, können Informationen nicht direkt zwischen Individuen ausgetauscht werden, sondern müssen repräsentiert werden. Dies erfolgt durch eine symbolische Repräsentation und die nachfolgende Interpretation der Symbole [Dil78, S. 36; Kat83, S. 169]. Wird bei der Repräsentation dieser Informationen nicht die Voraussetzung für die Interpretation beachtet, so übersteigt das syntaktische oder semantische Niveau die Interpretationsfähigkeit des Individuums. Aus diesen Anforderungen an die Repräsentation von Informationen lassen sich die qualitativen Faktoren der Informationskomplexität ableiten.

Nach Kupsch und Hufschmied ergeben sich als qualitative Faktoren der Informationskomplexität die Gestaltung, die Konsistenz und die Vergleichbarkeit der Information [KH79,

S. 233 f.]. Hierbei stützen sie sich auf die Ansätze von van Raaij [Raa77, S. 176 ff.] und Slovic [SM74, S. 172].

Gestaltung des Informationsangebotes – Die Gestaltung des Informationsangebotes wird durch das Format und die Struktur der Information beschrieben. [KH79, S. 233] Unter dem **Format** einer Information kann die Präsentationsform verstanden werden. Eine Präsentationsform von Informationen ist dann effizient, wenn sie dem 'cognitive fit' entspricht, wenn sie also die zur Lösung einer bestimmten Aufgabe notwendigen kognitiven Prozesse unterstützt. Werden dagegen noch zusätzliche kognitive Prozesse zur gedanklichen Transformation benötigt, so ist die Präsentationsform nicht effizient. [Mey99, S. 114] Für die Präsentationsform stehen unterschiedliche auditive und visuelle Mittel zu Verfügung, welche sich jeweils spezifisch auf die Informationsverarbeitung des Menschen auswirken [Mey99, S. 77 ff.; Ede94, S. 195 ff.]. Da sich Text nur sequentiell erfassen lässt, eignet er sich nur bedingt für die Übermittlung komplexer Sachverhalte. Der Einsatz von Text eignet sich hierbei besonders für die Beschreibung von Fakten. Aufgrund der sequenziellen Erfassung erschwert die Darstellung mit Hilfe von Text das Verständnis von komplexen Sachverhalten. Da das menschliche Gehirn Informationen bildlich verarbeitet, können Bilder und Grafiken hierfür zweckmäßiger sein. [KR92, S. 254 f.] Sie ermöglichen das Erfassen mehrerer Informationen gleichzeitig und verdeutlichen Zusammenhänge besser. Darüber hinaus können mit Hilfe von Bildern leichter Emotionen beim Betrachter erzeugt werden, die länger im Gedächtnis verweilen als sprachlich präsentierte Informationen [KR92, S. 254 f.; Mey99, S. 114]. Jedoch ist Vorsicht geboten, wenn zu viele unterschiedliche Medien eingesetzt werden. Wie aus dem Artikel von [ONW09] hervorgeht, beeinträchtigen zu viele Medien und Informationen gleichzeitig die Konzentration. Andererseits führen zu einfach oder zu monoton dargestellte Informationen auf Dauer zu einem Mangel an Konzentration [Hub08]. Die **Struktur** der Information bezieht sich auf die Untergliederung der Information in Teilinformationen, welche miteinander verknüpft sind. Dies ist für die Informationsverarbeitung des Menschen hilfreich, da die Aufteilung einer Problemstellung in Teilprobleme die Informationsverarbeitungskapazität positiv beeinflusst [Töl83, S. 124]. Die Gestaltung der Struktur der Information kann somit einen großen Einfluss auf die kognitiven Prozesse des Menschen ausüben [Mey99, S. 114]. Van Raaij hat diesen Einfluss eingesetzt, um Vorschläge abzuleiten, wie Informationen für Konsumenten in jeweils spezifischen Situationen aufbereitet werden sollten [Raa77, S. 177 f.].

Konsistenz der Informationen – Der qualitative Faktor der Konsistenz wird von den meisten Autoren nicht näher erläutert. Kupsch und Hufschmied verweisen lediglich auf eine nicht näher definierte Schrift von Slovic [KH79, S. 233]. Schroder et al. sprechen hier von vertrau-

ten vs. neuen Situationen, gehen jedoch auch nicht näher auf diese Thematik ein [SDS75, S. 61]. Tölle greift diesen Gedanken in seiner Schrift auf, jedoch ohne hierzu neue Gedanken zu präsentieren [Töl83, S. 121]. Mit der Neuartigkeit von Information hat sich Weizsäcker befasst. Ohne dass seine Theorie im Kontext der Informationskomplexität diskutiert wurde, passt sie dennoch in diese Thematik. Nach Weizsäcker ist sowohl die Erstmaligkeit, als auch die Bestätigung einer Information notwendig. Liegt keine Erstmaligkeit vor, so existiert keine Information. Existiert keine Bestätigung, so ist das Verstehen nicht möglich. Hieraus schlussfolgert Weizsäcker, dass bei geringer Erstmaligkeit oder geringer Bestätigung nur eine geringe Information vorliegt. Seiner Auffassung nach erhöht die Erstmaligkeit den Informationswert bis zu einem bestimmten Level. Wird dieser Punkt jedoch überschritten, so führt sie zu Chaos. Bestätigung dahingegen erfordert stets eine vollkommene Bestätigung der Informationen auf jedem der untergeordneten semantischen Ebenen. Pragmatisch wertlos ist für Weizsäcker eine Information dann, wenn sie kein Informationspotential erzeugt, den Empfänger also nicht dazu anregt, informationell aktiv zu werden. [Wei86, S. 102] Informationen erreichen somit dann den maximalen Wert für den Empfänger, wenn sie am individuellen Informationsstand des jeweiligen Betrachters ausgerichtet sind.

Vergleichbarkeit der Informationen – Nicht jede bereit gestellte Information wird vom Empfänger auch realisiert. Oft werden nur die Merkmale in Betracht gezogen, die miteinander vergleichbar sind. Bei fehlender Vergleichbarkeit wird von dem Betrachter oft kein Wert des Merkmals erkannt, daher zieht er diese Information nicht mit in die Betrachtung ein. [KH79, S. 243; Bos93, S. 157] Ein Studie zum Umgang mit der Vergleichbarkeit von Informationen in Gerichtsverhandlungen haben Slovic und Macphillamy bereits im Jahr 1974 verfasst. In dieser haben sie untersucht, inwieweit die Gestaltung von Hinweisen bei einer Gerichtsverhandlungen einen Einfluss darauf hat, wie diese Hinweise von dem Richter für Urteilsfindungen herangezogen werden, die auf einem Vergleich beruhen. [SM74, S. 172 ff.]

Auch bei den qualitativen Faktoren der Informationskomplexität konnte festgestellt werden, dass der Fokus der Betrachtungen in der Literatur sich auf einen Faktor konzentriert. Dies ist die Gestaltung des Informationsangebotes. Ebenso wie bei den quantitativen Einflussfaktoren der Informationskomplexität haben sich auch hier die Autoren bei der Beschreibung dieser Faktoren lediglich auf die Nennung der Begriffe beschränkt, eine ausführlichere Beschreibung fand auch hier nicht statt.

2.4.5 Eingrenzung des Themengebietes

Die im vorherigen Abschnitt genannten Einflussfaktoren der Komplexität auf die menschliche Informationsverarbeitung können teilweise als hilfreich für die Untersuchung der Forschungsfrage eingestuft werden.

Die Ansätze der kognitiven Komplexität und der Situationskomplexität bieten eine Möglichkeit, um die Informationsverarbeitung der Mitarbeiter in komplexen Prozessen positiv zu beeinflussen. Jedoch sind sie individuell für jeden Mitarbeiter auszuarbeiten. Daher eignen sich diese Ansätze nicht, um die Komplexität in Informationsflüssen eines gesamten Wertschöpfungsnetzwerk zu analysieren und zu managen.

Der Ansatz der quantitativen Faktoren der Informationskomplexität weist ein großes Potential zur Bewertung von Komplexität in Informationsprozessen auf. Werden Änderungen an diesen quantitativen Faktoren durchgeführt, so greifen sie direkt in das Informationssystem ein. Hierdurch kann gezielt die Komplexität gesenkt oder erhöht werden.

Der Ansatz der qualitativen Faktoren der Informationskomplexität weist ein großes Potential auf, als Leitfaden für Maßnahmen zur Beherrschung vorhandener Informationskomplexität eingesetzt zu werden. Jedoch werden diese Faktoren für die vorliegende Arbeit nicht als Komplexitätsmerkmale eingestuft, sondern als Qualitätsmerkmale für das System. Werden sie als Qualitätsmerkmale gefördert, so können die Mitarbeiter trotz hoher quantitativer Einflussfaktoren der Informationskomplexität die Informationsverarbeitung leichter und vor allen Dingen entspannter verarbeiten. Hierdurch wird die Gefahr reduziert, dass die Mitarbeiter aufgrund der quantitativen Faktoren der Informationskomplexität in die bereits auf S. 40 beschriebene Komplexitätsfalle geraten.

Daher soll in der Methodik lediglich die Informationskomplexität, nicht aber die Kognitive Komplexität oder die Situationskomplexität in den Informationsprozessen untersucht werden. In Abbildung 2.11 ist diese thematische Abgrenzung dargestellt.

Da jedoch in der Literatur keine Begriffsdefinition der Informationskomplexität vorhanden ist, wird nun eine für diese Arbeit gültige Begriffsdefinition der Informationskomplexität abgeleitet. Gemäß den auf den vorhergehenden Seiten vorgestellten Betrachtungen der Informationskomplexität setzt sich diese aus der Informationsmenge, der Informationsvielfalt und der Informationsveränderlichkeit zusammen. Aufgrund der Abstraktheit des Informationsbegriffes ist dieser Ansatz jedoch weiter zu operationalisieren. Um die Komplexität von Informationsprozessen zu beschreiben, sind diese in ihren Elementen und Relationen zu betrachten. Informationsprozesse bestehen aus Informationen und den Relationen zwischen

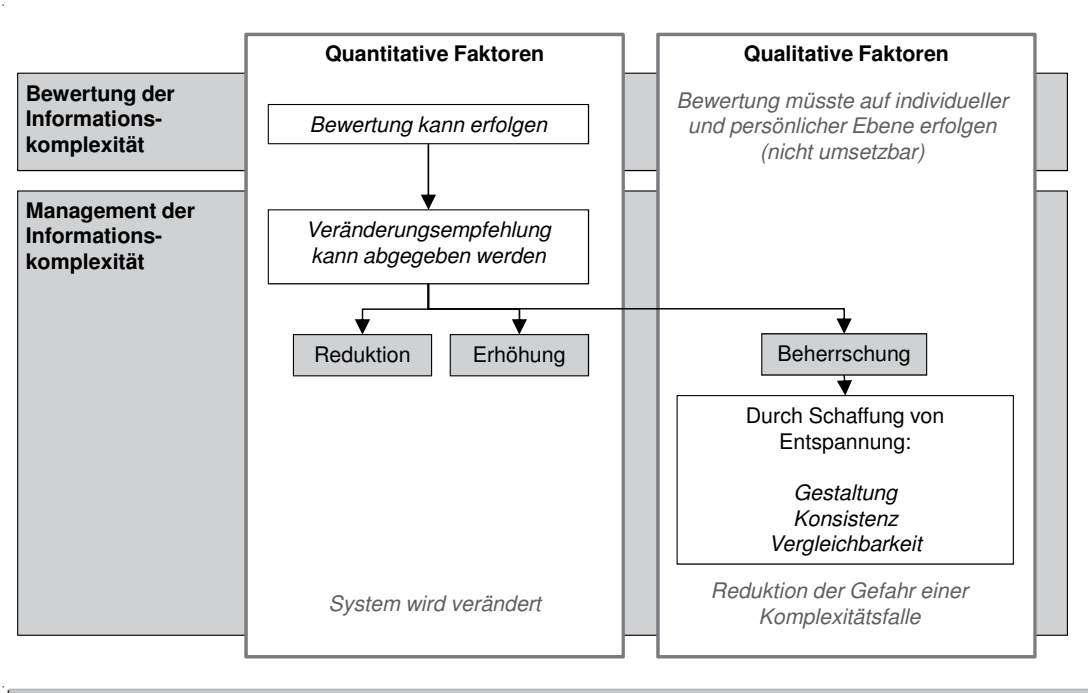


Abbildung 2.11: Übersicht der thematischen Eingrenzung

den Informationen. Diese Relationen können auf inhaltlicher Ebene und auf ressourcen-seitiger Ebene bestehen, zum Beispiel über das verwendete IT-System. Aus diesem Grund ist es notwendig, eine Unterscheidung in die Informationseinheiten und das Informationsgeflecht vorzunehmen. Dieser Ansatz orientiert sich an der Theorie von Kirchhoff, welcher die Charakteristika von Komplexität anhand der Elementen- und der Relationenkomplexität beschreibt (vgl. S. 28). Der Begriff der Informationskomplexität wird für die nachfolgende Verwendung in dieser Arbeit festgelegt als:

Informationskomplexität

Unter „Informationskomplexität“ wird im Rahmen der Analyse der Informationskomplexität das Problem einer zielgerichteten Entscheidung aufgrund der Gesamtheit der Vielfalt, der Vielzahl, der Vieldeutigkeit und der Veränderlichkeit sowohl der Informationseinheiten, als auch der Relationen zwischen den Kommunikationspartnern, den Dokumenten und den IT-Systemen, verstanden.

Fazit: Es konnte festgelegt werden, dass in der zu entwickelnden Methodik ein Management der Informationskomplexität des Produktentstehungsprozesses stattfinden soll. Hierfür wird nun im nachfolgenden Kapitel untersucht, welche Ansätze in der Literatur bereits bestehen, um die Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess zu bewerten und zu beeinflussen.

3 Bestehende Ansätze aus der Literatur

In dem Produktentstehungsprozess (kurz: PEP) wird die Komplexität von Informationsprozessen als ein ernstzunehmendes Problem diskutiert. Jedoch beziehen sich die Diskussionen meist nur auf einzelne Aspekte, wie etwa dem Informationsvolumen. Daher ist es notwendig, die einzelnen, sich auf diese Aspekte beziehenden Ansätze in der Literatur kritisch zu überprüfen. Ziel dieses Kapitels ist es, die bestehenden Ansätze auf ihr Potential zum Management von Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess zu überprüfen. Aus den gewonnenen Erkenntnissen soll anschließend eine Forschungslücke abgeleitet werden, die durch die vorliegende Arbeit geschlossen werden soll.

3.1 Anforderungen an eine Methodik zur Bewertung und zum Management von Informationskomplexität in der Produktentstehung

Aus den Diskussionen in Kapitel 2.4.5 hat sich die Erkenntnis ergeben, dass ein Management von Informationskomplexität innerhalb eines Produktentstehungsprozesses zwei Herausforderungen stellt: erstens in der Lage zu sein, die Informationskomplexität des Prozesses zu bestimmen und zweitens, einzelne Möglichkeiten zu kennen, mit denen die Informationskomplexität gesenkt, erhöht oder beherrscht werden kann. Aus dieser Erkenntnis können Anforderungen abgeleitet werden, die eine Methodik zur Analyse von Informationskomplexität im PEP aufweisen muss. Diese Anforderungen sind in Abbildung 3.1 grafisch dargestellt.

Die Anforderungen bezüglich der **thematischen Relevanz** ergeben sich direkt aus der Zielstellung der Methodik (vgl. Zielsetzung S. 5). Um eine Beschreibung und Bewertung der Informationskomplexität vorzunehmen muss eine Methodik in der Lage sein, eine Bewertung der quantitativen Faktoren der Informationskomplexität im PEP vorzunehmen. Um hierauf aufbauen in der Lage zu sein, zu einer Erhöhung der Transparenz, der Flexibilität und der Durchgängigkeit innerhalb der Informationsflüsse beizutragen, muss weiterhin eine Methodik vorhanden sein, die aus den Erkenntnissen der Bewertung differenzierte und ursachenge-

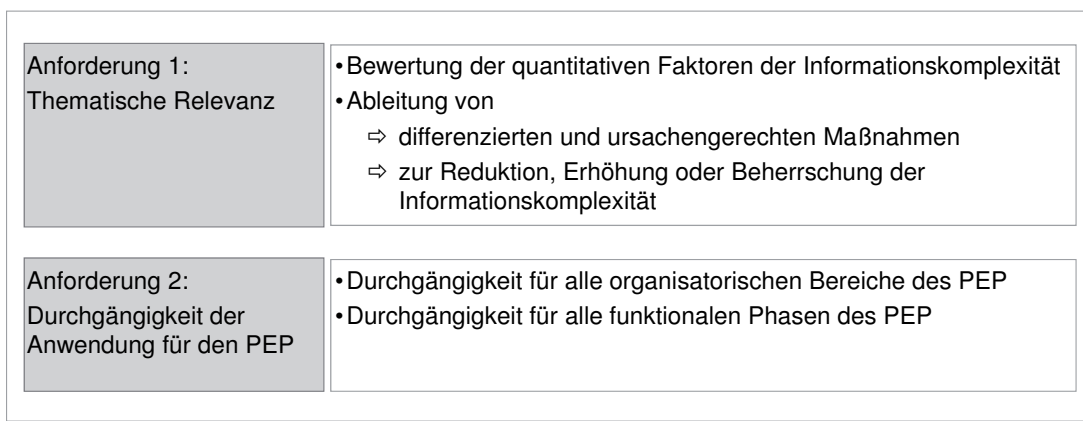


Abbildung 3.1: Anforderungen an eine Methodik zur Analyse von Informationskomplexität im PEP

rechte Maßnahmen zur Reduktion, Erhöhung oder Beherrschung der Informationskomplexität ableiten kann.

Die Anforderungen bezüglich der **Durchgängigkeit** im Wertschöpfungsnetzwerk ergeben sich aus der Zielsetzung, dass die Methodik im gesamten Produktentstehungsprozess anwendbar sein muss. Da der PEP heutzutage auf Wertschöpfungsnetzwerke verteilt ist (vgl. S. 2), muss die Methodik erstens auf alle organisatorischen Bereiche der Wertschöpfungsnetzwerke anwendbar sein, die in den PEP involviert sind. Zweitens muss die Methodik ebenfalls für alle funktionalen Phasen des PEP anwendbar sein.

Inwieweit bereits bestehende Ansätze zum Management von Informationskomplexität diese Anforderungen erfüllen, wird nachfolgend detailliert beschrieben.

3.2 Bestehende Komplexitätsmaße mit Potential für den Bewertungsansatz

Um die Komplexität eines Systems nachvollziehbar verändern zu können, ist es notwendig, Komplexität bewerten zu können. Chryssolouris geht in diesem Gedankengang sogar einen Schritt weiter und fordert, dass Komplexität quantifizierbar gemacht werden muss, damit ein System nachvollziehbar hinsichtlich seiner Komplexität verändert werden kann. Wiendahl und Scholtissek unterstützen diese Meinung und merken an, dass hierdurch Maßnahmen in ihren Auswirkungen eindeutiger zugeordnet und eine fundierte Entwicklung von Ansätzen zur Reduktion überflüssiger Komplexität durchgeführt werden könnte. [WS94, S. 539]

Aber kann Komplexität überhaupt quantifiziert werden? Komplexe Systeme sind nach Auffassung von Ulrich und Probst nur beschränkt analysierbar, weil eine völlige geistige Durch-

dringung von komplexen Systemen aufgrund der Systemdynamik und der Begrenztheit menschlicher Informationsverarbeitungskapazität nicht möglich ist [UP01, S. 106 f., 109; SW93, S. 34]. Ebenso ist die Analysemöglichkeit davon abhängig, welche Elemente zur Betrachtung des Systems ausgewählt wurden [Bal93, Sp. 55]. Somit kann Komplexität nicht unabhängig von dem Entscheidungsträger als erkennendes bzw. gestaltendes Subjekt zu sehen sein und ist somit nicht objektiv analysierbar. [Wil01, S. 17 ff.] Eine weitere Schwierigkeit in der Messung von Komplexität sieht Luhmann darin, eine Bemessungsgrundlage für die Komplexität zu finden. Wenn, dann könne Komplexität nur mehrdimensional gemessen werden, so lautet die Auffassung von Luhmann. [Luh68, S. 205]

Trotz dieser schwierigen Rahmenbedingungen haben einige Autoren den Versuch der Messung von Komplexität unternommen. Diese Wissenschaftler haben ihre Maße nicht entwickelt um Informationskomplexität zu beschreiben, sondern um ein allgemeingültiges Maß für Komplexität zu entwickeln. Dennoch orientieren sie sich bei ihrer Begriffsfindung größtenteils an dem Begriff der Information. Dies hängt mit der Tatsache zusammen, dass mit Zunahme der Komplexität eines Systems gleichzeitig die Menge an Information steigt, die benötigt wird um dieses System zu beschreiben [Die04, S. 13]. Daher zeigen diese Maße bereits auf, wie eng Komplexität und Information in der Wissenschaft verbunden sind.

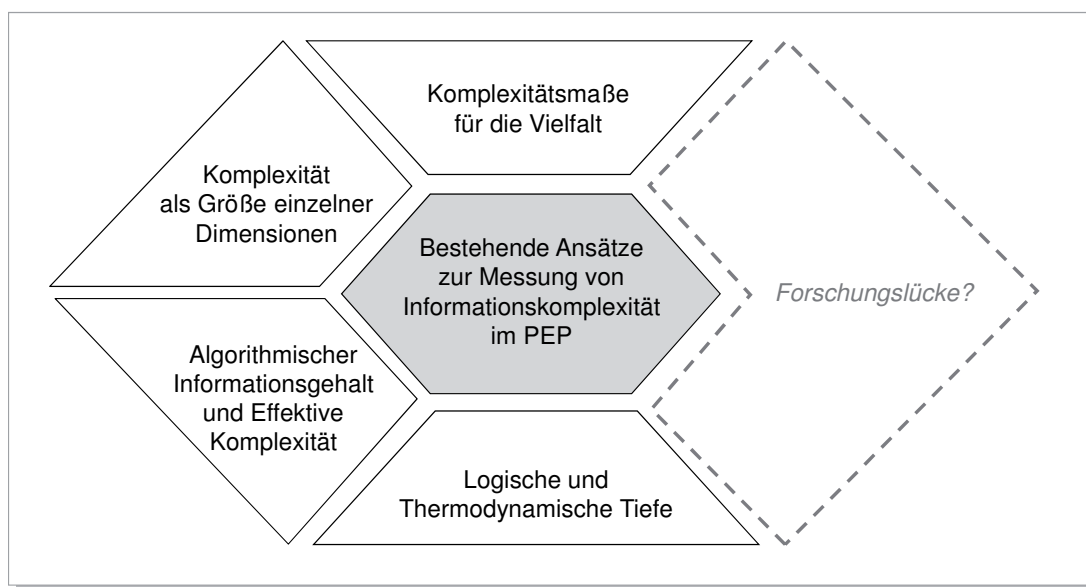


Abbildung 3.2: Mögliche Tools zur Messung von Informationskomplexität im PEP

Die bestehenden Komplexitätsmaße mit dem Potential zur Beschreibung und Bewertung von Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess sind in Abbildung 3.2 dargestellt. Sie werden nachfolgend vorgestellt und auf ihre Anwendbarkeit in der Methodik bewertet.

3.2.1 Komplexitätsmaße für die Vielfalt

Wie bereits aus der Definition der Komplexität auf S. 29 hervorgeht, sind komplexe Systeme dadurch geprägt, dass sie eine Vielzahl unterschiedlicher Zustände annehmen können. Hier setzen, nach Aussage von Luczak, die Maße der Varietät nach Ashby (vgl. [Ash74]) und der Entropie nach Shannon (vgl. [SW76]) an [LF97, S. 316].

Die **Varietät** wird nach Ansicht von Malik bestimmt als „die Anzahl der unterscheidbaren Zustände eines Systems, bzw. die Anzahl der unterscheidbaren Elemente einer Menge“ [Mal89, S.186] Um das Maß der Varietät zu verdeutlichen, zeigt Malik ein Beispiel anhand von Glühbirnen auf. Wird ein System von fünf Glühbirnen betrachtet, die jeweils den Zustand „an“ oder „aus“ annehmen können, so kann das System $2^5 = 32$ unterschiedliche Zustände annehmen. Die Varietät kann folglich mit Hilfe der mathematischen Kombinatorik berechnet werden. Mit Hilfe des Maßes der kombinatorischen Varietät kann nach Ansicht von Diederichs ein einheitlicher Komplexitätswert berechnet werden. Jedoch kritisiert er an der Varietät, dass es sich um eine statische Beschreibung handelt, die dem Wesen der Komplexität nicht gerecht wird. [Die04, S. 13] Bei dieser Kritik folgt er dem Gedanken von Bliss, der an dem Maß der Varietät ebenfalls kritisiert, dass unterschiedliche Zustandsfolgen innerhalb des komplexen Systems nicht berücksichtigt werden [Bli00, S. 95].

Eine Möglichkeit diese Zustandsfolgen einzubeziehen, bildet nach Auffassung von Luczak und Fricke der Ansatz der **Informationsentropie** [LF97, S. 316]. Dieses Komplexitätsmaß wurde von Shannon entwickelt und beschreibt die Information als Auftretenswahrscheinlichkeit eines Zeichens [SW76]. Obwohl dieses Maß lediglich Aussagen über die Überraschung eines Zeichens macht, wird es dennoch als Komplexitätsmaß eingesetzt. [Rau89, S. 14] Der Grund hierfür liegt darin, dass die Entropie ein Maß für die nicht zufälligen Regelmäßigkeiten innerhalb eines Systems beschreibt. Dieses Maß der Informationsentropie besitzt gegenüber der Varietät nach Auffassung von Diederichs zwar den Vorteil, dass es dynamisch einsetzbar ist, jedoch kann es nicht direkt auf nicht-physikalische Systeme angewendet werden [Die04].

Nach Kirchhoff handelt es sich bei beiden Komplexitätsmaßen um „sehr hoch verdichtete Informationen [...], aus denen sich nur schwer strukturgestaltenden Aussagen herleiten lassen.“ [Kir03, S. 65] Aus diesem Grund können sich seiner Auffassung nach keine konkreten Rückschlüsse aus diesen Komplexitätsmaßen ableiten lassen. Der Grund hierfür ist, dass sie nur für kleine Teilsysteme gültig sind und nur in Verbindung mit wirtschaftlichen Größen Sinn ergeben. [Kir03, S. 65; AJ98, S. 11] In Hinblick auf diese Diskussion schlussfolgert Malik, dass es sich bei den Varietäten nur um vergleichende Größen handelt, die in der Pra-

xis nur unter hohem finanziellem Aufwand gemessen werden können. Daher gehe es seiner Auffassung nach nur um die Gegenüberstellung und die Balance von Varietäten. [Mal89, S. 197]

Thematische Relevanz – Eine Bewertung der quantitativen Faktoren der Informationskomplexität ist mittels der Varietät und der Informationsentropie nur eingeschränkt möglich, da aus diesen Komplexitätsmaßen keine strukturgestaltenden Maßnahmen abgeleitet werden können. Dies ist jedoch in der Analyse der Informationskomplexität das Ziel der Bewertung.

Durchgängigkeit im PEP – Das Komplexitätsmaß der Varietät lässt zwar nur statische Betrachtungen zu, diese können jedoch für alle organisatorischen und funktionalen Bereiche des PEP eingesetzt werden. Daher ist für dieses Maß eine Durchgängigkeit gegeben. Dem entgegen ist das Maß der Informationsentropie nicht für soziale Systeme anwendbar und kann somit nicht eingesetzt werden um Wertschöpfungsnetzwerke in der automobilen Produktentstehung auf ihre Informationskomplexität hin zu untersuchen.

Fazit: Es lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die Varietät als Komplexitätsmaß die durch die Zielstellung geforderten Anforderungen erfüllt. Jedoch ist sie auf die reine Vielfaltsermittlung beschränkt und kann daher nur eingeschränkt für Maßnahmenableitungen eingesetzt werden. Das Maß der Informationsentropie erfüllt die Anforderungen nicht und kann daher nicht eingesetzt werden.

3.2.2 Komplexität als Größe einzelner Dimensionen

Die Autoren Reiß und Höge teilen die Auffassung, dass die Messung der Komplexität nur mehrdimensional möglich ist und über den Begriff der Varietät hinausgehen sollte. Aus diesem Grund unternehmen sie in ihren Werken den Versuch, die Komplexität als Größe einzelner Dimensionen zu beschreiben. Die Komplexität bestimmen sie über die Dimensionen „Vielzahl“, „Vielfalt“, „Vieldeutigkeit“ und „Veränderlichkeit“. Diese Dimensionen weisen jeweils für die Sektoren der Elementen- und Relationenkomplexität unterschiedliche Teildimensionen auf. [Hög95, S. 29; Rei93a, S. 58] Die Zusammensetzung der Merkmalsausprägungen der Teildimensionen kann nach Auffassung von Mayntz et al. als die gesuchte Merkmalsausprägung der komplexen Merkmalsdimension betrachtet werden [MHH78, S. 41]. Höge und Friedrichs setzen an diesem Gedanken an und schlagen vor, eine indirekte Messung der Merkmalsdimension mittels Indikatoren durchzuführen [Hög95, S. 38; Fri90, S. 164]. Diese Zusammenhänge sind in Abbildung 3.3 dargestellt.

Dimensionen Komplexitäts- Sektoren	Vielzahl	Vielfalt	Vieldeutigkeit	Veränderlichkeit
Elementen- komplexität	Größe	Diversität	Freiheitsgrade	Dynamik
Relationen- komplexität	Kopplungsgrad	Divergenz	Unschärfe	Chaos

○ = Komplexitätsindikatoren

Abbildung 3.3: Das mehrdimensionale Konzept der Komplexitätsfaktoren nach Reiß [Rei93a, S. 58]

Jedoch bildet die Indikatorenwahl ein Problem, da für die einzelnen Dimensionen eine Vielzahl von Indikatoren festzulegen ist. Ein Indikator pro Dimension würde nach Aussage von Budäus und Dobler aufgrund der Mehrdeutigkeit des Dimensionsbegriffes nicht ausreichen. [BD77, S. 62 f.] Die Frage stellt sich nun, wie groß die Vielzahl an Indikatoren für einen mehrdeutigen Begriff sein muss [Fri90, S. 164]. Nach Höge ist für jede Teildimension mindestens ein Indikator erforderlich. Weiterhin stellt Höge fest, dass ein einzelner Indikator zwei unterschiedliche Dimensionen gleichzeitig abbilden kann. Somit besteht eine „Indikatorredundanz“ [Hög95, S. 39].

Das Ziel der Komplexitätsmessung sollte es jedoch ausdrücklich nicht sein, einen Gesamt-Komplexitäts-Index zu erstellen. Dies wäre aufgrund der unterschiedlichen Skalen der Komplexitätsdimensionen kaum möglich, da bei der Addition der Messwerte Gewichtungsprobleme entstehen würden, und der Indikator somit nur schwach aussagekräftig wäre. Daher sollte nicht von einer einzigen Komplexität eines Systems ausgegangen werden [Dör03, S. 61]. Jedoch erscheint es nach Höge auch nicht sinnvoll zu sein, die Komplexitätsdimensionen separiert zu betrachten, da der Komplexitätsbegriff zur Klammerung der in Verbindung stehenden Dimensionen notwendig ist [Hög95, S. 40].

Diederichs kritisiert an diesem Konzept, dass durch die quantitativen Maßnahmen das Potential der Komplexität nur begrenzt ausgeschöpft wird. Hierbei stützt er sich auf die Aussagen von Bliss, dass in diesen quantitativen Maßen der qualitative Aspekt der hochgradig vernetzten Elemente in einem komplexen System vernachlässigt werden (siehe hierzu [Bli00, S. 92]).

Thematische Relevanz – Eine Bewertung der quantitativen Faktoren der Informationskomplexität ist mittels der Betrachtung von Komplexität als Größe einzelner Dimensionen prinzipiell möglich. Zwar ist eine Bewertbarkeit der Maße nicht grundsätzlich, sondern nur im

Vergleich möglich, doch wird in dieser Arbeit gemäß den Diskussionen von S. 47 davon ausgegangen, dass die Komplexität nur im Vergleich bewertet werden kann. Weiterhin lassen sich aus dieser Komplexitätsbestimmung sehr gut strukturgestaltende Maßnahmen ableiten, die sich jeweils auf eine Veränderung der einzelnen Dimensionen beziehen.

Durchgängigkeit im PEP – Die durchgängige Anwendung des Komplexitätsmaßes ist für alle organisatorischen und funktionalen Bereiche des PEP gegeben. Einschränkungen für die Anwendung konnten nicht identifiziert werden.

Fazit: Es lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die Bestimmung von Komplexität als Größe einzelner Dimensionen sowohl die Anforderungen der Thematischen Relevanz als auch der Durchgängigkeit im PEP erfüllen. Ein Kritikpunkt ist jedoch, dass der Ansatz sich nicht spezifisch auf Informationen oder Informationssysteme bezieht.

3.2.3 Algorithmischer Informationsgehalt und Effektive Komplexität

Werden komplexe Systeme in Form einer Bitfolge beschrieben, so lässt sich ihre Komplexität mit dem informationstheoretischen Komplexitätsmaß des „**algorithmischen Informationsgehaltes**“ bestimmen [GM95, S. 75]. Zu diesem Gedankengang der algorithmischen Komplexität wurden von Komogorov, Chaitin und Solomonoff unabhängig voneinander Komplexitätsmaße entwickelt. Der Ansatz der algorithmischen Komplexität schlägt vor, die Komplexität eines Objektes durch die Länge der kürzest möglichen Beschreibung des Objektes zu messen. Alle drei Autoren gingen hierbei von einer Turingmaschine aus. Dies ist eine Idealvorstellung eines „Universalrechners“ mit unbegrenzter Speicherkapazität. Die Länge der kürzesten Systembeschreibung wird in dieser Turingmaschine gemessen durch die Länge in Bits, die das kürzeste Programm benötigt um die Systembeschreibung in ihrer Bit-Folge zu drucken und zu stoppen. [Cha74, S. 29]

Wie Nørretranders anmerkt, bedeutet dieser Ansatz jedoch, dass die größte Komplexität in einer Zufallsfolge aufzufinden wäre. Schließlich ließe sich diese nicht kürzer ausdrücken. Da dies jedoch nach Auffassung von Nørretranders nicht mit dem intuitiven Verständnis von Komplexität übereinstimmt, stuft er diesen Ansatz als irreführend ein. [Nør94, S. 126] Ein weiterer Kritikpunkt an der algorithmischen Komplexität liegt darin, dass nie bewiesen werden kann, dass die kürzest mögliche Beschreibung eines Systems gefunden wurde. Lediglich ein Gegenbeweis könnte erbracht werden. [Die04, S. 15 und die dort verwiesene Literatur]

Um der Problematik der Zufallsfolgen der algorithmischen Komplexität zu entgehen, entwickelt Gell-Mann dieses Komplexitätsmaß weiter. Er stellt die „**Effektive Komplexität**“ als

optimiertes Komplexitätsmaß vor. Dieses beschreibt die Regelmäßigkeiten in einem System oder einer Zeichenfolge, die sich nicht durch Zufall ergeben haben. [GM95, S. 93 f.] Eine maximale Komplexität ergibt sich bei diesem Maß durch ein mittleres Maß an Ordnung, während vollkommene Ordnung und vollkommene Unordnung keine Komplexität aufweisen [Die04, S. 18].

Thematische Relevanz – Eine Bewertung der quantitativen Faktoren der Informationskomplexität ist mittels der Effektiven Komplexität möglich. Jedoch muss für dieses Maß der Umweg über die Bewertung der Systembeschreibung erfolgen. Eine direkte Bewertung des Systems ist nicht möglich. Dies sollte sich in der Analyse der Informationskomplexität jedoch nicht störend auswirken, da hier die Information, die von Natur aus eine Beschreibung eines Systems darstellt, im Mittelpunkt steht. Das Komplexitätsmaß der algorithmischen Komplexität kann dementsprechend nicht eingesetzt werden, da dieses Maß nicht beweisbar ist und somit nicht zur Entscheidungsfindung im Unternehmen eingesetzt werden kann. Ebenso kann dieses Maß aufgrund der obig diskutierten Zufallsproblematik nicht eingesetzt werden.

Durchgängigkeit im PEP – Beide Komplexitätsmaße lassen sich nur sehr schwer in der Praxis umsetzen, da sich nicht alle Informationsprozesse in Bits erkennen oder umwandeln lassen. Daher ist eine Durchgängigkeit im PEP für diese beiden Maße nicht gegeben.

Fazit: Es lässt sich zusammenfassend feststellen, dass weder die algorithmische noch die effektive Komplexität als Komplexitätsmaß für die Analyse der Informationskomplexität im PEP eingesetzt werden können.

3.2.4 Logische und Thermodynamische Tiefe

Der von Bennett entwickelte Ansatz der „**Logischen Tiefe**“ beschreibt im Gegensatz zu der Algorithmischen und der Effektiven Komplexität nicht die Information, die am Ende des Rechenprozesses übrig geblieben ist, sondern diejenige, die aussortiert wurde [Ben88]. Die Logische Tiefe „ist also Ausdruck für den Prozess, der zu einer bestimmten Menge Information führt, weniger für die Menge der Information selbst, die erzeugt wird und dann mitgeteilt werden soll“ [Nør94, S. 128].

Nørretranders merkt jedoch an, dass Bennett voraussetzt, alles könne als Ergebnis eines Rechenprozesses verstanden werden. Jedoch besteht, so merkt Nørretranders an, das menschliche Gehirn nicht aus Rechnern. Er urteilt hierzu „Die Idee ist richtungsweisend, nicht so sehr die Definition des Begriffs.“ [Nør94, S.133]

An dieses Maß von Bennett angelehnt, haben Lloyd und Pagels das Maß der „**Thermodynamischen Tiefe**“ entwickelt. In diesem wird die „Komplexität als die Menge an Information definiert, die während des Entstehungs- und Entwicklungsprozesses eines Systems aussortiert worden ist“ [Nør94, S. 137]. Somit handelt es sich nicht um ein logisches, sondern um ein historisches Komplexitätsmaß. Lloyd und Pagels gehen hier nicht über den Umweg eines Rechenprozesses, sondern ermitteln die ausgesonderte Information über die wahrscheinlichste Entstehung durch thermodynamische und durch informationelle Ressourcen. [Nør94, S. 136 f.]

Diederichs merkt zu dem Komplexitätsmaß an, dass sich dieses Komplexitätsmaß, ebenso wie die logische Tiefe, für die Messung nicht das System selber, sondern lediglich die Beschreibung des Systems herangezogen wird. Somit können diese Maße seiner Auffassung nach nur dann herangezogen werden, wenn die kürzeste Beschreibung des Systems vorliegt. Ansonsten müsste die ermittelte Komplexität in die Komplexität des Systems und die Komplexität der Beschreibung aufgeteilt werden. [Die04, S. 20]

Thematische Relevanz – Eine Bewertung der quantitativen Faktoren der Informationskomplexität ist mittels der Logischen und der Thermodynamischen Tiefe grundsätzlich möglich. Jedoch muss auch für dieses Maß der Umweg über die Bewertung der Systembeschreibung erfolgen. Eine direkte Bewertung des Systems ist nicht möglich. Dies sollte sich in der Analyse der Informationskomplexität ebenfalls nicht störend auswirken, da hier die Information, die von Natur aus eine Beschreibung eines Systems darstellt, im Mittelpunkt steht.

Durchgängigkeit im PEP – Das Komplexitätsmaß der Logischen Tiefe kann nicht durchgängig im PEP eingesetzt werden, da für ihre Bestimmung der Umweg über einen Rechenprozess erforderlich ist. Daher kann dieses System nicht für soziale Systeme eingesetzt werden. Das Komplexitätsmaß der Thermodynamischen Tiefe demgegenüber benötigt diesen Umweg nicht. Es ermittelt die ausgesonderte Information über die wahrscheinlichste Entstehung durch thermodynamische und durch informationelle Ressourcen, diese können in allen funktionalen und strukturellen Bereichen des PEP ermittelt werden.

Fazit: Es lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die Thermodynamische Tiefe prinzipiell als Komplexitätsmaß zur Analyse von Informationskomplexität eingesetzt werden kann. Die Logische Tiefe erfüllt die Anforderungen nicht und kann daher nicht für die Analyse eingesetzt werden.

3.3 Elemente der Geschäftsprozessoptimierung mit Potential für den Managementansatz

Ansätze zum Komplexitätsmanagement sind in der Wissenschaft und Praxis derzeit vermehrt aufzufinden. Der Grund für diesen starken Einsatz des Komplexitätsmanagements ist, dass die Komplexität für diverse Missstände und Ineffizienzen im Unternehmen verantwortlich gemacht wird. [RG95, S. 41] Dieser Trend wird verstärkt durch die Tatsache, dass es sich bei dem Komplexitätsphänomen um eine vertraute Problematik handelt [RG95, S. 42]. Beispielsweise die Intransparenz in der Informationssuche wird im Berufsalltag vieler Mitarbeiter anzutreffen sein.

In der Praxis hat sich aus dieser Problematik heraus die Geschäftsprozessoptimierung (Business Process Optimization) etabliert, die zum Ziel hat, durch die effiziente Prozesse „die Probleme der klassischen, funktionsorientierten und stark arbeitsteiligen Organisationsstrukturen zu überwinden“ [Hüs06, S. 116]. Dies wird entweder durch Veränderungen in der Organisationsstruktur des Unternehmens oder durch Verbesserungen der Abläufe bewirkt. Die effiziente Gestaltung von Organisationsstrukturen erfolgt durch das Management von Informationskomplexität. Bei der Effizienteren Gestaltung der Abläufe stellt das Schnittstellenmanagement einen bedeutenden Aspekt dar [MJT04, S. 308; PH05, S. 46]. Diese Schnittstellen können sich innerhalb eines Geschäftsprozesses auf die Informationsinhalte, sowie deren Repräsentation in Form von Daten beziehen.

Um die Schnittstellen in den Informationsinhalten zu optimieren werden zwei unterschiedliche Ansätze eingesetzt. Dies ist erstens der Ansatz zu Senkung der Schnittstellen zwischen den Produkten und den Produktbauteilen. Dies sind Ansätze zum Management der Produktkomplexität. Weiterhin existieren Ansätze zur Reduktion der Schnittstellen innerhalb des Produktionsprogrammes. Hierbei handelt es sich um Ansätze zum Management der Produktionsprogrammkomplexität.

Um die Schnittstellen innerhalb der IT-Unterstützung zu optimieren existieren erstens Ansätze, um die Relationen der Produktdaten untereinander zu managen. Hierbei handelt es sich um Ansätze des Produktdatenmanagements. Zweitens existieren Ansätze, um die Relationen der Produktdaten zu den Produktionsdaten zu reduzieren. Diese Ansätze werden unter dem Oberbegriff der „Digitalen Fabrik“ zusammengefasst.

Diese Ansätze aus der Geschäftsprozessoptimierung sind in Abbildung 3.4 zusammenfassend dargestellt. Welche Inhalte diese Ansätze im Detail enthalten und wie gut diese auf die Problematik der Informationskomplexität im PEP übertragen werden können, wird in den nachfolgenden Absätzen beschrieben.

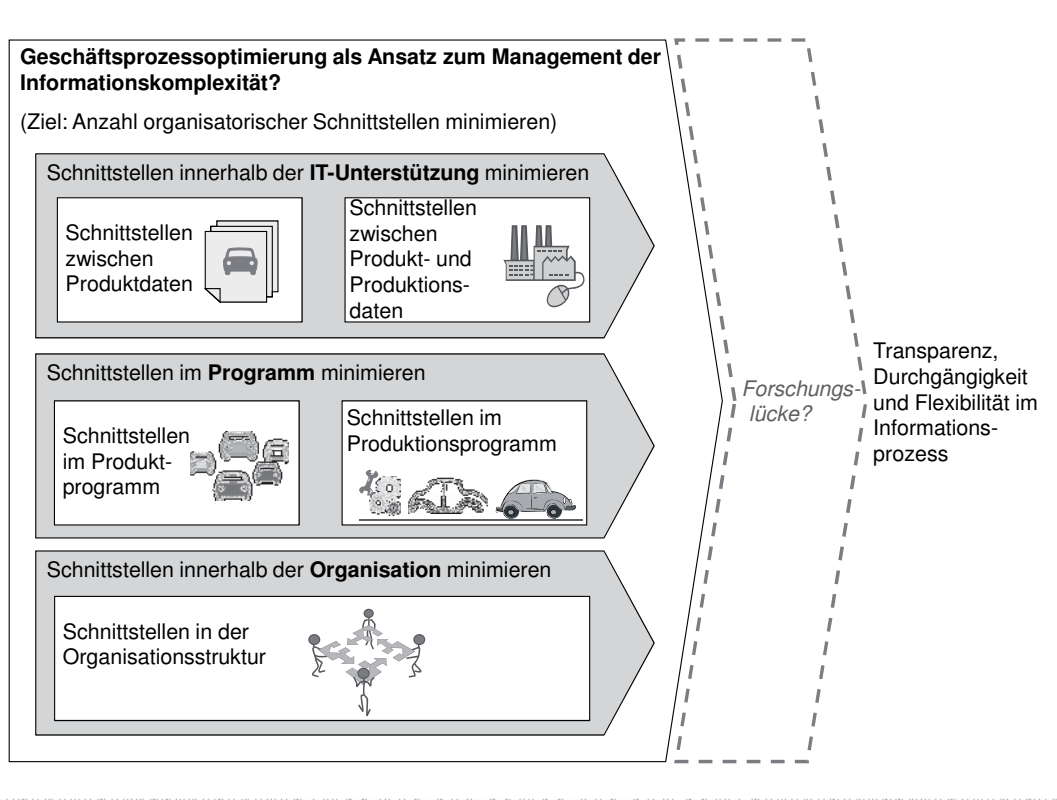


Abbildung 3.4: Mögliche Tools für den Einsatz zum Management von Informationskomplexität im PEP

3.3.1 Produktdatenmanagement zur Beherrschung von Datenkomplexität

Produktdaten bilden einen wesentlichen Bestandteil der Informationen im Produktentstehungsprozess. Somit besteht die Möglichkeit, durch Produktdatenmanagement die Informationskomplexität im PEP beeinflussen zu können. Als Produktdatenmanagement (kurz: PDM) werden nach Auffassung von Syska alle organisatorischen Aufgaben verstanden, „die sich auf die Erfassung, Bereitstellung und Archivierung von Produkten beziehen, die im Verlauf des gesamten Produktlebenszyklus entstehen und benötigt werden“ [Sys06, S. 104].

Der PDM-Einsatz hat zum Ziel, Daten und Dokumente zu verwalten und die hierfür verwendeten IT-Systeme zu integrieren. Weiterhin unterstützt der PDM-Einsatz systematische Informationsflüsse. [Sys06, S. 105] Besonders hilfreich sind PDM-Systeme im Konstruktionsbereich. Hier können die Vorteile einer schnellen Suche und Anzeige von Daten unterschiedlicher Formate sehr gut genutzt werden. [Sys06, S. 105] Die Überlegung, welchen

relativen Nutzen ein PDM-System in Abhängigkeit des Datenbefüllungsgrades aufweist, beschreibt Wehlitz in ihrer Dissertationsschrift [Weh00]. Dieser Ansatz hilft dem Anwender zu beurteilen, ab welcher Datenvielfalt es nützlich ist, ein PDM-System einzusetzen.

Im Folgenden wird nun überprüft, ob der Ansatz des Produktdatenmanagements für das Management von Informationskomplexität im PEP eingesetzt werden kann.

Thematische Relevanz – Der Fokus des Produktdatenmanagements liegt in der Beherrschung der Vielzahl und Vielfalt an Produktinformationen. Hierfür bildet das PDM eine differenzierte Maßnahme. Sie beschränkt sich im Rahmen des Managements von Informationskomplexität jedoch nicht nur auf die Ursache „Produktinformation“, sondern auch die Vielfalt an IT-Schnittstellen wird durch sie reduziert.

Durchgängigkeit im PEP – Wie bereits einleitend erwähnt, bezieht sich das Produktdatenmanagement auf den gesamten Produktlebenszyklus. Daher bezieht es sich ebenfalls auf alle Phasen und alle Funktionen, die im Produktentstehungsprozess mit den Produktdaten in Verbindung treten.

Fazit: Es kann zusammenfassend festgestellt werden, dass das Produktdatenmanagement hilft, die Informationskomplexität, die durch das Produkt ausgelöst wird, zu beherrschen. Es ist jedoch nur auf diesen Untersuchungsgegenstand beschränkt.

3.3.2 Digitale Fabrik zur Beherrschung von Datenkomplexität

Die Verwendung digitaler Abbildungen und virtueller Prototypen prägt die Diskussion um Informationskomplexität in der automobilen Produktentstehung. Die Digitale Fabrik beinhaltet ein simultanes Entwickeln und Planen innerhalb einer Virtuellen Realität. In ihr werden innerhalb virtueller Produktgespräche die Produkt-, Produktions- und Fabrik-Simulationen in einer virtuellen Welt zusammengeführt. Dies wird als „Simultaneous Virtual Engineering“ bezeichnet. Der Einsatz der Digitalen Fabrik und die Verwendung virtueller Prototypen ist nach Auffassung von Braess heutzutage unabdingbar. Er begründet dies durch eine „Mega-Komplexität“, die sich in in den letzten 50 Jahren aufgrund der steigenden Anforderungs-, Wertschöpfungsketten- und Organisationskomplexität ergeben hat. [Bra06, S. 1 f.] Diese ist seiner Auffassung nach nur durch virtuelle Prototypen zu beherrschen [Bra06, S. 8].

Doch gerade diese virtuelle Produktentwicklung im Rahmen der Digitalen Fabrik stellt nach Bertsche et al. für die Entwicklungsteams eine große Herausforderung dar. Zum einen entsteht eine Team-externe Informationskomplexität, die durch ein erhöhtes Informationsvolu-

men, einen schneller werdenden Informationsaustausch und durch eine erhöhte technische und organisatorische Vernetzung entsteht. Weiterhin liegt eine Team-interne Wissenskomplexität vor, die durch vielfältige Fachdisziplinen und Unternehmensfunktionen entsteht. [BB07] Auch Becker und Rosemann kritisieren den bisherigen Einsatz der Rechnerunterstützung. Ihrer Auffassung nach ist hierdurch eine 1:1 Abbildung der real existierenden Komplexität entstanden. Somit müssen nicht nur die bereits bestehenden organisatorischen, sondern ebenfalls die informationstechnischen Schnittstellen gepflegt werden. [BR98, S. 119 f.] Diese zusätzlich entstandene Informationskomplexität kann nach Trippner durch eine Senkung der eingesetzten Systeme, der Systemschnittstellen und der Vielfalt der verwendeten Datenformate gesenkt werden. [Tri02, S. 24]

Becker vertritt die Auffassung, dass diese Problematik der Informationskomplexität in der Digitalen Fabrik abgeschwächt werden kann, indem eine Prozessintegration vorgeschaltet wird. Diese sollte erstens mögliche Strukturanalogien identifizieren, zweitens Gleichheiten auf organisatorischer Ebene herbeiführen und drittens diese vereinfachten Prozesse durch Digitale Datenverarbeitung unterstützen. [BR98, S. 119 f.] Somit handelt es sich bei der Digitalen Fabrik um mehr als eine reine Produkt- und Prozesssimulation. Ihr Einfluss auf die Informationskomplexität kann als sehr vielfältig eingestuft werden. Im Folgenden wird nun überprüft, ob der Ansatz der Digitalen Fabrik für das Management von Informationskomplexität im PEP eingesetzt werden kann.

Thematische Relevanz – Eine thematische Relevanz ist für den Ansatz der Digitalen Fabrik gegeben, da er eine Maßnahme zur Beherrschung der Vielfalt und Vieldeutigkeit von Informationen darstellt. Wie die Merkmale von Trippner aufzeigen, kann hier auch differenziert eingegriffen werden. Unterstützend ist ebenfalls der Fakt, dass die Digitale Fabrik sowohl die Prozesse, als auch die IT-Systeme und die Dokumente in ihre Betrachtungen einbezieht. Somit können ursachengerechte Maßnahmen eingeleitet werden. Durch den Einsatz der Digitalen Fabrik wird jedoch die Anzahl der Informationen stark erhöht. Es ist hierbei schwer abzuschätzen, ob diese hohe Anzahl an Informationen durch die Verwendung von Rechnerunterstützung komprimiert werden kann, sodass für den Mitarbeiter tatsächlich eine Senkung der wahrgenommenen Informationskomplexität bewirkt wird.

Durchgängigkeit im PEP – Nach Reckmann kann durch horizontale Implementierungen eine „vollständige Durchgängigkeit der Informationen und Daten über den gesamten Produktentstehungsprozess hinweg“ geschaffen werden. Hierfür ist es nach Auffassung von Reckmann jedoch erforderlich, integrierte Prozesse und Verantwortlichkeiten zu bilden. [Rec08, S. 56] Dieser Auffassung stimmt die vorliegende Analyse zu. Der Ansatz der Digitalen Fabrik hat das Potential eine vollständige Durchgängigkeit im Wertschöpfungs-

netzwerk aufzuweisen. Dies wäre jedoch nur unter hohem Aufwand oder bei vollkommen standardisierten Prozessen und Verantwortlichkeiten möglich. Der letztere Fall wird jedoch in einem komplexen System – und ein solches soll durch die Methodik analysiert werden – nie vorhanden sein. Somit kann festgehalten werden, dass die Digitale Fabrik nur mit sehr hohem Kostenaufwand und bei schwach komplexen Systemen diese Anforderung der Durchgängigkeit im Wertschöpfungsnetzwerk erfüllen kann.

Fazit: Es lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die Digitale Fabrik ein nützlicher Ansatz für die Beherrschung von Informationskomplexität im PEP ist. Jedoch kann sie ihre volle Effizienz nur entfalten, wenn sie – was sehr kostspielig ist – durchgängig im Wertschöpfungsnetzwerk eingesetzt wird.

3.3.3 Management von Produktkomplexität

Das Produkt ist ein häufiger Betrachtungspunkt derzeitiger Komplexitätsanalysen in der Automobilindustrie. Hierbei wird die technologische Komplexität des Produktes, sowie die Produktprogrammkomplexität und die Kundenstrukturkomplexität diskutiert.

Die „**technologische Komplexität**“ eines Produktes wird in drei Stufen unterteilt, die ein Produkt annehmen kann: dem einfachen Produkt, dem Systemgut und dem „KoPS“ (Komplexe Produkte und Systeme). Während ein einfaches Produkt keine Komplexität aufweist, besitzen Systemgüter bereits mittlere bis hohe technische Komplexität. Komplexe Produkte und Systeme zeichnen sich nach Schmidt durch drei Eigenschaften aus: ihre systemische Struktur, ihre große Anzahl an Interaktionen von Komponenten und Subsystemen und ihre Eigenschaft, dass kleine Veränderungen an Komponenten die Funktionalität des Systems bereits stark beeinflussen können [Sch09, S. 95, 103 f.]. Aus der technologischen Komplexität ergibt sich aufgrund der hohen Anzahl stark voneinander abhängiger Maße und Toleranzen, ebenso wie den Werk- und Betriebsstoffen, eine hohe Anzahl vernetzter Informationen.

Auch die „**Produktprogrammkomplexität**“ hat Auswirkungen auf die Informationskomplexität. Sowohl eine stetige Erhöhung der Anzahl und Variabilität der miteinander verbundenen Sach- und Dienstleistungen, sowie eine Vielfalt an rechtlichen, politischen, gesellschaftlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen erzeugen nach Schmidt eine Umweltkomplexität. [Sch09, S. 92] Die hierdurch entstehende hohe Teileanzahl und Heterogenität der zu bearbeitenden Planungs- und Logistikumfänge wirkt sich direkt auf die Informationskomplexität aus [May07, S. 109]. Beispielsweise der Aufwand für das Erstellen und Verwalten technischer Unterlagen nimmt hierdurch im erheblichen Umfang zu [Bli00, S. 9].

Weiterhin ist auf vielen Märkten eine autonome Individualisierung vorzufinden, die zu einer Fragmentierung der Märkte mit stark veränderlichen Bedürfnissen führt [Bli00, S. 5]. Hierdurch entsteht eine „**Kundenstrukturkomplexität**“. Diese Kundenstrukturkomplexität wird zusätzlich noch von den geringen Abnahmemengen der Kunden geprägt [Sch09, S. 92]. Auch die Globalisierung und Deregulierung der Märkte führt zu einer hohen Anzahl an Produktvarianten [Bli00, S. 5]. Die Varianten eines Produktes können unterteilt werden in artspezifische, zeitliche und mengenmäßige Unterschiede [ESC88, S. 47]. Durch diese Unterschiede ergibt sich ein hoher Pflegeaufwand für eine Vielfalt an produktspezifischen Daten.

In der Literatur wurden bereits unterschiedliche Vorgehensweisen zum Management der Produktkomplexität entwickelt, wie beispielsweise die Schrift von Bohne zur Identifizierung und Gestaltung vielfaltsinduzierter Kosten in der Automobilindustrie [Boh98]. Diese Ansätze in der Literatur beziehen sich auf die technologische Komplexität und die Variantenvielfalt des Produktes. Bezogen auf die technologische Komplexität des Produktes können zwei Arten von Maßnahmen genannt werden. Erstens bestehen Maßnahmen zur Produktstandardisierung. Diese werden als Mittel zur Vermeidung oder Reduktion der technologischen Komplexität eingesetzt [HMS04, S. 142 ff.]. Die zweite Art von Maßnahmen bezieht sich auf Modellstrategien. Diese beinhalten Plattformstrategien zur Verwendung derselben Bodengruppen, Modellpflegen zur Überarbeitung bestehender Fahrzeugmodelle, sowie Modulstrategien zur Verwendung von Gleichteilen [Cor02, S. 163]. Durch die Modellstrategien lässt sich eine vorhandene technologische Komplexität leichter beherrschen. In Bezug auf Variantenvielfalt durch die Produktprogramm- und Kundenstrukturkomplexität wurden Maßnahmen zum effizienten Einsatz von Differenzierungsstrategien entwickelt. Einzelne Ansätze sind hier beispielsweise die Generischen Wettbewerbsstrategien nach Porter, die Outpacing Strategie nach Gilbert und Strebel, die Idealtypischen Strategien nach Pümpin oder die Strategie zur Wirtschaftlichkeit durch Menge oder Vielfalt von Warnecke [SS01, S. 47ff. und die dort verwiesene Literatur].

Im Folgenden wird nun überprüft, ob die Ansätze zum Management von Produktkomplexität für das Management von Informationskomplexität im PEP eingesetzt werden können.

Thematische Relevanz – Die oben beschriebenen Methoden bilden gute Ansätze für eine Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Reduktion von produktspezifischen Ursachen der Informationskomplexität. Eine Differenziertheit ist bei diesem Ansatz gegeben, da sowohl die Auswirkung auf die Anzahl, als auch die Vielfalt der Produktdaten betrachtet werden. Durch die vorgestellten Maßnahmen wäre es somit möglich, die Informationskomplexität in Bezug auf die Ursache „Produkt“ zu erhöhen, zu senken oder zu beherrschen.

Durchgängigkeit im PEP – Da das Produkt in dem gesamten zeitlichen Ablauf des Produktentstehungsprozesses eine Bedeutung hat, ist der Ansatz der Beherrschung der Produktkomplexität in dem gesamten Wertschöpfungsnetzwerk durchgängig, zumindest in seinen Auswirkungen. Die Maßnahmen selber beziehen sich jedoch meist nur auf den Funktionsbereich der Konstruktion. Sie sind jedoch teilweise auch in anderen Funktionen vertreten, wie beispielsweise die Auswirkungen auf die Informationen des fortlaufenden Controllings eines Produktes, mit deren Hilfe abschließend die Komplexitätskosten eines Fahrzeuges ermittelt werden sollen. Somit kann von einer zeitlichen und funktionalen Durchgängigkeit ausgegangen werden.

Fazit: Es lässt sich zusammenfassend feststellen, dass der Ansatz zum Management der Produktkomplexität für die Bekämpfung der Ursachen der Informationskomplexität eingesetzt werden kann. Einen Ansatz zur Ableitung allgemeiner Handlungsstrategien bildet das Management von Produktkomplexität jedoch nicht.

3.3.4 Management der Produktionsprogrammkomplexität

Die „Produktionsprogrammkomplexität“ wird nach Bliss durch Produktionsprogramme hervorgerufen, die folgende Eigenschaften aufweisen: erstens beinhalten sie eine Vielzahl von Teilen und Baugruppen, zweitens fertigen sie diese bei hoher Variantenvielfalt selber und drittens nehmen sie auf sehr niedriger Wertschöpfungsstufe die kunden- und auftragsbezogene Individualisierung der Produkte vor [Bli00, S. 6].

Durch die hohe Vielzahl an Teilen und Baugruppen wird eine Vielzahl an Informationen provoziert. Dieser Effekt wird dadurch verstärkt, dass die hohe Variantenvielfalt bereits frühzeitig in der Produktion auftritt und daher auch frühzeitig eine Vielfach-Haltung des Informationsbestandes notwendig wird.

Innerhalb der vier Aufgaben der Fertigungssteuerung – der Auftragserzeugung, der Auftragsfreigabe, der Reihenfolgebildung und der Kapazitätssteuerung – wird die Produktionsprogrammkomplexität in der Praxis durch zwei sich unterstützende Maßnahmen reduziert: [Sch08, S. 333 f.]

- Reihenfolgebildung anhand der Perlenkette: Vor dem Produktionsstart werden die Kundenaufträge in eine unveränderbare Auftragsreihenfolge gebracht. Hierdurch sind Produktionstermine und die Inhalte der Produktionsaufträge bereits vorher festgelegt. Alle unterstützenden Prozesse richten sich an dieser Bearbeitungsreihenfolge der Aufträge aus. [WS01, S. 18]

- „Späte Taufung“ in der Auftragsfreigabe: Mit der Festlegung der Auftragsreihenfolge wird der Zeitpunkt bestimmt, ab dem ein Auftrag in der Fertigung bearbeitet wird. Hierdurch wird die Bereitstellung des Materials ausgelöst, welches anschließend nur noch für diesen Auftrag eingesetzt werden darf. [Sch08, S. 334] Da die Zuordnung des Kundenauftrages zu einem Produkt erst spät erfolgt, wird das hohe Volumen auftragsbezogener Informationen erst spät in der Produktion benötigt [MS09].

Im Folgenden wird nun überprüft, ob der Ansatz der Reduktion der Produktionsvielfalt für das Management von Informationskomplexität im PEP eingesetzt werden kann.

Thematische Relevanz – Die oben beschriebenen Methoden bilden gute Ansätze für eine Ableitung von Handlungsempfehlungen bezüglich der Reduktion von Ursachen der Informationskomplexität bezüglich der Produktionsinformationen, also eines wesentlichen Kommunikationsinhaltes. Eine Differenziertheit ist bei diesem Ansatz gegeben, da sowohl die Auswirkung auf die Anzahl, als auch die Vielfalt der Produktionsdaten betrachtet werden. Durch die vorgestellten Maßnahmen wäre es somit möglich, die Informationskomplexität in Bezug auf die Ursache „Produktion“ zu erhöhen, zu senken oder zu beherrschen.

Durchgängigkeit im PEP – Die Ansätze zur Beherrschung der Produktionsprogrammkomplexität beziehen sich innerhalb des Produktentstehungsprozesses nur auf die Phase der Produktionsvorbereitung. Eine Durchgängigkeit der Maßnahme ist somit weder in Bezug auf die Phase als auch die Bereiche des Produktentstehungsprozesses gegeben.

Fazit: Es kann zusammenfassend festgestellt werden, dass der Ansatz zur Beherrschung der Produktionsprogrammkomplexität eine Unterstützung bei der Bekämpfung der Ursachen der Informationskomplexität liefern kann. Einen Ansatz zur Ableitung von allgemeinen Handlungsstrategien zum Management von Informationskomplexität im PEP bildet dieser Ansatz jedoch nicht.

3.3.5 Management der Organisationskomplexität

Die Organisationskomplexität wird nach Schmidt verursacht durch „Unternehmensprozesse, die bei hoher funktionaler Arbeitsteilung sowie einer Spezialisierung, horizontale/ vertikale Prozessfragmentierungen durchlaufen und durch Schnittstellendichte, atomisierte Entscheidungsprozesse sowie eine fragmentierte Gesamtverantwortung zu einer hohen Planungs- und Steuerungskomplexität führen“ [Sch09, S. 93]. Weiterhin kann sie verursacht werden durch eine Zielkomplexität. Diese entsteht, wenn parallel eine Vielzahl unterschiedlicher strategi-

scher und operativer Ziele verfolgt wird, ohne dass die Wechselwirkungen zwischen diesen Zielen beachtet werden. [Sch09, S. 93]

Die Organisation der Produktentwicklung setzt sich aus einer Ablauf- und einer Aufbauorganisation zusammen. Die Ablauforganisation beinhaltet die Festlegung von Informations- und Materialflüssen im Unternehmen, während die Aufbauorganisation ein Unternehmen nach Aufgaben und Kompetenzen in Funktionsbereiche gliedert [VDI79]. Eine Komplexität in der Ablauforganisation bewirkt somit direkt eine Komplexität in den Informationsprozessen. Diese Auswirkungen hat Trippner untersucht, indem er sich mit den komplexitätsfördernden Kräften der Kommunikation in der Produktentwicklung beschäftigt hat. Er beschreibt hier beispielsweise die Anzahl der Kommunikationspartner und -systeme, sowie die Anzahl und Häufigkeit des Informationsaustausches als komplexitätsfördernde Kräfte. [Tri02, S. 14 ff.] Ziel seiner Arbeit ist es, ein Vorgehensmodell zum Management von Produktdaten in steigend komplexeren und dynamischeren Produktentwicklungsprozessen zu entwickeln.

Nach Auffassung von Bandte sollte jedoch nicht von einer Steigerung der Organisationskomplexität, sondern von einer gestiegenen Bedeutung der Komplexität im Unternehmen gesprochen werden. Hierfür sind seiner Meinung nach geeignete Handhabungsstrategien zu entwickeln. [Ban07, S. VII] Ziel eines solchen Ansatzes sollte es auch nach Auffassung von Luczak und Fricker sein, durch diese Maßnahmen nicht eine minimale, sondern eine der jeweiligen Situation angepasste Komplexität des Unternehmens anzustreben [LF97, S. 311]. Reiß weist weiterhin darauf hin, dass bei der Auswahl der Handlungsstrategien im mehrdimensionalen Komplexitätskonzept stets das Bewusstsein gefordert ist, dass es sich um ein geschlossenes System handelt. In diesem bewirkt eine Verringerung der Komplexität an einer Stelle immer eine Steigerung der Komplexität an einer anderen Stelle des Systems. [RG95, S. 42]

Dieses Verständnis hat Reiß in seinen Ansatz des „TUNING-Konzeptes“ integriert. Es beinhaltet Strategien zum mehrdimensionalen Management von Komplexität in Organisationen [Rei93b; Rei93c; Hög95, S. 113 ff.]. In diesem Konzept wird ebenfalls von einer Erhöhung und einer Senkung als Handlungsstrategie ausgegangen, jedoch wird diese differenziert für jede Komplexitätsdimension betrachtet. Es lassen sich sowohl auf der Objektebene, als auch auf der Relationenebene Maßnahmen der Vereinfachung und Maßnahmen der Anreicherung unterscheiden. In diesem Konzept wird die Vielzahl durch Dimensionieren, die Vielfalt durch Differenzieren, die Vieldeutigkeit durch Spezifizieren und die Veränderlichkeit durch Stabilisieren gemanagt. [Rei93b, S. 134] Die Maßnahmen sind in Abbildung 3.5 grafisch dargestellt und werden nachfolgend erläutert.

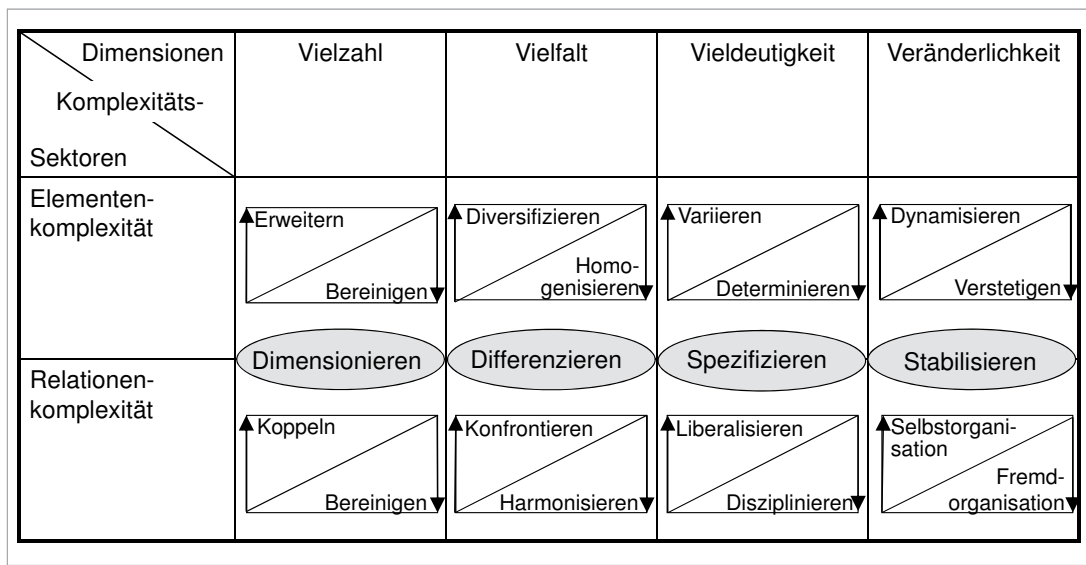


Abbildung 3.5: Tuning-Instrumente des mehrdimensionalen Komplexitätskonzeptes [Rei93b, S. 134]

Nach Auffassung von Reiß besteht das Dimensionieren elementenseitig aus der Erweiterung (Expansion) und der Bereinigung (Kontraktion) der Elementenanzahl. Als Beispiele für die Bereinigung gibt Reiß die Dezimierung an. Relationenseitig kann eine Erhöhung (Kopplung) oder eine Senkung (Entkopplung) der Kopplung der Relationen erfolgen. Für die Kopplung nennt Reiß das Beispiel des Übergangs von einer Einkreis- zu einer Zweikreisabstimmung. Als Beispiel für die Entkopplung kann seiner Auffassung nach die Modularisierung gesehen werden. [Rei93b, 134]

Die Differenzierung in dem mehrdimensionalen Konzept von Reiß besteht elementenseitig aus der Erhöhung (Diversifizierung) und der Senkung (Homogenisierung) der Elementenvielfalt. Als Beispiel für die Diversifizierung nennt Reiß die Erschaffung von Ideenvielfalt durch die Zusammenarbeit in interdisziplinären Entwicklungsteams. Die Homogenisierung beschreibt er an dem Beispiel der Unternehmenskultur, durch die eine Angleichung der Denkweisen und Grundwerte erfolgen kann. Relationenseitig kann nach Reiß eine Erhöhung (Konfrontieren) oder eine Senkung (Harmonisieren) der Relationenvielfalt erfolgen. Beispiele für diese Relationenseitige Differenzierung nennt er nicht. [Rei93b, S. 134]

Eine Spezifizierung besteht nach Reiß elementenseitig aus der Förderung der Flexibilität (Variation) und der Elimination von Freiheitsgraden (Determinierung). Die Variation kann seiner Beschreibung nach beispielsweise durch die Lernfähigkeit von Systemen erzeugt werden. Als Beispiele der Determinierung nennt Reiß die Einschränkung von Ermessens- Interpretations- und Handlungsspielräumen. Relationenseitig kann nach Reiß eine Erhöhung (Disziplinierung) oder eine Senkung (Liberalisierung) der Abhängigkeiten erfolgen. Ein Bei-

spiel für die Disziplinierung ist nach der Beschreibung von Reiß erstens das Auflösen von Zentralbereichen und die Delegation von deren Funktionen in dezentrale, geschäftsführende Bereiche. Für die Liberalisierung werden in den Beschreibungen von Reiß keine Beispiele genannt. [Rei93b, 135f.]

Die Stabilisierung besteht elementenseitig aus der Erhöhung (Dynamisierung) und Reduzierung (Verstetigung) des Variabilitätsgrades der Elemente. Als Beispiel für die Dynamisierung nennt Reiß die Verkleinerung von Serien. Eine Maßnahme für die Verstetigung ist nach der Beschreibung von Reiß beispielsweise die Einführung von Mindesttaktzeiten. Relationenseitig kann nach Reiß eine Erhöhung (Selbstorganisation) und Senkung (Fremdorganisation) des Variabilitätsgrades der Relationen erfolgen. Als Beispiel für die Fremdorganisation nennt Reiß die Einführung von detaillierten Regelungen. Die Einführung einer Selbstorganisation in der Praxis kann nach Reiß beispielsweise durch die Einführung von Fertigungssegmenten erfolgen. [Rei93b, 135f.]

Im Folgenden wird nun überprüft, ob dieser Ansatz des mehrdimensionalen Managements der Organisationskomplexität für das Management von Informationskomplexität im PEP eingesetzt werden können.

Thematische Relevanz – Das TUNING-Konzept von Reiß und Höge bildet einen guten Ansatz zur differenzierten Ableitung von Handlungsempfehlungen. Die direkte Zuordnung der Maßnahmen zu einzelnen quantitativen Faktoren der Informationskomplexität wird ermöglicht, auch wenn die Maßnahmen von ihnen leider nur benannt und nicht näher beschrieben wurden. Obwohl dieses Konzept eine gute Basis bildet, kann es jedoch nicht dazu beitragen, eine ursachengerechte Maßnahmenableitung zu bewirken.

Durchgängigkeit im PEP – Da das TUNING-Konzept auf eine allgemeine Organisation innerhalb des Unternehmens ausgerichtet ist, lässt es sich sowohl für alle Phasen, als auch für alle Bereiche innerhalb des Produktentstehungsprozesses anwenden.

Fazit: Es kann somit zusammenfassend festgestellt werden, dass die Ansätze zum Management der Organisationskomplexität es ermöglichen, die Komplexität des Informationsgeflechtes in einer Organisation gezielt zu beeinflussen. Das TUNING-Konzept von Reiß stellt einen wertvollen Beitrag zur Erreichung der Forschungsziels dieser Arbeit und bietet das Potential, eine differenzierte Maßnahmenableitung der quantitativen Faktoren zu ermöglichen.

3.4 Aufzeigen der Forschungslücke

Die vorangegangene Analyse zeigt, dass die Informationskomplexität bereits aus vielen unterschiedlichen Sichtweisen betrachtet wurde und in zahlreichen Zusammenhängen beeinflusst wird. Jedoch können diese Beiträge in unmodifizierter Form weder zur Bewertung, noch zur Beeinflussung der Informationskomplexität im PEP eingesetzt werden. Einige Ansätze weisen jedoch ein erhebliches Potential auf, durch leichte Modifikationen zu einer Methodik verbunden zu werden, die es ermöglicht die Forschungsfrage dieser Arbeit zu beantworten.

Es konnten drei Ansätze ermittelt werden, die grundsätzlich für eine **Bewertung der quantitativen Faktoren der Informationskomplexität** verwendet werden können: die Varietät, die Komplexität als Größe einzelner Dimensionen und die Thermodynamische Tiefe. Die Varietät bezieht sich jedoch nur auf die Vielfalt von möglichen Relationen. Ebenso wie die Komplexität als Größe einzelner Dimensionen bezieht sich auch der Ansatz der Varietät nur auf die allgemeine und nicht auf die Informationskomplexität. Im Gegensatz dazu hat das Maß der Thermodynamischen Tiefe einen eindeutigen Bezug zur Information, da diese die Komplexität dadurch misst, wie viel Information in einem Entscheidungsprozess ausgesondert wurde, um zu dem Ergebnis zu gelangen. Es fehlt somit ein Ansatz in der Literatur, der auf die Besonderheiten des Informationssystems des PEP zugeschnitten ist und das Potential dieser drei Ansätze vereint.

Als allgemeine Methodik zur Ableitung von **Handlungsempfehlungen zur Beherrschung, Reduktion oder Erhöhung der Informationskomplexität** konnten ebenfalls drei Ansätze ermittelt werden. Dies ist erstens das Management der Organisationskomplexität. Dieses bildet eine gute Unterstützung bei dem Management von Informationskomplexität im Unternehmen. Jedoch ist dieser Ansatz nicht auf die Spezifika eines Informationssystems bezogen. Der zweite Ansatz ist das Produktdatenmanagement zur Beherrschung von Datenkomplexität. Diese hilft Informationskomplexität zu beherrschen, die durch Produkteigenschaften ausgelöst wurden. Der dritte Ansatz ist die Digitale Fabrik im Einsatz zur Beherrschung von Datenkomplexität im produzierenden Unternehmen. Dieser Ansatz ist jedoch nur umsetzbar, wenn vorab eine vollständige Standardisierung aller Prozesse erfolgt ist. Es fehlt somit ein Ansatz in der Literatur, der auf die Spezifika der Informationskomplexität ausgerichtet ist und durchgängig im Informationsprozess lenkend eingreifen kann.

Weiterhin wurden zwei Ansätze ermittelt, die eine Hilfestellung für die **Ableitung von Ursachen** für zu hohe oder zu niedrige Informationskomplexität darstellen können. Dies sind der Ansatz zum Management von Produktkomplexität und der Ansatz zum Management der

Produktionsprogrammkomplexität. Außerhalb dieser Ursachen im Kommunikationsinhalt konnten jedoch keine hilfreichen Ansätze zur Ursachenableitung identifiziert werden. Es fehlt somit auch hier ein Ansatz in der Literatur, der alle potentiellen Ursachengruppen eines Kommunikationsprozesses in die Analyse einbezieht.

Bei der Überprüfung der Anforderungen an die Methodik für die bestehenden Ansätze aus der Literatur konnte somit festgestellt werden, dass zwar einzelne Anforderungen erfüllt werden, jedoch keine Durchgängigkeit für die Bewertungsdimensionen, die Maßnahmenableitung und die Ursachenfelder besteht. Diese fehlende Durchgängigkeit und die mangelnde Anpassung an die Spezifika der Informationskomplexität stellt folglich die Forschungslücke – und somit den Ausgangspunkt für die vorliegende wissenschaftliche Arbeit – dar. Diese Forschungslücke ist in Abbildung 3.6 grafisch dargestellt.

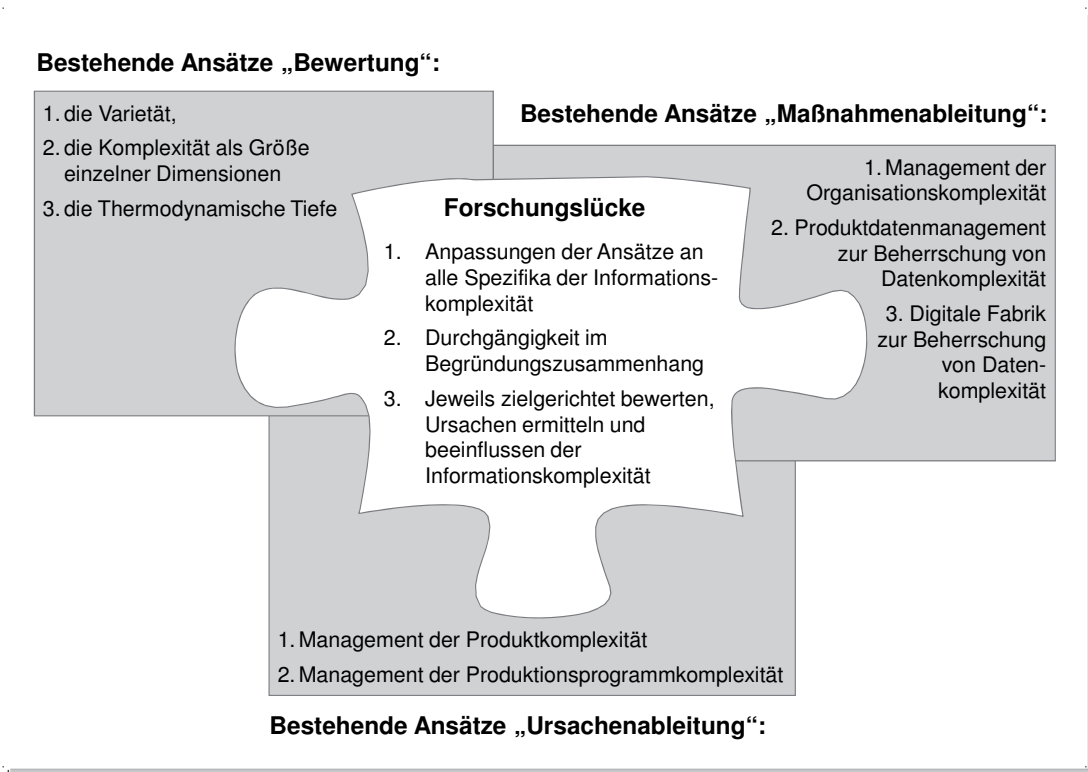


Abbildung 3.6: Skizze der Forschungslücke

Anhand dieser Forschungslücke werden im nachfolgenden Kapitel die Zielstellung und die Ableitung einer Methodik aufgezeigt, die es schaffen soll die aufgezeigte Forschungslücke zu schließen.

4 Methodik zum Management von Informationskomplexität im PEP

Die Methodik zum Management von Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess bildet das Kernstück der vorliegenden Arbeit. Ziel dieses Kapitels ist es, durch die Entwicklung einer Methodik die auf S. 65 ff. aufgezeigte Forschungslücke schließen zu können. Hierfür wird eine Methodik zur Bewertung von Informationskomplexität und zur Ableitung von Handlungsstrategien entwickelt. Nach einer Einführung in die Methodikstruktur werden die Vorgehensschritte erst in einer Übersicht dargestellt und anschließend ausführlich erläutert.

4.1 Einführung in die Methodik

Grundlage einer Methodik zum Komplexitätsmanagement sind überschaubare und begründete Strukturen, die dem Anwender die Entscheidungsfindung für jeden Handlungsschritt transparent darlegen. Ziel dieses Unterkapitels ist es, dem Leser sowohl ein Grundverständnis über das Ziel und die Herleitung der Methodikstruktur, als auch über den Aufbau der Vorgehensschritte zu vermitteln. In den nachfolgenden Abschnitten werden diese Aspekte ausführlich erläutert.

4.1.1 Ziel und Prämissen der Methodik

In dem Kapitel 3.4 zur Analyse bestehender Ansätze wurden allgemeine Anforderungen an eine Methodik zur Bewertung und zum Management von Informationskomplexität im PEP abgeleitet. Diese Anforderungen sollen auch als Zielsetzung der in diesem Kapitel abzuleitenden Methodik sein.

Ziel der Methodik ist somit: Die Entwicklung eines durchgängigen Schemas zur Analyse von Informationskomplexität in allen strukturellen und funktionalen Phasen des PEP, in der – auf Basis einer Bewertung der quantitativen Faktoren der Informationskomplexität – diffe-

renzierte und ursachengerechte Maßnahmen zur Reduktion, Erhöhung oder Beherrschung der Informationskomplexität abgeleitet werden.

Um eine Methodik zu entwickeln, die in der Lage ist die Merkmale der Informationskomplexität zu bestimmen und zu optimieren, ist zu überprüfen, ob die Methodik allgemeingültig hergeleitet werden kann oder ob sie nur unter bestimmten Bedingungen Gültigkeit aufweisen kann. Es können die folgenden vier Prämissen abgeleitet werden:

Ursachenableitung – Wie bereits auf S. 23 beschrieben, sind in einem komplexen System keine Aussagen über direkte Ursache-Wirkungsbeziehungen möglich. Der Grund hierfür liegt in der großen Anzahl an Abhängigkeiten im System. Für die Methodik zur Analyse von Informationskomplexität ist es jedoch erforderlich, dass Ursachen für Indikatoreausprägungen ermittelt werden können. Diese bilden die Basis für die Maßnahmenvorschläge. Somit ist es notwendig, den Untersuchungsrahmen so einzugrenzen, dass innerhalb dieser Untersuchungsobjekte die Aussage über eine Ursache für eine Indikatoreausprägung getroffen werden kann, die jedoch keinen Anspruch auf Alleingültigkeit besitzt. Die Aussage bezieht sich somit immer nur auf die Ursachen innerhalb eines eingegrenzten Untersuchungsrahmens und es darf nie ausgeschlossen werden, dass nicht noch weitere Ursachen für die Indikatoreausprägungen existieren.

Statische Betrachtung – Aufgrund der auf S. 27 beschriebenen hohen Veränderlichkeit innerhalb eines komplexen Systems können die Eigenschaften des Systems stets nur für einen gewissen Zustand erhoben werden. Dies bedeutet für die Methodik, dass die Indikatoreausprägungen und die Aussagen über Ursachen auch nur für einen bestimmten Zustand im System getroffen werden können.

Subjektivität – Wie bereits auf S. 25 beschrieben, ist Komplexität stets von der Wahrnehmung des Betrachters abhängig. Somit kann sie als Gesamtheit auch nur über die Wahrnehmung des Mitarbeiters ermittelt werden. Lediglich einzelne Indikatoreausprägungen können sich objektiv, das heißt nur durch Beeinflussung des Forschers, ermitteln lassen. Durch die Erfassung von subjektiven Wahrnehmungen wird die Durchführung der Methodik somit stets leicht unterschiedliche Ergebnisse liefern.

Interkulturalität – Die Analyse soll wie auf S. 66 beschrieben, durchgängig in dem Unternehmensnetzwerk durchgeführt werden. Da sich Unternehmensnetzwerke in der Automobilindustrie jedoch meist über mehrere Länder erstrecken (vgl. S. 2), sind in der Analyse kultur- und sprachenübergreifende Daten zu erheben. Im Sinne der Methodenlehre ist es als kritisch anzusehen, eine Befragung oder Analyse kulturübergreifend durchzuführen, da die Rahmenbedingungen der Probanden aufgrund der kulturellen Differenzen nicht einheitlich sind. Die

Untersuchung nun für jeden Teilbereich des Unternehmensnetzwerkes einzeln durchzuführen, würde zu sehr kleinen Stichproben führen und somit die Anonymität der Teilnehmer nicht mehr gewährleisten. Aus diesem Grund muss es für die Methodik zulässig sein, internationale Analysen in funktional ähnlichen Abteilungen durchführen zu können, solange die betrachteten Kulturen ähnlich sind.

In den nächsten Unterkapiteln wird die Methodik unter Beachtung dieser Zielstellung und der Prämissen abgeleitet.

4.1.2 Auswahl der logischen Herangehensweise

Das Ziel der Methodik besteht darin, dem Leser ein Analyseschema zur Untersuchung von Informationskomplexität im PEP und zur Ableitung von Handlungsempfehlungen bereitzustellen. Damit diese Kernproblematik folgerichtig und im Rahmen der gesetzten Prämissen allgemein gültig hergeleitet werden kann, ist es notwendig dass die Methodik einem logischen Schema entspricht. Daher wird im ersten Schritt überprüft, welches logische Schema für die Methodik geeignet ist, bevor dieses Schema im nachfolgenden Kapitel auf das Ziel der Methodik übertragen wird.

Als logische Schemata stehen für diese Methodik drei grundlegende Herangehensweisen zur Verfügung. Dies sind die nachfolgend beschriebenen deduktiven, induktiven und abduktiven Herangehensweisen. [SP67, S. 94 ff.; BKI06, S. 23 f.]

In der Herangehensweise der **Deduktion** wird von einem Gesetz und einer Prämisse auf eine Konsequenz geschlossen. [SP67, S. 94 ff.] Beierle und Kern-Isberner verdeutlichen diese Herangehensweise an folgendem Beispiel: Durch das Wissen, dass die Batterie eines Autos beim Starten aufgeladen sein soll und die Kenntnis, dass bei einem vorliegenden Auto die Batterie nicht aufgeladen ist, kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass das vorliegende Auto nicht gestartet werden kann. Die Deduktion ist jedoch immer mit der Vorstellung verbunden, dass stets korrekte Schlussfolgerungen getroffen werden und daher das neu abgeleitete Wissen immer wahr ist. [BKI06, S. 23]. Daher kann diese Herangehensweise für die Methodik nicht eingesetzt werden. Diese Betrachtung widerspricht der anfangs getroffenen wissenschaftstheoretischen Grundannahme (vgl. S. 7), dass es im Rahmen des relational-konstruktivistischen Ansatzes nicht möglich ist, auf Basis von Einzelaussagen die objektive Realität abzubilden.

In der Herangehensweise der **Induktion** wird von einer Bedingung und einer Konsequenz auf ein Gesetz geschlossen. [SP67, S. 94 ff.] Beierle und Kern-Isberner verdeutlichen diese

Herangehensweise an folgendem Beispiel: Wird wiederholt beobachtet, dass ein Auto nicht startet und hierbei eine leere Batterie vorliegt, so kann das Gesetz abgeleitet werden, dass ein Auto mit einer leeren Batterie nicht gestartet werden kann. [BKI06, S. 23] Es werden somit aus Einzelerfahrungen weiträumig anwendbare Gesetze abgeleitet. Diese sind nicht notwendigerweise als allgemeingültig anzusehen, da die Regel zwar auf den beobachteten Sachverhalt zutrifft, jedoch im Allgemeinen nicht unbedingt zutreffen muss. [Pou92, S. 31] Dies stimmt mit den auf S. 7 getroffenen wissenschaftstheoretischen Annahmen überein. Daher kann diese Herangehensweise für die Herleitung der Methodik verwendet werden.

In der Herangehensweise der **Abduktion** wird von einem Gesetz und einer Konsequenz auf eine Ursache geschlossen. [SP67, S. 94 ff.] Beierle und Kern-Isberner verdeutlichen diese Herangehensweise an folgendem Beispiel: Wenn der Beobachter weiß, dass ein Auto nicht mit einer leeren Batterie starten kann und ein vorliegendes Auto nicht gestartet werden kann, so kann auf die Ursache geschlossen werden, dass die Batterie des vorliegenden Autos leer ist. Hierbei wird ebenfalls das neu entstandene Wissen nicht notwendigerweise als wahr eingestuft. [BKI06, S. 24]. Dennoch kann diese Herangehensweise nicht für die Entwicklung der Methodikstruktur eingesetzt werden. Der Grund hierfür liegt darin, dass es nicht das Ziel ist, innerhalb der Methodik nur kurzfristig Ursachen für Problemlagen einzelner Mitarbeiter festzustellen, sondern eine langfristige Maßnahme und somit ein Gesetz abzuleiten, wie die empfundene Informationskomplexität bei den Mitarbeitern im gesamten Wertschöpfungsnetzwerk reduziert werden kann.

Fazit: Somit kann als Herangehensweise für den logischen Aufbau der Methodik die Induktion gewählt werden. Diese Herangehensweise wird nachfolgend auf das Ziel der Methodik übertragen.

4.1.3 Übertragung der induktiven Herangehensweise auf das Ziel der Methodik

Damit die induktive Herangehensweise auf ein komplexes System wie den Kommunikationsprozess übertragen werden kann, sind vorab zwei Maßnahmen durchzuführen. Dies sind, wie in Abbildung 4.1 dargestellt, erstens die Eingrenzung des Untersuchungsrahmens und zweitens die Festlegung der Indikatoren für die Beobachtung.

Trotz Einhaltung der festgelegten Prämissen ist es nicht möglich in der **Gesamtebene** „Kommunikationsprozess im PEP“ unmittelbare Beobachtungen durchzuführen. Der Grund hierfür ist, dass die Elemente und Relationen innerhalb des Systems sehr veränderlich sind. Aufgrund der hohen Anzahl an Einflussfaktoren ist es nicht möglich, diese vollständig in der

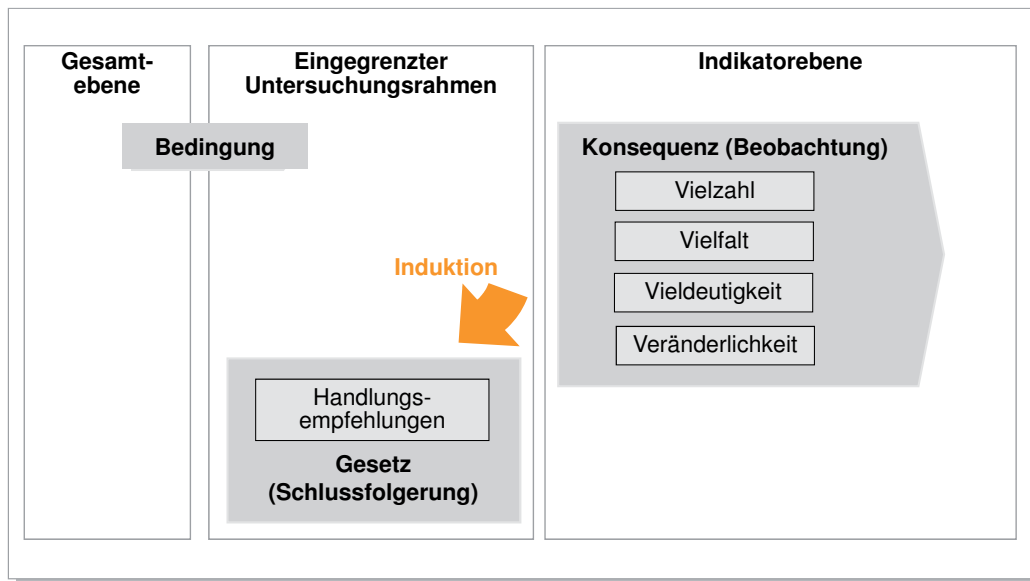


Abbildung 4.1: Übertragung der Herangehensweise auf das Ziel der Methodik

Analyse zu berücksichtigen. Daher ist es notwendig, eine **Eingrenzung des Untersuchungsrahmens** vorzunehmen und die Beobachtungen auf einer detaillierteren Ebene durchzuführen. Um Beobachtungen in diesem Detailausschnitt des Kommunikationsprozesses durchführen zu können, ist es als zweite Maßnahme notwendig, Indikatoren für die Beobachtungen festzulegen. Auf dieser Indikatorebene müssen die Indikatoren weiter operationalisiert werden, damit eine Beobachtung vorgenommen werden kann.

Als „Komplexitätsindikator“ wird hierbei nachfolgend verstanden:

Komplexitätsindikator Ein „Komplexitätsindikator“ beschreibt eine Komponente, anhand derer bestimmt wird, ob ein System die Eigenschaft der Komplexität aufweist. Er stellt jedoch keine absolute Kennzahl für die Komplexität dar, sondern soll dazu dienen, eine Abschätzung der Komplexität in Relation zu Vergleichssystemen oder zu unterschiedlichen Systemzuständen zu ermöglichen.

Durch Rücktransformation der Beobachtungen auf die Betrachtungsebene des eingegrenzten Untersuchungsrahmens können Schlussfolgerungen bezüglich der Handlungsempfehlungen zum Management der Informationskomplexität erlangt werden. Eine weitere Rücktransformation der gewonnenen Erkenntnisse von dem eingegrenzten Untersuchungsrahmen auf die Gesamtebene ist jedoch nicht möglich. Hierzu liegen in der komplexen Gesamtebene zu vie-

le Wechselwirkungen vor, so dass aufgrund der Vielfalt an Einflussfaktoren keine Aussagen über das gesamte System getroffen werden können.

Fazit: Die Übertragung der Herangehensweise des induktiven Schließens auf das Ziel der Methodik konnte somit erfolgreich durchgeführt werden. Im Folgenden wird nun die Methodik im Überblick dargestellt und ihre einzelnen Vorgehensschritte kurz erläutert.

4.1.4 Übersicht der Vorgehensschritte

Wie bereits aus der Herleitung der Methodikstruktur ersichtlich wird, setzt sich die Methodik zur Analyse von Informationskomplexität im PEP aus den drei Ebenen der Gesamtebene, des eingeschränkten Untersuchungsrahmens und der Indikatorebene zusammen. Diese drei Ebenen und die enthaltenen Vorgehensschritte sind in Abbildung 4.2 dargestellt. Insgesamt lässt sich die Methodik in fünf einzelne Vorgehensschritte unterteilen. Diese werden nachfolgend in ihrem Zusammenhang dargestellt, bevor sie anschließend in einzelnen Abschnitten detailliert beschrieben und exakte Begriffsdefinitionen vorgenommen werden.

Der erste Vorgehensschritt beinhaltet eine Aufteilung des Kommunikationsprozesses in einzelne Handlungsfelder. Dieser Schritt ist notwendig, um den betrachteten Systemausschnitt zu reduzieren und somit aussagekräftige Erkenntnisse ableiten zu können. Aus der Menge an Handlungsfeldern wird jeweils eines als zu beobachtendes Element ausgewählt. Für dieses wird anschließend die Analyse der Informationskomplexität durchgeführt. Dieser erste Vorgehensschritt der Methodik wird ab S. 74 ausführlich beschrieben.

In dem zweiten Vorgehensschritt wird das Subsystem „Handlungsfeld“ für die Betrachtung eingegrenzt. Er beinhaltet eine genaue Beschreibung der Kernprozesse, der Kommunikationsinhalte, der IT-Systeme und der Dokumente. Dieser zweite Vorgehensschritt der Methodik wird ab S. 77 ausführlich beschrieben.

Der dritte Vorgehensschritt besteht aus der Ableitung eines Handlungsbedarfes zum Management von Informationskomplexität in dem betrachteten Handlungsfeld. Dieser Handlungsbedarf wird erstens ermittelt durch das subjektive Empfinden der Mitarbeiter, dass sie sich durch Informationskomplexität in der Ausführung ihrer Arbeitstätigkeiten gestört fühlen. Zweitens wird er auf Basis der objektiven Probleme der Ressourcenverschwendung erhoben. Dieser dritte Vorgehensschritt der Methodik wird ab S. 82 ausführlich beschrieben.

In dem vierten Vorgehensschritt werden die Indikatoren der Informationskomplexität analysiert. Diese Analyse erfolgt auf Basis des bereits ermittelten Handlungsbedarfes. Hierzu werden die Ausprägungen der Komplexitätsindikatoren ermittelt und bewertet. Anschließend

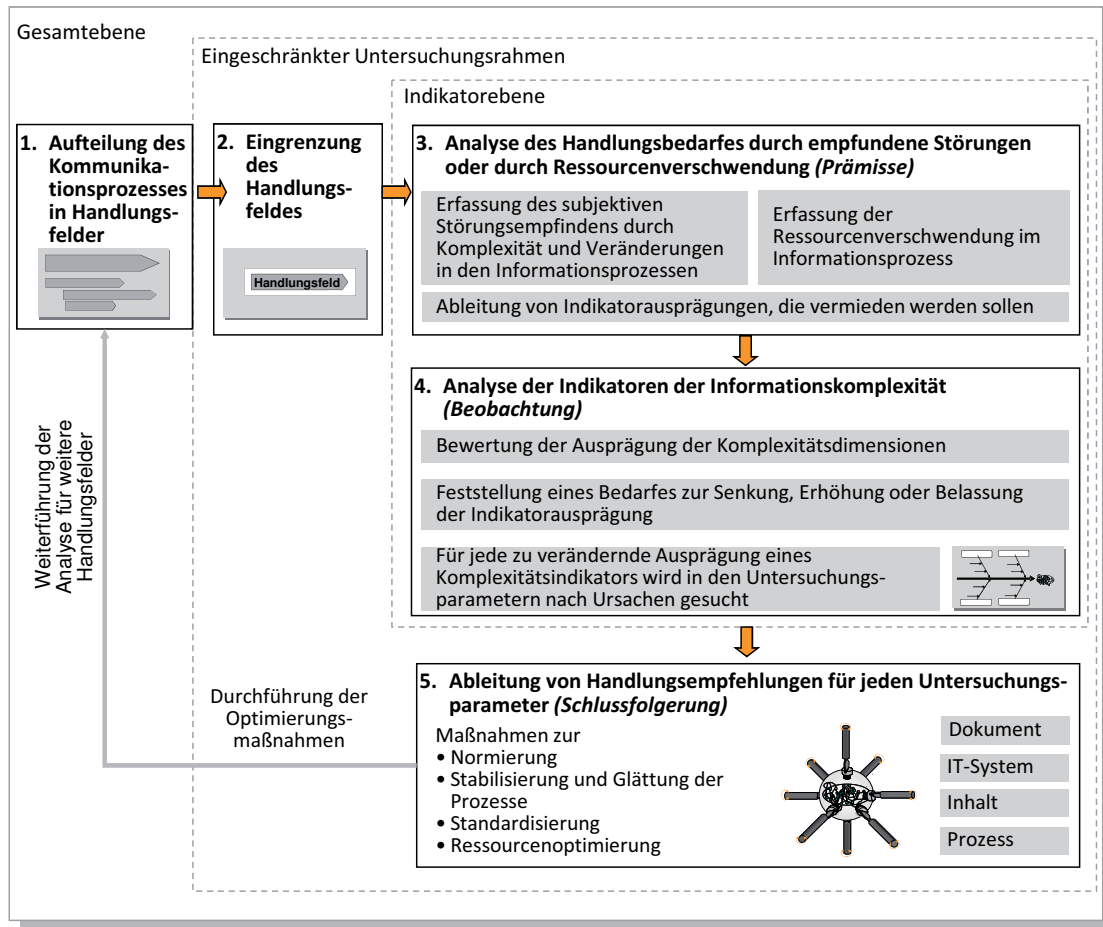


Abbildung 4.2: Übersicht der Methodik zur Untersuchung von Informationskomplexität im PEP

wird auf Basis des im vorhergehenden Untersuchungsschritt ermittelten Handlungsbedarfes bewertet, ob eine Empfehlung zur Senkung, Erhöhung oder Belassung der Indikatorausprägung ausgesprochen werden kann. Weiterhin beinhaltet der Vorgehensschritt die Untersuchung von Ursachen für die zu verändernden Ausprägungen der Komplexitätsindikatoren. Dieser vierte Vorgehensschritt der Methodik wird ab S. 86 ausführlich beschrieben.

Im fünften Vorgehensschritt werden aus dem ermittelten Handlungsbedarf, den Indikatorausprägungen und den Ursachen für jedes Untersuchungsfeld Maßnahmenvorschläge abgeleitet. Diese Vorschläge bilden Handlungsempfehlungen zur Reduktion, Erhöhung oder Beherrschung der Informationskomplexität. Dieser fünfte Vorgehensschritt der Methodik wird ab S. 108 ausführlich beschrieben.

Fazit: Es konnte somit ein Konzept für eine durchgängige Methodik zur Analyse von Informationskomplexität hergeleitet werden. Nun gilt es, die Vorgehensschritte einzeln zu präzisieren und so auszuarbeiten, dass eine Methodik entsteht, die alle bisher in dieser Arbeit abgeleiteten Anforderungen erfüllt.

4.2 Aufteilung des Kommunikationsprozesses in Subsysteme

Da es sich bei dem Produktentstehungsprozess um ein komplexes System handelt, lässt sich über den Gesamtzustand dieses Systems keine direkte Aussage treffen (vgl. S. 46). Aus diesem Grund ist eine Eingrenzung des Untersuchungsgegenstandes erforderlich, um nachfolgend Problemzusammenhänge untersuchen zu können. Daher wird in dieser Methodik das Gesamtsystem „Kommunikationsprozess“ für die Analyse in einzelne Teilsysteme aufgeteilt. Über diese Teilsysteme lassen sich jeweils Aussagen treffen. Beispielsweise lässt es sich nicht allgemein bestimmen, ob das Informationsvolumen in der Dateneingabe innerhalb einer Abteilung zu hoch ist. Die Aussage kann erst getroffen werden, wenn die einzelnen Prozesse und IT-Systeme separat betrachtet werden. Andernfalls würde die Eingabe für die E-Mail-Kommunikation mit der Eingabe von Daten in ein Kalkulationsprogramm verglichen werden, obwohl hier kein Vergleich zulässig wäre. Eine Aussage kann somit stets nur für ein konkretisiertes Teilsystem getroffen werden. Bei dieser Betrachtungsweise muss jedoch stets beachtet werden, dass auch die Gesamtheit der Aussagen über die Teilsysteme keinen Rückschluss auf den Zustand des Gesamtsystems zulässt.

Hierfür wird zuerst eine Festlegung der Systemgrenzen im Kommunikationsprozess durchgeführt, indem die ausgeführten Kernprozesse identifiziert werden. Diese werden anschließend von den Unterstützungsprozessen und sonstigen Prozessen separiert und als zusammengehörige Teilsysteme zusammengefasst. Abschließend werden diese Teilsysteme priorisiert, um eine Analysereihenfolge für die Abarbeitung in der Methodik festzulegen. Dieses Vorgehen ist in Abbildung 4.3 schematisch dargestellt und wird nachfolgend detailliert erläutert.

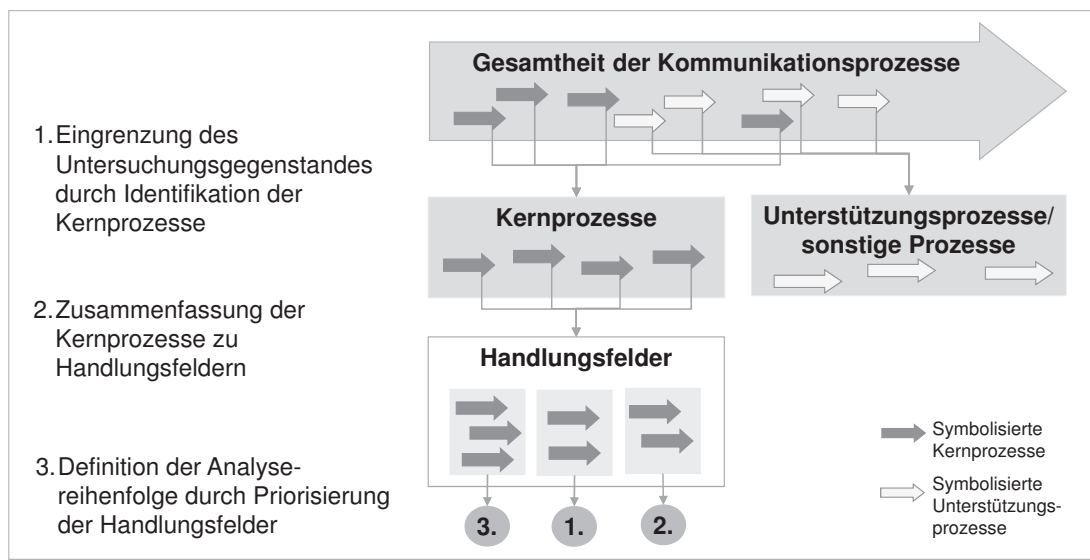


Abbildung 4.3: Ableitung und Priorisierung der Handlungsfelder

4.2.1 Eingrenzung des Untersuchungsgegenstandes durch Identifikation der Kernprozesse

Für die Untersuchung sollten nur diejenigen Teilprozesse betrachtet werden, die direkt zu der wertschöpfenden Informationsproduktion in der Produktentstehung beitragen. Diese werden nachfolgend als „Kernprozess“ bezeichnet.

Kernprozess Ein „Kernprozess“ im Sinne der Methodik zur Analyse von → *Informationskomplexität* ist ein Aufgabenkomplex der Planung und Durchführung, der zur Konstruktion und/oder Herstellung eines Fahrzeugs beiträgt.

Durch diese Eingrenzung auf Kernprozesse kann eine bessere standortübergreifende Vergleichbarkeit der Prozessinhalte erreicht werden, da die Betrachtung auf jeweils einzelne wertschöpfende Funktionen beschränkt ist. Ein Vergleich vielfältig ausgeprägter Kommunikationsprozesse wird seltener zu einer Deckungsgleichheit in den Prozessen führen, wie der Vergleich von einzelnen Kernprozessen. Hierbei sollte jedoch eine Detaillierungsebene eingehalten werden, die es ermöglicht die Arbeitstätigkeiten noch so allgemein zu beschreiben, dass sie von mehreren Mitarbeitern ausgeführt werden können. Wenn die Spezifikation zu detailliert vorgenommen wird, ist es möglich, dass die Anzahl der für die Untersuchung relevanten Mitarbeiter sehr gering wird und somit die – gerade in großen Automobilkonzernen sehr wichtige – Anonymität nicht mehr gewährleistet werden kann.

4.2.2 Zusammenfassung der Kernprozesse zu Handlungsfeldern

Bei einer Einzelbetrachtung der Kernprozesse kann es zu der Situation kommen, dass identische Inhalte aufgrund unterschiedlicher Benennungen nicht als zusammengehörig erkannt werden. Somit könnte die Analyse der Informationskomplexität stets nur bei einem sehr kleinen Personenkreis durchgeführt werden. Daher sind in dieser Methodik inhaltlich zusammengehörige Kernprozesse zu einem Handlungsfeld zusammenzufassen. Unter dem Begriff „Handlungsfeld“ wird nachfolgend verstanden:

Handlungsfeld Ein „Handlungsfeld“ im Sinne der Methodik zur Analyse von → *Informationskomplexität* ist eine Auswahl an zusammengehörigen → *Kernprozessen*, die als Dimension zur Lösung des gleichen (Teil-)Problems verstanden werden können.

Von einer inhaltlichen Zusammengehörigkeit kann somit gesprochen werden, wenn durch den Prozess das gleiche Problem gelöst werden soll. Ein Beispiel hierzu ist, wenn mehrere Prozesse das Ziel der Erstellung einer Stückliste haben, diese jedoch auf Basis unterschiedlicher IT-Systemunterstützung durchgeführt werden.

Werden zu große Unterschiede zwischen den Kriterien zugelassen, dann ist eine Analyse der Prozesse nicht vergleichbar. Sind jedoch nur sehr kleine Unterschiede zwischen den Kriterien zugelassen, so könnte die Stichprobengröße wiederum zu gering sein.

4.2.3 Definition der Analysereihenfolge durch Priorisierung der Handlungsfelder

Die Durchführung der Methodik ist so aufgebaut, dass jeweils nur ein Handlungsfeld untersucht wird. Der Grund hierfür ist die bereits genannte Notwendigkeit zur Eingrenzung der Untersuchung auf Teilsysteme. Daher sind die Handlungsfelder eines Kommunikationsprozesses nacheinander zu analysieren.

Um eine Reihenfolge für diese Abarbeitung festzulegen ist eine Priorisierung erforderlich. Diese sollte an Richtlinien orientiert sein, sich aber jeweils an die vorliegende Situation flexibel anpassen lassen.

Mögliche Anhaltspunkte für die Priorisierung sind:

- Höchste Anzahl der ausführenden Mitarbeiter,
- Höchster Grad der Verschwendung,
- Geringste Anzahl der angewendeten Systeme oder Dokumente,
- Größte Anzahl des bereits vorliegenden Datenmaterials für die Analyse,
- Höchste Anzahl an Mitarbeitern, die dieses Handlungsfeld als kompliziert oder dynamisch einstufen und sich hierdurch in der Ausübung ihrer Arbeitstätigkeiten gestört fühlen

Fazit: In diesem Vorgehensschritt konnten einzelne Teilsysteme abgeleitet werden, so dass es möglich wird, innerhalb der Methodik Informationsprozesse zu analysieren und hierfür valide Ergebnisse abzuleiten. Jedoch werden bereits hier erste Einflüsse auf den Untersuchungsgegenstand und die zu erhaltenden Ergebnisse der Methodik genommen. Ursache hierfür ist, dass durch die Definition der zu betrachtenden Elemente und Relationen dem System bereits Struktur gegeben wird und bestimmte Elemente und Relationen ausgeblendet werden.

4.3 Eingrenzung des Handlungsfeldes

Für eine erfolgreiche Analyse der Informationskomplexität eines Handlungsfeldes sind weitere Rahmenbedingungen zu setzen. Da in dem vorhergehenden Schritt bereits die Abgrenzung auf prozessualer Ebene erfolgt ist, muss nun für das Handlungsfeld untersucht werden, für welche seiner prozessualen und strukturellen Bestandteile die Komplexitätsindikatoren und die Ursachen valide und vergleichbar ermittelt werden können.

Die Vorgehensweise zur Eingrenzung des Handlungsfeldes wird nachfolgend abgeleitet und anschließend wird aufgezeigt, welche Daten zur genauen Systemabgrenzung ermittelt werden müssen.

4.3.1 Herleitung der Untersuchungsparameter

Zur Präzisierung der Analyse von Informationskomplexität in dem Handlungsfeld wird eine Eingrenzung der betrachteten Elemente vorgenommen. Diese werden nachfolgend als „Untersuchungsparameter“ bezeichnet.

Untersuchungsparameter Die „Untersuchungsparameter“ des Handlungsfeldes grenzen die in der Komplexitätsanalyse einzubeziehenden Einflussfaktoren auf das Informationssystem ein. Sie bilden somit eine Auswahl an zu betrachtenden Teilsystemen, die im Rahmen der Untersuchung analysiert und beeinflusst werden. Die abgeleiteten Handlungsempfehlungen besitzen somit nur für die Teilsysteme Gültigkeit.

Die Auswahl der Untersuchungsparameter basiert auf den prozessualen und strukturellen Bestandteilen eines Kommunikationsprozesses.

Die **prozessualen Bestandteile** des Handlungsfeldes wurden bereits im Vorgehensschritt 1 (vgl. S. 74) identifiziert und als Kernprozesse des Handlungsfeldes bezeichnet. Diese Kernprozesse werden als erster Untersuchungsparameter festgelegt.

Die weiteren Untersuchungsparameter ergeben sich aus den **strukturellen Bestandteilen** des Handlungsfeldes. Die Strukturen in einer Kommunikation ergeben sich nach Lasswell und seiner Kommunikationsformel aus folgenden fünf Komponenten: „Wer (Kommunikator) sagt was (Kommunikationsinhalt) über welchen Kommunikationskanal (Kommunikationsmedium) zu wem (Kommunikant) mit welcher Wirkungen (Kommunikationseffekt).“ [SLC46, S. 121]

Theoretisch könnten alle strukturellen Bestandteile des Kommunikationsprozesses als Untersuchungsparameter eingesetzt werden. Jedoch eignen sie sich nur unterschiedlich gut für die Analyse der Informationskomplexität in dem Produktentstehungsprozess. Aus diesem Grund ist jeder strukturelle Bestandteil auf folgende Anforderungen hin zu überprüfen:

- Können für diesen Bestandteil die Komplexitätsindikatoren valide ermittelt und verglichen werden?
- Können Ursachen aus diesem Bestandteil direkt einer Komplexitätsausprägung zugeordnet werden?

Im Folgenden wird diskutiert, welche der strukturellen Bestandteile des Kommunikationsprozesses als Untersuchungsparameter eingesetzt werden können.

Sowohl bei dem Kommunikator, als auch dem Kommunikanten kann es sich nach Tölle um mediale oder personale Quellen handeln [Töl83, S. 153 f.]. In der Methodik werden nur die medialen Quellen, also die Bereitstellung von Informationen in Dokumenten betrachtet. Dokumente lassen sich objektiv ermitteln und überprüfen. Es ist nachvollziehbar, wenn eine Information aus einem bestimmten Dokument stammt und daher kann ein Dokument als Ursache der Informationskomplexität direkt zugeordnet werden. Der Grund weshalb die personalen Quellen nicht explizit untersucht werden ist, dass es in der Analyse der Ursachen sehr schwierig wäre, diese einzelnen Personen valide als Ursache zu ermitteln und als solche zu benennen. Somit sind bei personalen Kommunikatoren die Anforderungen an einen Untersuchungsparameter nicht erfüllt. Die Dokumente als Kommunikator und als Kommunikant bilden somit den zweiten Untersuchungsparameter.

Bei Kommunikationsinhalten kann es sich sowohl um Informationen kognitiver, als auch affektiver Art handeln [KR92, S. 457 f.]. Als Untersuchungsparameter können nur Kommunikationsinhalte verwendet werden, die sich valide ermitteln und vergleichen lassen und als Ursache einer Komplexitätsausprägung zugeordnet werden können. Aus der Literaturanalyse wurde bereits ersichtlich, dass die Informationen über das Produkt und die Produktion einen entscheidenden Einfluss auf die Komplexität des Produktentstehungsprozesses ausüben (vgl S. 58 ff.). Da sich diese Informationen direkt den Produkt- oder Produktionsspezifika zuordnen lassen, können sie als Kommunikationsinhalte eindeutig als Ursache für eine Komplexitätsausprägung identifizierbar sein. Dies ist bei anderen Kommunikationsinhalten, wie beispielsweise projektmanagementbasierte Informationen nicht, oder nur mit wesentlich höherem Aufwand oder für einen wesentlich geringeren Gültigkeitsrahmen der Fall. Die Kommunikationsinhalte bezüglich des Produktes und der Produktion bilden somit den dritten Untersuchungsparameter.

Als Kommunikationsmedien im PEP wird, neben dem direkten zwischenmenschlichen Gespräch, beispielsweise die „Kommunikation zwischen Software“, E-Mails oder das Telefon verwendet. Das direkte zwischenmenschliche Gespräch, ebenso wie das Gespräch am Telefon, ist zwar für eine schnelle Reaktion auf Veränderungen und für die Bildung eines effektiven Kommunikationsnetzwerkes von entscheidender Bedeutung, kann jedoch kaum valide ermittelt werden. Auch das Zuweisen von Ursachen zu Komplexitätsausprägungen kann hier nicht valide erfolgen. Die Kommunikation mittels E-Mails ist bereits transparenter und stellt auch, wie beispielsweise in [SHB07] beschrieben, eine erhebliche Ursache für Informationskomplexität im Unternehmen dar. Jedoch wird es nur sehr schwer möglich sein, die E-Mails bestimmten Kernprozessen zuzuordnen. Es ist zu vermuten, dass der Aufwand für die Analyse den Nutzen extrem übersteigen wird. Aus diesem Grund wird die Kommunikation per E-Mail nicht als Untersuchungsparameter festgelegt. Für Analysen in einem kleinen Betrachtungsrahmen und wenigen Probanden mag es jedoch sinnvoll sein, sie als fünften Untersuchungsparameter hinzu zu ziehen. Die Kommunikation innerhalb der Projekt-, Produkt- oder Produktionsdatenmanagementsystemen ist strukturell vorgegeben und kann daher valide ermittelt werden. Auch die Zuordnung dieser Systeme als Ursachen für die Ausprägung bestimmter Komplexitätsindikatoren kann valide erfolgen. Somit bildet die Kommunikation innerhalb der Projekt-, Produkt- oder Produktionsdatenmanagementsystemen den vierten Untersuchungsparameter.

Die Kommunikationseffekte lassen sich nach Levitt in fünf Effekte unterteilen. Dies ist erstens der Communicator-Effekt, der sich aus der Präsentationsweise des Kommunikators ergibt. Der zweite Effekt ist der Audience-Effekt, der sich aus der Aufnahmebereitschaft des Empfängers ergibt. Der dritte Effekt ist der Source-Effekt, der sich aus dem positiven Image des Unternehmens ergibt. Dieser nimmt im Laufe der Zeit ab, falls keine neuen Informationen geliefert werden. Dies wird Sleeper-Effekt genannt. Abschließend kann der Message-Effekt genannt werden, der aus sich aus der Botschaft der Information ergibt. [Lev67] Diese Effekte lassen sich durch Befragungen für jeden Einzelfall erheben. Dies würde in der Analyse zwar eine gute Aufschlüsselung über die Effizienz des Kommunikationsprozesses geben, und gewisse Fehler im Prozess ließen sich hierüber identifizieren, aber auf die Informationskomplexität im PEP an sich haben die Kommunikationseffekte nur einen minimalen Einfluss. Da dieser einem erheblichen Aufwand gegenübersteht, werden die Charakteristika der Kommunikationseffekte nicht als Untersuchungsparameter eingesetzt.

Folglich können neben den Kernprozessen, auch die Projekt- Produkt- und Produktionsdatenmanagementsystemen als Kommunikationsmedien, die Dokumente als Kommunikatoren und Kommunikanten, sowie die Produkt- und Produktionsinformationen als Kommuni-

kationsinhalte für die Analyse als Untersuchungsparameter eingesetzt werden. Daher ergeben sich wie in Abbildung 4.4 dargestellt vier Untersuchungsparameter.



Abbildung 4.4: Übersicht der Untersuchungsparameter

4.3.2 Prozessuale und Strukturelle Systemgrenzen

Um die Erkenntnis der Untersuchungsparameter in der Anwendung der Methodik gewinnbringend einsetzen zu können, ist es notwendig, diese Parameter in ihren Systemgrenzen festzulegen. Würde dies nicht getan, so wäre die Ursachenfindung wiederum beliebig gestreut und somit beeinflussbar.

Prozessuale Systemgrenzen – Die Prozessuale Abgrenzung erfolgt erstens zeitlich, zweitens bezüglich der Vor- und Nachfolgerprozesse und drittens bezüglich der Relevanz für die Ausgangsproblematik. Für eine korrekte Interpretation der Ergebnisse ist es weiterhin notwendig im Vorfeld Transparenz zu erzeugen. Beispielsweise ist es für eine Interpretation der Dynamik in dem Prozess notwendig vorab zu wissen, wie oft der Prozess durchschnittlich ausgeführt wird. Andernfalls könnten eine geringe Häufigkeit von Veränderungen als geringe Dynamik interpretiert werden, obwohl der Prozess nur sehr selten ausgeführt wird und dabei stetig Veränderungen auftreten. Weiterhin ist es für die Transparenz notwendig zu wissen, von wie vielen Mitarbeitern innerhalb der betrachteten Untersuchungsgruppe der Prozess ausgeführt wird.

Strukturelle Systemgrenzen bezüglich des Kommunikationsinhaltes – Auf struktureller Ebene wird festgelegt, in welcher Detaillierung sich der Untersuchungsgegenstand mit seinen Inhalten auseinandersetzt. Bezogen auf den Kommunikationsinhalt „Produkt“ könnte dies beispielsweise bedeuten, dass es auf Varianten- oder auf Bauteilebene betrachtet wird. Für den Kommunikationsinhalt „Produktion“ würde es bedeuten, dass die Daten beispielsweise auf dem Detaillierungsgrad der Fertigungslinie, des Montageplatzes oder der Produk-

tionshilfsmittel mit in die Untersuchung einbezogen werden. Um eine Transparenz für die Untersuchung zu erlangen ist für die einzelnen Kommunikationsinhalte zunächst festzustellen, welche Datensätze und welche Klassen an Produkt- und Produktionsdaten in dem Handlungsfeld behandelt werden.

Strukturelle Systemgrenzen bezüglich der IT-Systeme – Auf IT-Ebene sollten jene Produkt-, Produktions- oder Projektmanagementsysteme identifiziert werden, die direkt an der Durchführung des betrachteten Kommunikationsprozesses beteiligt sind. Damit eine Konzentration auf die wesentlichen Kernsysteme erfolgt, ist es ratsam eine Übersicht der an der Kommunikation im Handlungsfeld beteiligten IT-Systeme bereit zu stellen. Hierdurch wird vermieden, dass wichtige Systeme übersehen und der Fokus nur auf alltägliche Systeme gelegt wird. Wichtig ist gerade in Mehrmarkenkonzernen, dass in der Übersicht die Funktionen dargestellt werden, und nicht nur die Systembezeichnungen. Aus dieser Übersicht sind vor Durchführung der Beobachtungen jene Systeme auszuwählen, die in dem betrachteten Prozess verwendet werden. Hier sind zwei Betrachtungsebenen möglich. Zum einen können alle an dem Prozess beteiligten IT-Systeme einbezogen werden, und zum zweiten kann die Betrachtung auf jene IT-Systeme beschränkt werden, die in direkter Schnittstelle mit dem Anwender stehen. Da die Untersuchung von Komplexität immer subjektiv geprägt ist, kann es sinnvoll sein, nur jene IT-Systeme einzubeziehen, mit denen der zu befragende Mitarbeiter in direkter Anwendung steht. Spätestens bei der Maßnahmenableitung müssen jedoch alle IT-Systeme einbezogen werden. Um eine Transparenz für die Untersuchung zu erlangen ist für die einzelnen IT-Systeme erstens festzustellen, von wie vielen Mitarbeitern diese IT-Systeme in dem betrachteten Handlungsfeld verwendet werden und zweitens, wie oft diese IT-Systeme angewendet werden.

Strukturelle Systemgrenzen bezüglich der Dokumente – Es empfiehlt sich, die Betrachtung der Dokumente an dieser Stelle auf einem hohen Abstraktionsgrad vorzunehmen. Da sich die Dokumente im Detail meist unterscheiden werden, kann nur durch einen hohen Abstraktionsgrad ein Vergleich ermöglicht werden. Für das nachfolgende Vorgehen wird vorgeschlagen, die Dokumente für die Modellierung des Produktentstehungsprozesses auf dem folgenden von Ehrlenspiel dargestellten Abstraktionsniveau zu unterscheiden: [Ehr07, S. 165]

- Produktplanung und Marketing: Vorläufige Produktdefinition; Wirtschaftlichkeitsabschätzung; Vertriebsplan; Werbelayout
- Entwicklung und Konstruktion: Anforderungsliste; Funktionsstruktur, Schaltplan, geforderte Kosten- oder Zuverlässigkeitsstruktur; Prinzipielle Lösung (z.B. Skizze); Mo-

dulare Struktur, Baustruktur; Entwurfszeichnung, Berechnung; Produktdokumentation (z.B. Fertigungszeichnungen, Stückliste)

- Materialwirtschaft: Bestell-, Lager-, Fertigungsstückliste; Anfragen und Aufträge; Eingangskontroll-Protokolle; Materialschein
- Arbeitsvorbereitung: Fertigungsprozessplan; NC-Programm; Lohnbeleg; Terminplan; Beschaffungsantrag; Vorrichtungzeichnung; Montageplan
- Qualitätssicherung: Prüfplan; Prüfprotokoll
- Kalkulation: Vorkalkulation; Nachkalkulation

Um eine Transparenz für die Untersuchung zu erlangen ist für die einzelnen Dokumente erstens festzustellen, von wie vielen Mitarbeitern diese Dokumente in dem betrachteten Handlungsfeld verwendet werden und zweitens, wie oft diese Dokumente angewendet werden.

Fazit: Die Eingrenzung der Untersuchungsparameter stellt einen wesentlichen Erfolgsfaktoren für die Anwendung der Methodik dar. Bereits hier ist es notwendig, sich auf die wesentlichen Aspekte zu konzentrieren, um Transparenz in der Analyse gewährleisten zu können. Nach dieser Setzung von Rahmenbedingungen kann nun die Analyse der Informationskomplexität begonnen werden.

4.4 Identifikation des Handlungsbedarfes

Um eine Optimierung in einem System vornehmen zu können, ist im Vorhinein festzulegen, welche Zustandsänderung bei dem System bewirkt werden soll. Für die Entscheidungsfindung in der Ableitung der Handlungsempfehlungen ist es somit notwendig zu wissen, ob die Informationskomplexität lediglich beherrscht werden soll oder ob spezifische Dimensionen der Informationskomplexität zu erhöhen oder zu senken sind.

Daher ist es erforderlich, dass im Vorhinein festgelegt wird, welche Problematiken vorliegen und durch die Verbesserungsmaßnahmen vermindert werden sollen. Die Initiatoren der Problematiken können von zweierlei Natur sein. Einerseits kann es sich um die subjektive Wahrnehmung einer Anzahl von Mitarbeitern handeln, die einen Prozess als kompliziert oder dynamisch empfinden und sich für sie hieraus Störungen in den Arbeitsabläufen ergeben. Hier wäre der Mitarbeiter der Initiator. Andererseits kann es sein, dass in der Effizienz eines Handlungsfeldes Störungen aufgrund von Ressourcenverschwendung auftreten, welche beispielsweise in der Bilanz erscheinen. Hier wäre die auftretende Ressourcenverschwendung der Initiator. Verschwendungen werden in der Automobilindustrie regelmäßig im Rahmen von „Kontinuierlichen Verbesserungsprozessen“ identifiziert. Aus diesen Pro-

blematiken kann ein „Handlungsbedarf zum Management der Informationskomplexität“ abgeleitet werden. Unter diesem Begriff wird nachfolgend verstanden:

Handlungsbedarf zum Management der Informationskomplexität Der „Handlungsbedarf zum Management der Informationskomplexität“ gibt die Notwendigkeit vor, dass ein → *Komplexitätsindikator* in seiner Ausprägung erhöht oder gesenkt werden sollte, da sich durch die aktuelle Ausprägung des Indikators entweder eine kritische Menge an Mitarbeitern in der Ausübung ihrer Arbeitstätigkeiten gestört fühlen oder sich eine → *Ressourcenverschwendung im Informationsprozess* ergibt.

Im Folgenden wird nun dargestellt, wie genau diese Problematiken des Subjektiven Problemempfindens und der Ressourcenverschwendung ermittelt werden können und wie aus diesen Erkenntnissen ein Handlungsbedarf zum Management der Informationskomplexität abgeleitet werden kann.

4.4.1 Erfassung des subjektiven Störungsempfindens durch Komplexität und Veränderungen in den Informationsprozessen

In einem Unternehmensnetzwerk kann es vorkommen, dass sich Mitarbeiter durch komplizierte oder häufig verändernde Informationsprozesse in der Ausführung ihrer Arbeitstätigkeiten gestört fühlen. Liegt dieses Störungsempfinden in einer kritischen – noch näher zu bestimmenden – Anzahl vor, so kann von einem Handlungsbedarf zur Analyse der Informationskomplexität ausgegangen werden. Die Erfassung des Störungsempfindens durch Komplexität und Veränderungen in den Informationsprozessen ist in eine Erhebungs- und in eine Interpretationsphase zu gliedern.

Erhebung des Störungsempfindens – Der Problemcharakter der Informationskomplexität lässt sich am besten durch ein abgestuftes Konzept ermitteln. Im ersten Schritt sind die Mitarbeiter danach zu fragen, ob sie bei den Arbeitstätigkeiten eine Kompliziertheit oder häufige Veränderungen in den Informationsprozessen erkennen. Weiterhin sind sie zu fragen ob sie die Anwendung der Dokumente und Systeme der Arbeitstätigkeit als kompliziert wahrnehmen. Hierdurch kann als Grundlage ermittelt werden, ob die Mitarbeiter die Verwendung des jeweiligen Elementes als komplex wahrnehmen. Hierauf aufbauend ist zu fragen, ob die Mitarbeiter sich durch diese Kompliziertheit bzw. Veränderungen in der Ausübung ihrer Arbeitstätigkeiten gestört fühlen. Die Analyse ist auf die Elemente der Kompliziertheit und Dynamik zu beschränken, da eine Abfrage der acht Komplexitätsindikatoren erstens zu ab-

strakt und zweitens nicht ausreichend überschneidungsfrei für eine Umfrage wäre. Da es an dieser Stelle nicht um die tatsächliche Bestimmung der Informationskomplexität geht, sondern nur um das persönliche Komplexitätsempfinden, kann die Einschränkung auf die zwei Dimensionen der Kompliziertheit und der Dynamik vorgenommen werden, ohne den Wert dieser Befragung zu schmälern.

Ableitung des Handlungsbedarfes – Um aus den Ergebnissen des Störungsempfindens einen Handlungsbedarf ableiten zu können, müssen vorab Grenzwerte festgelegt werden. Diese Festlegung der Grenzwerte erfolgt für zwei Prioritäten. Der Grenzwert für den Handlungsbedarf erster Priorität gibt an, wo sofortige Optimierungsmaßnahmen notwendig sind. Er ergibt sich durch die Gesamtheit aller Mitarbeiter, die einer Störung „voll“ oder „eher“ zustimmen. Es wird vorgeschlagen, für die Ermittlung eines konkreten Grenzwertes die durchschnittliche Mitarbeiteranzahl der kleinsten Ebene von organisatorischen Einheiten in dem Handlungsfeld zu ermitteln und auszurechnen, wie viel Prozent ein Mitarbeiter in diesen Einheiten ausmacht. Dieser Wert ist als Grenzwert einzusetzen. Bei den Arbeitstätigkeiten in den kleinen organisatorischen Einheiten würde eine Überschreitung des Grenzwertes bedeuten, dass eine Arbeitstätigkeit nicht richtig erledigt werden kann wenn ein Mitarbeiter alleine für diese verantwortlich ist. Sind beispielsweise in kleinen Einheiten durchschnittlich fünf Mitarbeiter vorhanden, dann würde der Grenzwert bei 20% festgesetzt werden. Der Grenzwert für den Handlungsbedarf zweiter Priorität gibt an, dass hier näher untersucht werden sollte, ob ein Klärungsbedarf notwendig ist. Er ergibt sich durch die Gesamtheit aller Mitarbeiter, die einer Störung „voll“ oder „eher“ oder „teils-teils“ zustimmen. Übersteigt dieser Wert das Dreifache des Grenzwertes erster Ordnung, so ist weiterer Klärungsbedarf vorhanden. Dieser Faktor ergibt sich dadurch, dass er in einer kleinen organisatorischen Einheit bedeuten würde, dass eine einfache Nachfrage bei einem anderen Mitarbeiter nicht ausreichen würde, sondern mehrere Personen kontaktiert werden müssten. In dem Beispiel würde der Grenzwert zweiter Ordnung somit bei 60% liegen.

Fazit: Durch diese Ermittlung des subjektiven Störungsempfindens durch Komplexität und Veränderungen in den Informationsprozessen wird es möglich, den allgemeinen Problemcharakter der Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess subjektiv und in einer Momentaufnahme zu erfassen. Diese Erkenntnis bildet eine Grundlage, um durch geeignete Managementmaßnahmen die vom Mitarbeiter störend wahrgenommene Informationskomplexität zu reduzieren.

4.4.2 Erfassung der Ressourcenverschwendung im Informationsprozess

Ein Informationsprozess kann in seiner Effizienz geschmälert werden, indem in ihm Ressourcen – wie etwa Zeit, Energie oder menschliche Arbeitskraft – unsachgemäß eingesetzt werden. Sie werden verschwendet. Der Begriff Verschwendung wird nach Becker ursprünglich definiert „alles außer dem Minimum an Aufwand für Betriebsmittel, Material, Teile, Platz und Arbeitszeit, das für die Wertssteigerung eines Produktes unerlässlich ist“ [Bec06, S. 278]. Bergmann und Lacker sind ähnlicher Auffassung und stufen die Verschwendung als denjenigen Ressourcenverbrauch ein, der nicht zur Erfüllung der Kundenanforderungen beiträgt [BL09, S. 161]

Unter dem Begriff „Ressourcenverschwendung im Informationsprozess“ wird somit nachfolgend verstanden:

<i>Ressourcenverschwendung im Informationsprozess</i>	Die „Ressourcenverschwendung im Informationsprozess“ ist ein Verbrauch von den begrenzten Ressourcen des Informationsprozesses, der nicht direkt oder indirekt zu der Erfüllung der Kundenanforderungen beiträgt.
---	---

In einem Informationsprozess kann sich die Ressourcenverschwendung auf die in Abb. 2.4 auf S. 18 dargestellten Ressourcen des Informationsproduktionsprozesses beziehen. Dies sind:

- Information als Betriebsmittel (z.B. Verfahren der Linearen Optimierung)
- Informationsmanagement (z.B. Steuerung und Kontrolle des Prozesses)
- Geistige Arbeitsleistung (z.B. Wissen über Anwendung von Verfahren)
- Arbeitsleistung (z.B. Systembetreuung, Wartung)
- Verbrauchsfaktoren (z.B. Energie, Papier)
- Anlagen (z.B. Hardware, Software, Kabel)

Diese Ressourcen des Informationsprozesses sind auf ihre Notwendigkeit und Nutzenerbringung hin zu überprüfen.

Fazit: Durch diese Ermittlung der Ressourcenverschwendung in den Informationsprozessen wird es möglich, den allgemeinen Problemcharakter der Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess objektiv und in seinen Auswirkungen über einen längeren Zeitraum zu erfassen. Diese Erkenntnis bildet eine weitere Grundlage, um durch geeignete Maßnahmen die Informationskomplexität im Prozess effizient zu managen.

4.5 Kriterien zur Bestimmung der Komplexität von Informationseinheiten

In dem vorliegenden Kapitel werden Indikatoren für die Elementenkomplexität, also für die Komplexität der Informationseinheiten abgeleitet. Anhand dieser Indikatoren soll es ermöglicht werden, eine Analyse und Bewertung der Elementenkomplexität im Informationssystem vorzunehmen.

Bevor die Kriterien zur Messung der Komplexität von Informationseinheiten jedoch abgeleitet werden können, ist einheitliches Verständnis bezüglich des Begriffes der „Informationseinheit“ zu erschaffen.

Informationseinheit Eine „Informationseinheit“ im Rahmen der Methodik zur Analyse von Informationskomplexität ist die kleinste – für die Analyse der Information zulässige – formale Ansammlung an Zeichen im Sinne des → *formalen Informationsbegriffes*.

Die Festlegung der kleinsten Detaillierungsstufe ist ein wesentlicher Einflussfaktor auf die Ergebnisse zur Informationskomplexität. Wird die Detaillierungsstufe sehr klein gewählt, so wird beispielsweise bei der Anzahl der Informationseinheiten automatisch eine hohe Ausprägung erzeugt. Eine sehr groß gewählte Betrachtungsebene dementsgegen würde automatisch eine sehr geringe Ausprägung für die Anzahl und die Vielfalt der Informationseinheiten erzeugen. Die Einflussnahme des Forschers auf das Analyseergebnis ist somit als sehr hoch einzustufen.

Diese Problematik ist aufgrund der schwierigen Ermittlung von Information nur sehr schwer zu lösen. Da Information nicht im Singular vorzufinden ist, ist sie dementsprechend auch nicht zählbar. Nach Tangermann ist weiterhin stets ein Mindestmaß an Information notwendig, um ein vorliegendes Koordinationsproblem zu lösen. [Tan07, S. 69 ff.] Die Verbindung dieser beiden Faktoren führt dazu, dass es schwer festzulegen ist, ab wann etwas als „ein“ Element der Information anzusehen ist und ebenso, was die kleinste zulässige Einheit dieses Elementes ist, ohne dass es den Stellenwert einer Information verliert.

Eine Lösung dieser Problematik könnte darin liegen, die Detaillierung nicht tiefer als die kleinste Einheit in dem betrachteten Dokumentes zu wählen, die den Mitarbeiter für die Ausführung seiner Tätigkeiten benötigt. Hierunter ist jedoch nicht das einzelne Zeichen, sondern die Wortgruppe gemeint, die eine Information ausdrückt, beispielsweise die „Anzahl der rechnerisch benötigten Mitarbeiter“ als Informationseinheit in einem Fertigungsplan. Durch

diese Taktik kann somit die beschriebene Problematik der Bestimmung der kleinsten Größe und der Abgrenzung zwischen Informationseinheiten umgangen werden.

Als Komplexitätsindikatoren dieser Informationseinheiten können gemäß der Definition der Informationskomplexität auf S. 44 die Vielzahl, die Vielfalt, die Vieldeutigkeit und die Veränderlichkeit der Elemente – also in diesem Fall der Informationseinheiten– betrachtet werden. Die Indikatoren zur Bestimmung der Komplexität von Informationseinheiten sind in Abbildung 4.5 dargestellt.

Dimensionen Komplexitäts- Sektor	Vielzahl	Vielfalt	Vieldeutigkeit	Veränderlichkeit
Elementen- komplexität	Anzahl der Informations- einheiten	Diversität der Informations- einheiten	Freiheitsgrade der Informations- einheiten	Dynamik der Informations- einheiten

○ = Komplexitätsindikatoren

Abbildung 4.5: Indikatoren zur Bestimmung der Komplexität von Informationseinheiten

Wie die Komplexitätsindikatoren der Informationseinheiten im Einzelnen in ihren Ausprägungen ermittelt werden können, wird in den folgenden Abschnitten beschrieben.

4.5.1 Anzahl der Informationseinheiten

Die Anzahl der Informationseinheiten wird gemessen durch die Anzahl der im untersuchten Prozess bearbeiteten Informationseinheiten.

Für die Bewertung des Einflusses der Anzahl der Informationseinheiten auf die Informationskomplexität wird die Diskussion aus Kapitel 2.4.3 als Grundlage genommen. Diese besagt, dass eine zu hohe Menge an Information sich negativ auf die Informationsverarbeitung des Mitarbeiters auswirkt (vgl. S. 39). Der Grenzwert liegt hierbei nach Miller bei 7 ± 2 Informationen, die gleichzeitig verarbeitet werden [Mil67]. Aus dieser Aussage wird jedoch ersichtlich, dass nicht alleine die Anzahl der zu bearbeitenden Informationen sondern ebenfalls die Art der Informationsverarbeitung entscheidend ist. Beispielsweise wird ein Mitarbeiter bei der Informationsverarbeitung von 100 Informationseinheiten genauso wenig in seiner Informationsverarbeitung gestört, wie von 1.000 Informationseinheiten, solange er die Informationseinheiten linear abarbeiten kann. Lediglich der Ressourcenaufwand wird hierdurch für den Mitarbeiter höher. Es kommt demzufolge darauf an, wie viele Informationseinheiten

von dem Mitarbeiter parallel – zum Beispiel in den Auswirkungen untereinander – verarbeitet werden sollen.

Somit ergibt sich der folgende Begriff für den Komplexitätsindikator „Anzahl der Informationseinheiten“:

Anzahl der Informationseinheiten Die „Anzahl der Informationseinheiten“ ist ein → *Komplexitätsindikator*, der gemessen wird anhand der Anzahl der vom Mitarbeiter parallel abzuarbeitenden → *Informationseinheiten*.

Die Anzahl der Informationseinheiten ist anhand des in Tabelle 4.1 dargestellten Indikators zu bestimmen.

Tabelle 4.1: Indikator der Anzahl von Informationseinheiten

Indikator	niedrig	mittel	hoch
Anzahl parallel abzuarbeitender Informationseinheiten pro Mitarbeiter	< 5	7 ± 2	> 9

4.5.2 Diversität der Informationseinheiten

Die Diversität beschreibt die Vielfalt an Elementen (vgl. S. 50). Übertragen auf ein Informationssystem bedeutet dies folgendes: Da eine Informationseinheit eine Ansammlung von Zeichen darstellt, können diese Zeichen unterschiedliche Strukturen in einer Informationseinheit bewirken. Dies können erstens formale Unterschiede sein, wie beispielsweise die verwendete Sprache. Zweitens könnten es auch inhaltliche Unterschiede sein, die sich aus unterschiedlichen Strukturen der Kommunikationsinhalte, wie beispielsweise einer Arbeitsabfolge, ergeben.

Die **formale Unterscheidung** von Informationseinheiten als eine Ansammlung von Zeichen erfolgt über den Code, mit dem die Information in der Ansammlung von Zeichen gespeichert wurde. Da in dem Produktentstehungsprozess davon ausgegangen werden kann, dass Informationen über die gängige Codierung des Alphabets und der römischen Zahlen durchgeführt wird, ist hier als einzige formale Abweichungsmöglichkeit die verwendete Landessprache zu nennen. Die Diversität kann diesbezüglich als hoch eingestuft werden, wenn eine hohe Abweichung in der Landessprache vorliegt. Die Problemlage aufgrund dieser Diversität ergibt sich zwar durch die Tatsache, ob der bearbeitende Mitarbeiter die Sprache versteht

oder nicht, doch ist dies nicht das Charakteristikum der Informationseinheit selber. Daher wird diese Tatsache des Verstehens nicht in die Indikatorbildung einbezogen, sondern lediglich bei der Richtungsableitung und der Ursachenermittlung hinzugezogen. Ein konkreter Grenzwert für die Diversität der Sprache kann nicht festgelegt werden, da diese stark von dem zu untersuchenden Handlungsfeld abhängt.

Die **inhaltliche Unterscheidung** von Informationseinheiten erfolgt über die Teilinformationen, die auf einer höheren Detaillierungsebene zu einer Informationseinheit zusammengefasst wurden. Beispielsweise werden in der Ergonomiebetrachtung mehrere Arbeitsbewegungen zu einem Bewegungsablauf zusammengefasst. Da die Arbeitsbewegungen je nach beplanter Fertigungslinie unterschiedlich durchgeführt werden, kann es sein, dass ein Bewegungsablauf für eine bestimmte Fertigungslinie unterteilt werden muss. Die zugehörigen Informationseinheiten der Bewegungsabläufe würden somit eine unterschiedliche inhaltliche Struktur aufweisen. Generell wird eine hohe Ausprägung des Indikators festgestellt, wenn die Abweichung der Detaillierung der Informationseinheiten hoch ist. Um einen konkreten Grenzwert für die Einstufung „hoch“ festzulegen sind erst noch weitere Forschungsarbeiten notwendig. An dieser Stelle kann der Grenzwert somit nur als relativ betrachtet werden.

Unter „Diversität der Informationseinheiten“ wird somit nachfolgend verstanden:

Diversität der Informationseinheiten Die „Diversität der Informationseinheiten“ ist ein → **Komplexitätsindikator**, der die Vielfalt der → *Informationseinheiten* beschreibt. Er wird gemessen an den markanten Abweichungen ihrer durchschnittlichen formalen und inhaltlichen Strukturen.

Die Diversität der Informationseinheiten ist anhand der in Tabelle 4.2 dargestellten Indikatoren zu bestimmen.

Tabelle 4.2: Indikatoren der Diversität von Informationseinheiten

Indikator	niedrig		mittel		hoch	
Abweichung in der verwendeten Sprache	keine	Abweichung	mittlere	Abweichung	hohe	Abweichung
Abweichung in der Detaillierung der Informationseinheiten	keine	Abweichung	mittlere	Abweichung	hohe	Abweichung

4.5.3 Freiheitsgrade der Informationseinheiten

Ein Freiheitsgrad beschreibt die Vieldeutigkeit von Elementen (vgl. S. 50). Übertragen auf das Informationssystem bedeutet dies, dass der Freiheitsgrad die unterschiedlichen Deutungsmöglichkeiten einer Informationseinheit als Ansammlung von Zeichen beschreibt. Deutungsmöglichkeiten können hierbei beschrieben werden als die unterschiedlichen Möglichkeiten, wie ein Empfänger die Beziehungen des Zeichens zu seiner Umwelt deuten kann. Diese Betrachtung kann auf Basis der Semiotik (vgl. S. 14) erfolgen. Diese Herleitung der Begriffsdefinition des Freiheitsgrades anhand der Semiotik ist in Abbildung 4.6 skizziert dargestellt. Dementsprechend können unterschiedliche Möglichkeiten bestehen, wie der Zeichenbetrachter ein Zeichen erstens in Bezug auf den Zusammenhang zu anderen Zeichen deutet, zweitens wie er den Bezug zu einem Bezugsobjekt deutet und drittens wie er das Zeichen in Bezug zu dessen Bedeutung interpretiert. Der Freiheitsgrad der Informationseinheiten bestimmt nun, ob der Betrachter diese Relationen eindeutig, zweideutig oder mehrdeutig erkennt.

Unter dem Begriff „Freiheitsgrade der Informationseinheiten“ wird somit nachfolgend verstanden:

<i>Freiheitsgrad der Informationseinheiten</i>	Der „Freiheitsgrad der Informationseinheiten“ ist ein \rightarrow <i>Komplexitätsindikator</i> , der die Vieldeutigkeit der \rightarrow <i>Informationseinheiten</i> beschreibt. Diese lassen sich durch den Grad der Regeln für die Syntaktik, die Sigmantik und die Semantik des Zeichens beschreiben.
--	--

Der **Freiheitsgrad der Syntaktik** beschreibt den Grad der Regeln für die Beziehungen zwischen den Zeichen einer Informationseinheit und den anderen Zeichen. Dieser kann bewertet werden durch die Vieldeutigkeit der Informationsgestaltung hinsichtlich der formalen Anreihung der Zeichen. Ein nicht eindeutiger Dokumentenaufbau kann beispielsweise dazu führen, dass ein Mitarbeiter die für ihn relevante Informationseinheit nicht schnell von den anderen Zeichen abgrenzen kann.

Der **Freiheitsgrad der Sigmantik** beschreibt den Grad der Regeln für die Beziehungen zwischen den Zeichen einer Informationseinheit und ihrer Bedeutung. Dieser kann bewertet werden durch die Vieldeutigkeit der Begriffsverwendung hinsichtlich der Bedeutung eines Begriffes, oder einer Abkürzung als Sonderform des Begriffes. In dem Fallbeispiel dieser Arbeit, fielen beispielsweise die Abkürzungen „AF“ und „AFo“ auf, bei denen davon ausgegangen werden musste, dass sie eine unterschiedliche Bedeutung aufweisen. Erst nach einer

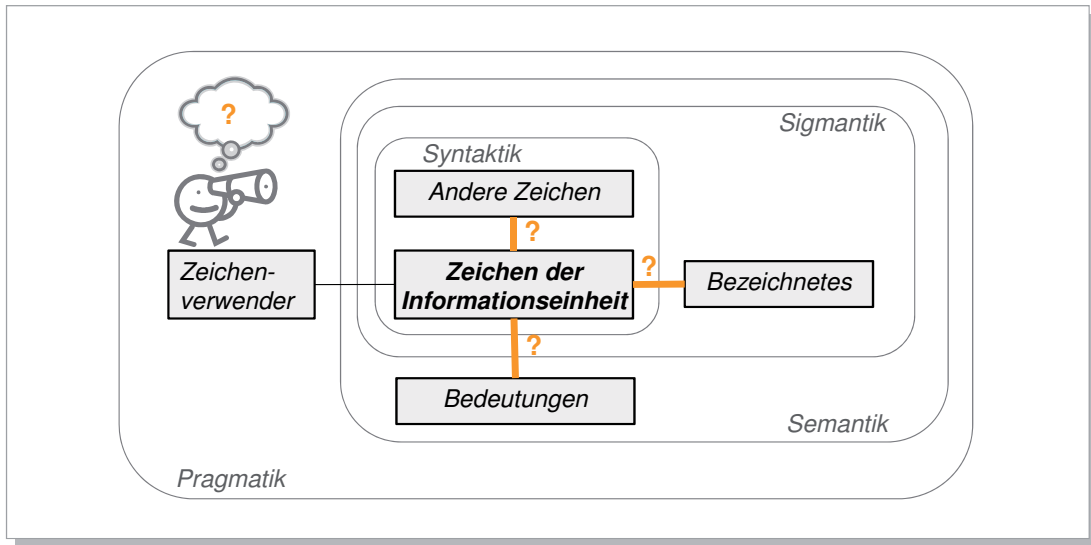


Abbildung 4.6: Deutungsmöglichkeiten des Betrachters bezüglich der Zeichen einer Informationseinheit

kurzen Recherche konnte festgestellt werden, dass beide Abkürzungen für den Begriff „Arbeitsfolge“ stehen und daher trotz unterschiedlicher Zeichenwahl dieselbe Bedeutung haben.

Der **Freiheitsgrad der Semantik** beschreibt den Grad der Regeln für die Beziehungen zwischen den Zeichen einer Informationseinheit und dem bezeichneten Objekt. Dieser kann bewertet werden durch die Vieldeutigkeit der Begriffsverwendung hinsichtlich der bezeichneten Produkt- und Produktionsinhalte. Ein Freiheitsgrad kann hier beispielsweise in der Verwendung uneinheitlicher Produkt-Identifikationsnummern oder Teilenummern vorliegen.

Der Freiheitsgrad der Informationseinheiten ist anhand der in Tabelle 4.3 dargestellten Indikatoren zu bestimmen.

Tabelle 4.3: Indikatoren der Freiheitsgrade von Informationseinheiten

Deutungsmöglichkeiten der ...	niedrig	mittel	hoch
Zusammengehörigkeit von Zeichen	Eindeutigkeit	Zweideutigkeit	Vieldeutigkeit
Bedeutungen von Begriffen und Abkürzungen	Eindeutigkeit	Zweideutigkeit	Vieldeutigkeit
bezeichneten Objekte (Produkt- und Produktionsbeschreibungen)	Eindeutigkeit	Zweideutigkeit	Vieldeutigkeit

4.5.4 Dynamik der Informationseinheiten

Die Dynamik beschreibt die Veränderlichkeit von Elementen (vgl. S. 50). Übertragen auf das Informationssystem bedeutet dies, dass die Entwicklung von Veränderungen der Informationseinheiten beschrieben wird.

Eine solche betriebliche Entwicklung lässt sich, nach Aussage von Höge, jedoch stets nur indirekt messen. Den Grund hierfür sieht er in der Tatsache, dass nicht die Veränderungen der Prozesse, sondern lediglich die Veränderungen der resultieren Ergebnisse gemessen werden können. [Hög95, S. 74]

Die Dynamik kann somit nicht aus prozessorientierter Sichtweise ermittelt werden. Stattdessen ist sie über die ergebnisbasierten Veränderungen von Eigenschaften der Informationseinheiten zu definieren. Die Ergebnisse – die über die Informationseinheiten in dieser Methodik bekannt sind – das sind die drei Komplexitätsindikatoren: Anzahl, Diversität und Freiheitsgrad der Informationseinheiten. Daher empfiehlt es sich, die Dynamik einer Informationseinheit anhand der Veränderungen dieser Komplexitätsindikatoren zu bestimmen.

Auf Basis dieser ergebnisbasierten Sichtweise wird der Indikator der „Dynamik der Informationseinheiten“ folgendermaßen definiert:

<i>Dynamik der Informationseinheiten</i>	Die „Dynamik der Informationseinheiten“ ist ein → <i>Komplexitätsindikator</i> , der das zeitliche Veränderungsverhalten von Systemzuständen der → <i>Informationseinheiten</i> in Bezug auf ihre Anzahl, ihre → <i>Diversität</i> und ihre → <i>Freiheitsgrade</i> kennzeichnet.
--	---

Die Dynamik der Informationseinheiten ist somit anhand folgender Indikatoren zu bestimmen:

- Veränderungen des Informationsvolumens
- Veränderungen der Diversität der Informationseinheiten
- Veränderungen der Freiheitsgrade der Informationseinheiten

Für die Messung dieser Indikatoren sind Zeitreihenanalysen notwendig. Diese setzen voraus, dass es sich bei den Daten um metrisch skalierte Größen handelt, die in regelmäßigen zeitlichen Abständen gemessen werden und für die angenommen wird, dass ihr Wert von den vorangegangenen Messwerten zu den Zeitpunkten abhängt. Aus diesen Daten werden eine Trend-, eine Saison- und eine stochastische Komponente der Dynamik in den Informationseinheiten ermittelt. [Pru06, S. 317 f.] Diese können als Bewertungsmaßstab verwendet werden.

Alternativvorgehen – Falls es dem Anwender nicht möglich ist, diese Zeitreihenanalyse im Rahmen seiner Untersuchungen durchzuführen, so kann alternativ eine grobe Einschätzung des Indikators auf Basis des Störungsempfindens der Mitarbeiter aufgrund von Veränderungen im Informationsprozess vorgenommen werden. Hierfür kann auf die Daten aus der Abfrage in Kapitel 4.4 zurück gegriffen werden. In dieser wurde ermittelt, ob die Mitarbeiter häufig Veränderungen in den Informationsflüssen wahrnehmen und ob hierdurch eine Störung wahrgenommen wird. Diese Daten können allerdings nicht als eine Indikatorausprägung gewertet werden. Dennoch weisen sie auf die Richtung hin, in der dieser Indikator verändert werden sollte. Erfasst werden ebenfalls nicht die Veränderungen an sich, sondern das Ergebnis, dass die Mitarbeiter sich durch Veränderungen in den Informationsflüssen in der Ausübung ihrer Arbeitstätigkeiten gestört fühlen. Somit kann als Alternativvorgehen der Schritt der Indikatorausprägung für die Dynamik der Informationseinheiten übersprungen, und die Analyse mit der Ursachenableitung weitergeführt werden.

Dieser alternative Ansatz ist jedoch wesentlich ungenauer als die Bestimmung der Indikatorausprägung der Dynamik der Informationseinheiten. Jedoch wird durch ihn die Möglichkeit geboten, die dynamischen Aspekte mit in die Handlungsstrategien einzubeziehen, auch wenn nicht die Möglichkeit einer Zeitreihenanalyse besteht.

4.6 Kriterien zur Bestimmung der Komplexität des Informationsgeflechtes

Die Betrachtung des Informationsgeflechtes bezieht sich auf die Relationen zwischen den Informationseinheiten. Diese Relationen beschreiben, wie die Elemente und Subsysteme des betrachteten Informationssystems miteinander verbunden sind. Die Relationen können jeweils über die Kommunikationspartner, die Dokumente oder die IT-Systeme realisiert werden.

Nach Ansicht von Ashby können prinzipiell drei Arten von Relationen existieren. Dies sind die „serial“, die „parallel“ und die „feedback couplings“ [Ash74, S. 80 ff.]. Hierauf aufbauend entwickelt Thompson den Ansatz, zwischen gepoolten, sequentiellen und reziproken Relationen zu unterscheiden [Tho67, S. 54 ff.]. Dieses Konzept lässt sich gut auf die Problematik der Informationskomplexität übertragen, da in einem Informationssystem immer ein gerichteter Informationstransfer vollzogen wird. Durch diesen Austausch einer Informationseinheit innerhalb einer Relation, lässt sich gut feststellen, ob es sich um eine gepoolte, sequentielle oder reziproke Relation handelt.

Die Autoren Van den Ven et al. fügen noch eine vierte Art der Interdependenzen hinzu, bei der zwischen allen Elementen Verbindungen bestehen. Sie nennen diese Art „Team-Interdependenzen“. [MG81, S. 64] Diese vierte Art der Relationen wird für die Begriffsableitung des Informationsgeflechtes jedoch nicht hinzugezogen. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Betrachtung der Beziehungen zwischen allen Elementen eines komplexen Systems aufgrund der hohen Veränderlichkeit innerhalb der Wirkungsrelationen nicht realisierbar ist.

In der Literatur existieren weitere Ansätze von Relationen, welche sich größtenteils auf Kopplungen im Bereich der unternehmerischen Organisation beziehen. Dies ist beispielsweise der Ansatz von Frese, indem er die Leistungs-, die Ressourcen- und die Marktinterdependenzen beschreibt [Fre05, S. 31 ff.]. Weiterhin besteht ein Ansatz von Porter, der Verknüpfungen innerhalb der eigenen Wertkette, sowie Verknüpfungen der eigenen zu den Wertketten der Lieferanten unterscheidet. Für Verknüpfungen innerhalb des eigenen Unternehmens spricht er von materiellen, immateriellen und Konkurrenten-Verflechtungen. [Por00, S. 83 ff., 123 ff., 409 ff.] Diese weiteren Ansätze der Literatur werden jedoch nicht vollständig in die Betrachtung des Informationsgeflechtes einbezogen. Der Grund für diese Entscheidung liegt darin, dass in der Methodik nur die Prozesse im eigenen Wertschöpfungsnetzwerk betrachtet werden. Jedoch werden von Porter die Unterscheidungen bezüglich der materiellen und immateriellen Verknüpfungen in die Betrachtung einbezogen.

Auf Basis dieses theoretischen Bezugsrahmens wird der Begriff des „Informationsgeflechtes“ abgeleitet.

Informationsgeflecht Das „Informationsgeflecht“ beschreibt im Rahmen der Methodik zur Analyse der Informationskomplexität die gepoolten, die sequentiellen und die reziprok häufigen Relationen zwischen den → *Informationseinheiten*, die mittels Kommunikationspartnern, Dokumenten und IT-Systemen realisiert werden.

Ebenso wie bei den Informationseinheiten ist auch bei dem Informationsgeflecht die Festlegung der Betrachtungsdimensionen ein wesentlicher Einflussfaktor auf die Ermittlung der Informationskomplexität. Wird die Detaillierungsstufe sehr klein gewählt, so wird automatisch eine hohe Ausprägung für den Kopplungsgrad erzeugt. Der Unterschied ist beispielsweise zu erkennen, wenn entweder einzelne Anwendungsschnittstellen einer Software, oder aber die Software an sich als Relation betrachtet werden. Die Einflussnahme des Forschers auf das Analyseergebnis ist somit auf für das Informationsgeflecht als sehr hoch einzustufen.

Als Indikatoren der Komplexität dieses Informationsgeflechtes können gemäß der Definition der Informationskomplexität auf S. 44 der Vielfalt, Vielzahl, Vieldeutigkeit und Veränderlichkeit der Relationen betrachtet werden. Unter Anwendung der Begriffswahl von Reiß für die Relationenkomplexität auf S. 50 und unter Einbeziehung der Betrachtungsweise des Informationsgeflechtes ergeben sich somit die in Abbildung 4.7 dargestellten Indikatoren zur Bestimmung der Komplexität des Informationsgeflechtes. Dies sind der Kopplungsgrad, die Divergenz, die Unschärfe und das Chaos des Informationsgeflechtes.

Dimensionen Komplexitäts- Sektor	Vielzahl	Vielfalt	Vieldeutigkeit	Veränderlichkeit
Relationen- komplexität	Kopplungsgrad des Informations- geflechtes	Divergenz des Informations- geflechtes	Unschärfe des Informations- geflechtes	Chaos des Informations- geflechtes

○ = Komplexitätsindikatoren

Abbildung 4.7: Indikatoren zur Bestimmung der Komplexität eines Informationsgeflechtes

Wie diese Indikatoren in Einzelnen ermittelt werden können, wird in den folgenden Abschnitten beschrieben.

4.6.1 Kopplungsgrad des Informationsgeflechtes

Der Kopplungsgrad beschreibt die Vielzahl der Relationen (vgl. S. 50). Übertragen auf ein Informationssystem bedeutet ein hoher Kopplungsgrad somit, dass die Informationseinheiten über eine Vielzahl unterschiedlicher Kommunikationspartner, Dokumente und IT-Systeme verflochten sind.

Die Art dieser Relationen wird von Thompson anhand einer einfachen Guttman-Skala bewertet. Hierbei bestimmt er, dass bei gepoolten Relationen eine geringe Komplexität, bei sequentiellen Relationen eine mittlere Komplexität und bei reziproken Relationen eine sehr hohe Komplexität vorliegt. [Tho67, S. 59] Nach Höge ist es jedoch wichtig, nicht alleine die Art, sondern ebenfalls die Unterschiede in dem Grad der Interdependenz zu beachten [Hög95, S. 50]. Für das Ziel der vorliegenden Arbeit kann dem Gedanken von Höge zugestimmt werden, dass nicht alleine die Art der Relationen, sondern ebenfalls deren Stärke betrachtet werden muss. Der Grund hierfür liegt darin, dass es für die Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess von Bedeutung ist, ob eine Relation mehrmals täglich oder nur selten im Jahr zustande kommt. Der Kopplungsgrad lässt sich somit einerseits über die Art und andererseits über die Stärke der Relationen bestimmen.

Aufbauend auf diesen Diskussionen wird unter dem Begriff „Kopplungsgrad des Informationsgeflechtes“ nachfolgend verstanden:

Kopplungsgrad des Informationsgeflechtes Der „Kopplungsgrad des Informationsgeflechtes“ ist ein → *Komplexitätsindikator*, der die Anzahl und die Stärke der gepoolten, der sequentiellen und der reziprok läufigen Relationen innerhalb des → *Informationsgeflechtes* beschreibt.

Der Kopplungsgrad des Informationsgeflechtes im Produktentstehungsprozess wird somit erstens durch die Art und zweitens durch den Grad des Beziehungsgeflechtes bestimmt. Der Kopplungsgrad bezüglich des informatorischen Informationsgeflechtes ist als hoch einzustufen, wenn eine hohe Anzahl reziproker Abhängigkeiten der Informationseinheiten untereinander bestehen. Der Kopplungsgrad bezüglich des materiellen Beziehungsgeflechtes ist als hoch einzustufen, wenn eine hohe Anzahl reziproker Abhängigkeiten der Kommunikationspartner untereinander, der Dokumente untereinander oder der IT-Systeme untereinander bestehen. Weiterhin gilt er als hoch, wenn die Relationen zwischen den Kommunikationspartnern und den Dokumenten, zwischen den Kommunikationspartnern und den IT-Systemen, sowie zwischen den Dokumenten und den IT-Systemen hohe reziproke Abhängigkeiten aufweisen.

Es kann somit für alle Indikatoren einheitlich festgelegt werden, dass sowohl eine schwache Ausprägung, als auch eine größtenteils gepoolte Art der Relationen auf einen niedrigen Kopplungsgrad hindeuten. Sowohl eine mittlere Ausprägung, als auch eine sequentielle Art der Relationen deuten auf einen mittleren Kopplungsgrad hin. Auf einen hohen Kopplungsgrad deuten sowohl eine hohe Ausprägung, als auch eine reziproke Art der Relationen hin. Dieses Bewertungsschema der Indikatoren ist in Tabelle 4.4 dargestellt. Jedoch existieren nicht dargestellte Zwischenstufen in diesem Bewertungsschema. Klare Grenzen können nicht gezogen werden, weil beispielsweise eine Relation gleichzeitig sequentiell und stark sein kann.

Der Kopplungsgrad des Informationsgeflechtes ist anhand der in Tabelle 4.4 dargestellten Indikatoren zu bestimmen.

Tabelle 4.4: Indikatoren des Kopplungsgrades eines Informationsgeflechtes

Kopplungsgrad der ...	niedrig	mittel	hoch
Informationseinheiten untereinander	größtenteils gepoolt & schwach	sequentiell & mittel	reziprok & stark
Kommunikationspartner untereinander	größtenteils gepoolt & schwach	sequentiell & mittel	reziprok & stark
Dokumente untereinander	größtenteils gepoolt & schwach	sequentiell & mittel	reziprok & stark
IT-Systeme untereinander	größtenteils gepoolt & schwach	sequentiell & mittel	reziprok & stark
Kommunikationspartner und Dokumente	größtenteils gepoolt & schwach	sequentiell & mittel	reziprok & stark
Kommunikationspartner und Systeme	größtenteils gepoolt & schwach	sequentiell & mittel	reziprok & stark
Dokumente und IT-Systeme	größtenteils gepoolt & schwach	sequentiell & mittel	reziprok & stark

4.6.2 Divergenz des Informationsgeflechtes

Die Divergenz beschreibt die Vielfalt der Relationen eines Systems (vgl. S. 50). Übertragen auf ein Informationssystem bedeutet dies, dass die Divergenz die Vielfalt der Relationen zwischen den Informationseinheiten beschreibt, die mittels Kommunikationspartnern, Dokumenten und IT-Systemen realisiert werden.

Die Begriffsableitung der Divergenz des Informationsgeflechtes erfolgt teilweise auf Basis des Ansatzes von Reiß. Seiner Auffassung nach ist eine Divergenz dann gegeben, wenn im System „gegenläufige Strömungen“ bestehen. Mit diesen gegenläufigen Strömungen bezeichnet er erstens reziproke Prozesse. Zweitens fasst er unter den gegenläufigen Strömungen ebenfalls gegensätzliche Charakteristika innerhalb des Systems auf, wie beispielsweise gegensätzliche Interessen oder Stimmungen. [Rei93a, S. 58] Dieser Ansatz der gegenläufigen Strömungen wird in die Ableitung einer Begriffsdefinition der Divergenz eines Informationsgeflechtes einbezogen. Jedoch wird das Begriffsverständnis nur teilweise übernommen. Der Ansatz, die reziproken Prozesse als Indikator für die Divergenz einzubeziehen, wird in dieser Arbeit als nicht zulässig eingestuft, da es nur eine Art von Relationen und nicht die Vielfalt unterschiedlicher Arten an Relationen beschreibt. Diese wären jedoch notwendig, um als Indikator der Divergenz dienen zu können. Dem Ansatz, die gegenläufigen Merkmale der Relation, wie beispielsweise Interessen oder Stimmungen mit einzubeziehen, wird jedoch zugestimmt.

Unter dem Begriff „Divergenz des Informationsgeflechtes“ wird somit nachfolgend verstanden:

Divergenz des Informationsgeflechtes Die „Divergenz des Informationsgeflechtes“ ist ein → *Komplexitätsindikator*, der die Vielfalt der Relationen zwischen den → *Informationseinheiten* beschreibt, die mittels Kommunikationspartnern, Dokumenten und IT-Systemen realisiert werden. Sie wird beschrieben durch gegenläufige Merkmale der Relationen.

Die direkte Messung der Divergenz steht nach Ansicht von Höge jedoch noch in ihren Anfängen [Hög95, S. 66]. Indirekt kann eine Messung der Divergenz nach Höge beispielsweise durch die Erfassung von Standardisierungsmaßnahmen erfolgen. Dieser Ansatz weist jedoch die Problematik auf, dass hier von der Symptombehandlung auf die Symptome geschlossen wird. Dies ist gerade in komplexen Systemen als unzulässig einzustufen, da dieser Ansatz eine Linearität von Ursache-Wirkungs-Beziehungen voraussetzt, die in der Realität nicht gegeben ist. Aufgrund dieser Unzulänglichkeit des Ansatzes von Höge für die Bestimmung der Divergenz von Informationseinheiten wird für die vorliegende Arbeit ein Versuch unternommen, aufgrund des Definitionsbestandteils der „gegenläufigen Merkmale“ eine Indikatorableitung vorzunehmen.

Diskussionen über die Divergenz in anderen Wissenschaftsbereichen, wie etwa der Mathematik oder der Optik, zeigen bereits auf, dass es sich bei der Divergenz um eine Auseinanderentwicklung handelt. Somit eine zeitliche Betrachtung erforderlich. In der Praxis kann jedoch davon ausgegangen werden, dass nicht in jeder Untersuchung eine Zeitreihenanalyse möglich ist. Daher wird vorgeschlagen, die Untersuchung nicht im zeitlichen Verlauf, sondern stattdessen im Verlauf von Merkmalsgruppen zu betrachten. Innerhalb dieser Merkmalsgruppen können gegenläufige Entwicklungen analysiert werden.

Hierfür sind die Relationen darauf hin zu untersuchen, welche Merkmale ihre Informationsflüsse entscheidend prägen. Diese Merkmale lassen sich zu **Merkmalsgruppen** clustern. Als Merkmalsgruppen können beispielsweise die Länge der Berufserfahrung, der Ausbildungsstand, die Abteilungszugehörigkeit oder die Projektzugehörigkeit gesehen werden.

Für diese Merkmalsgruppen werden die Informationsprozesse auf **Gegenläufigkeiten** in Bezug auf die Ausführung der Informationsprozesse, die Anwendung der Dokumente, den Einbezug der Inhalte und die Anwendung der IT-Systeme untersucht. Gegenläufigkeiten in diesen Clustern könnten beispielsweise sein:

- Gegenläufigkeiten in den Zugriffsmöglichkeiten der IT-Systeme
- Gegenläufigkeiten im Dokumenteneinblick
- Gegenläufigkeiten in der Reihenfolge der Prozessschritte
- Gegenläufigkeiten im Begriffsverständnis aufgrund unterschiedlicher Berufsbilder

Die Divergenz des Informationsgeflechtes kann somit anhand des in Tabelle 4.5 dargestellten Indikators bestimmt werden. Die Festlegung, ab wann eine Gegenläufigkeit als hoch oder niedrig eingestuft werden kann, ist an dieser Stelle nur relational durchzuführen. Eine absolute Grenze festzulegen ist aufgrund der jeweils individuellen Merkmale nicht möglich.

Tabelle 4.5: Indikator der Divergenz eines Informationsgeflechtes

Indikator	niedrig	mittel	hoch
Gegenläufigkeiten in den Merkmalsgruppen	niedrige Gegenläufigkeit	mittlere Gegenläufigkeit	hohe Gegenläufigkeit

4.6.3 Unschärfe des Informationsgeflechtes

Die Unschärfe beschreibt die Vieldeutigkeit der Relationen innerhalb eines Systems (vgl. S. 50). Übertragen auf das Informationssystem bedeutet dies, dass die Unschärfe die Vieldeutigkeit der Relationen innerhalb des Informationsgeflechtes beschreibt.

Unter dem Begriff „Unschärfe des Informationsgeflechtes“ wird somit nachfolgend verstanden:

Unschärfe des Informationsgeflechtes Die „Unschärfe des Informationsgeflechtes“ ist ein → *Komplexitätsindikator*, der die Vieldeutigkeit der Relationen zwischen den → *Informationseinheiten* beschreibt, die mittels Kommunikationspartnern, Dokumenten und IT-Systemen realisiert werden.

Zwischen den Indikatoren der Divergenz und der Unschärfe der Informationseinheiten bestehen thematische Überschneidungen. Während die Divergenz erfasst, welche strukturellen Unterschiede in dem Informationsgeflecht bestehen, wird bei der Unschärfe untersucht, wie eindeutig es ist, welche Relationen in der jeweiligen Situation gewählt werden dürfen. Somit kann für die Untersuchung der Unschärfe auf die Clusterung aus der Analyse der Divergenz (vgl. S. 98) zurückgegriffen werden.

Nach Ansicht von Höge kann die Unschärfe nicht durch eine geschlossene Menge von Attributen „total“ abgebildet werden [Hög95, S 72]. Seiner Auffassung nach kann der Indikator der Unschärfe – ebenso wie bei der Divergenz – nur näherungsweise durch Standardisierungsmaßnahmen erfasst werden. [Hög95, S. 73] Für die Methodik zur Analyse der Informationskomplexität wird auch hier wieder diese Auffassung geteilt. Eine totale Erhebung der Unschärfe in einem so umfangreichen Prozess innerhalb eines Unternehmensnetzwerkes würde einen erheblichen Aufwand für die Datenerhebung bei geringer Aussagekraft der Ergebnisse bedeuten. Daher kann die Messung der Unschärfe nicht direkt, sondern lediglich indirekt durchgeführt werden.

Die Unschärfe des Informationsgeflechtes im PEP wird durch die in Tabelle 4.6 dargestellten Indikatoren ermittelt. Bewertet wird anhand der Eindeutigkeit, Zweideutigkeit oder Mehrdeutigkeit der Zuordnungsrelationen zu den Dokumenten, IT-Systemen und Kommunikationspartnern.

Tabelle 4.6: Indikatoren der Unschärfe eines Informationsgeflechtes

Deutungsmöglichkeiten der Zuordnungsrelationen zwischen Informationsein- heit und ...	niedrig	mittel	hoch
Quell- und Zieldokumente	Eindeutigkeit	Zweideutigkeit	Vieldeutigkeit
IT-Systeme	Eindeutigkeit	Zweideutigkeit	Vieldeutigkeit
Kommunikationspartner	Eindeutigkeit	Zweideutigkeit	Vieldeutigkeit

4.6.4 Chaos des Informationsgeflechtes

Das Chaos beschreibt die Veränderlichkeit von Relationen (vgl. S. 50). Übertragen auf das Informationssystem bedeutet dies, dass die Entwicklung von Veränderungen des Informationsgeflechtes erfasst wird.

Auf den ersten Blick könnte es sinnvoll sein, das Chaos über die allgemeinen Veränderungen des Informationsgeflechtes zu definieren, wie beispielsweise Änderung von Ansprechpartnern oder Datenquellen. Es gilt hier jedoch derselbe Ansatz wie bei der Dynamik, und zwar dass bei einem quantitativen Messen einer betrieblichen Entwicklung stets nur eine indirekte Messung über die resultierenden Ergebnisse durchgeführt werden kann (vgl. hierzu [Hög95, S. 74]). Aus diesem Grund ist eine prozessbasierte Definition nicht zulässig und es gilt die folgende ergebnisbasierte Definition des „Chaos des Informationsgeflechtes“:

Chaos des Informationsgeflechtes Das „Chaos des Informationsgeflechtes“ ist ein → *Komplexitätsindikator*, der durch das zeitliche Veränderungsverhalten von Systemzuständen des → *Informationsgeflechtes* in Bezug auf den → *Kopplungsgrad*, die → *Divergenz* und die → *Unschärfe* bestimmt wird.

Zur Messung des Chaos des Informationsgeflechtes werden folgende Indikatoren vorgeschlagen:

- Grad der Wiederholung des Kopplungsgrades des Informationsgeflechtes im Zeitverlauf
- Grad der Wiederholung der Divergenz des Informationsgeflechtes im Zeitverlauf
- Grad der Wiederholung der Unschärfe des Informationsgeflechtes im Zeitverlauf

Die Veränderungsrate der Relationen ergibt sich, indem die Vielzahl, die Vielfalt und die Vieldeutigkeit der Relationen zwischen zwei Zeitpunkten gemessen werden [Hög95, S. 78]. Somit sind für diese Messung, ebenso wie bei der Erfassung der Dynamik (vgl. S. 92), Zeitreihenanalysen notwendig.

Alternativvorgehen – Falls es dem Forscher nicht möglich ist, diese Zeitreihenanalyse im Rahmen seiner Untersuchungen durchzuführen, so kann alternativ eine grobe Einschätzung des Indikators auf Basis des Störungsempfindens der Mitarbeiter aufgrund von Veränderungen im Informationsprozess vorgenommen werden. Hierfür kann auf dasselbe Alternativvorgehen wie bereits bei dem Indikator der „Dynamik der Informationseinheiten“ zurückgegriffen werden (vgl. S. 92). Jedoch ist auch für das Chaos des Informationsgeflechtes dieser alternative Ansatz als wesentlich ungenauer anzusehen, als die exakte Bestimmung der Indikatorausprägung des Chaos des Informationsgeflechtes. Er bietet jedoch die Möglichkeit, die chaotischen Aspekte mit in die Handlungsstrategien einzubeziehen, auch wenn nicht die Möglichkeit einer Zeitreihenanalyse besteht.

Fazit: In diesem Kapitel konnte erfolgreich aufgezeigt werden, wie die Komplexität des Informationsgeflechtes bewertet werden kann. Nachdem die Ausprägungen der Indikatoren nun sowohl für die Informationseinheiten (vgl. Kapitel 4.5), als auch für das Informationsgeflecht, identifiziert wurden, sollte jeder dieser Indikatoren darauf hin analysiert werden, ob für ihn ein Handlungsbedarf identifiziert wurde. Aus dieser Analyse kann nachvollziehbar und reproduzierbar hergeleitet werden, ob die Komplexitätsindikatoren gesenkt, belassen oder erhöht werden sollten.

4.7 Ursachenanalyse der Indikatorausprägungen

Wird für einen Indikator entschieden, dass eine Änderung der Indikatorausprägung herbeigeführt werden soll, so sind im weiteren Vorgehen die Ursachen für diese Indikatorausprägung zu identifizieren.

Bezüglich der Ursachen von Indikatorausprägungen kann von einer Multikausalität ausgegangen werden. Dies bedeutet, es bewirken mehrere Auslöser zur gleichen Zeit die Ausprägung eines Indikators. Unter dem Begriff „Ursachen der Indikatorausprägung“ wird somit nachfolgend verstanden:

Ursache einer Indikatorausprägung Die „Ursache einer Indikatorausprägung“ ist eine Teilmenge von einer Vielzahl an Ereignissen oder Zuständen, die gemeinsam einen → *Komplexitätsindikator* in seiner Ausprägung beeinflussen.

Welche allgemeinen Probleme jedoch bei der Ableitung von Ursachen in einem komplexen System auftauchen und welche Vorgehensweise zur Ursachenanalyse eingesetzt werden sollte, wird in dem vorliegenden Kapitel beschrieben.

4.7.1 Die Problematik der Ursachenableitung in komplexen Systemen

In komplexen Systemen bestehen drei Herausforderungen, die eine Ursachenableitung erschweren. Dies ist erstens die Notwendigkeit von Kausalitätsbeziehungen, zweitens die Notwendigkeit der Gewichtung von Ursachen und drittens der Anspruch an die Vollständigkeit der Ursachenableitung.

Die erste wesentliche Herausforderung für die Ursachenableitung der Indikatorausprägungen liegt darin, dass Ursachen auf Basis von **Kausalitätsbeziehungen** abgeleitet werden. Jedoch bestehen, wie bereits auf S. 33 ausführlich erläutert, nach den Auffassungen von Nørretranders keine linearen Kausalitäten in einem komplexen System. Es können somit keine absoluten Ursachen bewiesen, sondern nur Tendenzen aufgezeigt werden. Dies entspricht ebenfalls der als Basis verwendeten Methodik der induktiven Schlussfolgerung, welche nur eine mögliche, aber eine nicht absolute Schlussfolgerung liefert (vgl. S. 71).

Die zweite Herausforderung bezieht sich auf die **Gewichtung** der Ursachen hinsichtlich ihrer Bedeutung und Einflussnahme auf den Komplexitätsindikator. Es muss bei einer Ursachenanalyse festgestellt werden können, ab wann ein „maßgeblicher“ Einfluss vorliegt. Doch diese Anforderung lässt sich für die Untersuchung von komplexen Systemen nicht zwei-

felsfrei erfüllen. Es wäre zwar möglich durch eine statistische Analyse zu der Gewichtung der Ursachen eine Aussage zu treffen, jedoch würden diese Werte eine Genauigkeit in den Erkenntnissen vortäuschen, die aufgrund der hohen Abhängigkeiten in der Realität nicht gegeben ist.

Als dritte Herausforderung kann der Anspruch auf die **Vollständigkeit** der Ursachenableitung genannt werden. Diesen Anspruch der Vollständigkeit wird das Modell in der Untersuchung von komplexen Zusammenhängen nicht leisten können. Daher wird durch eine Eingrenzung der Untersuchungsparameter im Vorhinein ausgeschlossen, dass in der Methodik alle theoretisch möglichen Ursachen identifiziert werden sollen.

Diese drei Herausforderungen bilden die Rahmenbedingungen, auf deren Basis in den folgenden Abschnitten eine Ursachenanalyse abgeleitet wird.

4.7.2 Vorgehen zur Ursachenableitung

In dem nachfolgenden Vorgehensschema für die Ursachenableitung der Indikatorausprägung soll der Versuch unternommen werden, durch die Vorgabe eines Leitfadens sowohl in der Ursachenfindung, als auch in der Ursachenbewertung, die subjektiven Einflüsse des Beobachters zu minimieren. Damit die Ursachenfindung zielgerichtet durchgeführt werden kann, sind die möglichen Ursachen thematisch auf die vorher festgelegten Untersuchungsparameter Prozess, Dokument, IT-System und Kommunikationsinhalt einzugrenzen. Durch diese Einschränkung findet somit nur eine partielle Ursachenanalyse statt. Eine ausgeweitete Ursachenanalyse über die Untersuchungsparameter hinaus wäre für die Untersuchung der Informationskomplexität unzulässig, da der auf S. 77 aufgezeigte Gültigkeitsrahmen verlassen werden würde.

Für die Leitfadengestützte Ursachenableitung bietet sich die Darstellungsweise des Ishikawa Diagramms an. Bei dem Ishikawa-Diagramm handelt es sich um ein Ursache-Wirkungsdiagramm, welches eine graphische Visualisierung von Ursachen darstellt, die zu einem Ergebnis führen oder dieses maßgeblich beeinflussen [Oph05, S. 44 f.]. In der Literatur wird an das Ishikawa-Diagramm der Anspruch gestellt, dass durch dieses Diagramm „alle Problemursachen identifiziert und mit Hilfe des Diagramms ihre Abhängigkeiten dargestellt werden“ [SZ10, S. 551]. Dieser Ansatz widerspricht den Herausforderungen in der Ableitung von Ursachen in komplexen Problemen (vgl. S. 103). Trotz dieses Widerspruches wird das Ishikawa-Diagramm für die Identifizierung der Ursachen empfohlen. Der Grund für diese Entscheidung ist, dass es zur Analyse und Strukturierung von Prozessen dient und hier systematisch Problemursachen ableitet. Somit kann das Beziehungsgeflecht komplexer Strukturen

visualisiert werden. Für die bestehenden Alternativen, wie beispielsweise das Signalwirkdiagramm, in dem Abhängigkeiten ebenfalls grafisch dargestellt werden, würden die gleichen Kritiken noch stärker auftreten, da hier noch deutlicher ein Vorhandensein von linearen Zusammenhängen dargestellt wird und die Darstellungsart schnell sehr unüberschaubar wird. Aus diesem Grund wird die Verwendung des Ishikawa-Diagramms vorgeschlagen, da durch diese Darstellungsart das Verständnis der vielseitigen Ursachen in dem komplexen Prozess gefördert wird. In Abbildung 4.8 ist dargestellt, wie die Visualisierung der Ursachenableitung für eine Indikatoreausprägung dargestellt werden kann.

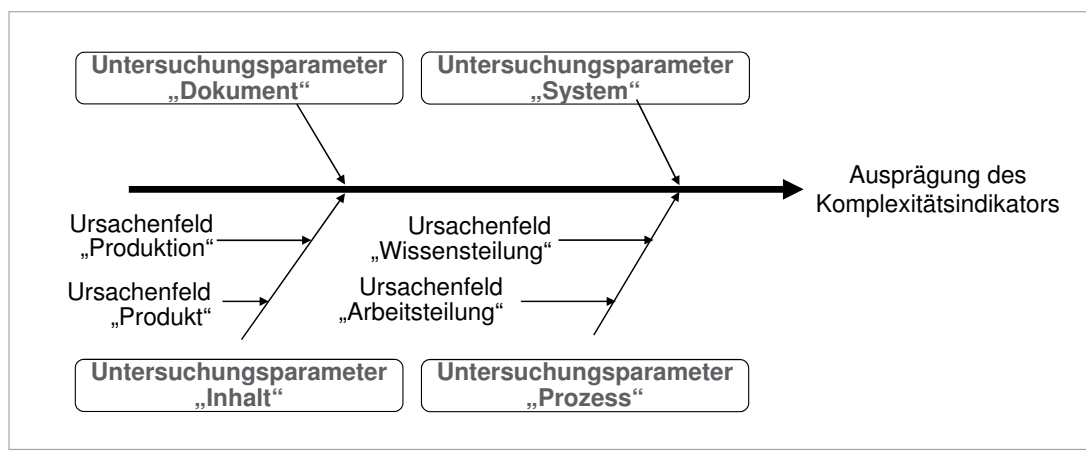


Abbildung 4.8: Übersicht zur Ableitung von Ursachen der Informationskomplexität

Die Bewertung ob und wie stark eine Tatsache als Ursache für eine Indikatoreausprägung gesehen wird, kann durch Experteninterviews ermittelt werden. Die hohe Gewichtung einer Ursache ergibt sich daraus, dass die Ursache von einer hohen Anzahl von Experten benannt und als bedeutend eingestuft wird. Eine detailliertere Ermittlung der Ursachen kann in Einzelfällen sinnvoll sein, darf jedoch aufgrund der fehlenden linearen Kausalität nicht überbewertet werden. Wie die Ursachen für die jeweilige Indikatoreausprägung untersucht werden können, wird in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben.

4.7.3 Ursachenfindung im Untersuchungsparameter „Prozess“

Der Untersuchungsparameter „Prozess“ beschreibt die Kernprozesse in dem untersuchten Handlungsfeld (vgl. S. 77 ff.). In diesen Kernprozessen werden Informationen zwischen Personen oder Maschinen transferiert. Diese Informationen können formal und wissensbasiert betrachtet werden (vgl. S. 12). Aus der formalen Sichtweise besteht der Prozess aus dem Austausch von Informationen in Form von Zeichen. Dieser Austausch findet in einem organisierten Arbeitsprozess statt. Daher können die prozessbedingten Ursachen aus der formalen

Sicht in der Ablauf- und der Aufbauorganisation für die Vermittlung von Zeichen gesehen werden. Dieser Ansatz bildet das erste Ursachenfeld für die Ermittlung von prozessbedingten Ursachen der Informationskomplexität. Aus der wissensbasierten Sichtweise besteht der Prozess aus dem Austausch von Wissensteilen. Eine Person sendet einen Bestandteil seines Wissens an eine andere Person, um deren Wissensbestand zu vergrößern. Dieser wissensbasierte Ansatz bildet das zweite Ursachenfeld für die Ermittlung von prozessbedingten Ursachen der Informationskomplexität. Somit bestehen im Untersuchungsparameter „Prozess“ die zwei Ursachenfelder „Arbeitsteilung“ und „Wissensteilung“.

Das Ursachenfeld „Arbeitsteilung“ – Als erstes Ursachenfeld kann die Aufbau- und Ablauforganisation für den Austausch der Zeichen gesehen werden. Als einzelne Ursachen können hier beispielsweise die Merkmale einer Ablauforganisation oder einer Aufbauorganisation nach Schulte-Zurhausen betrachtet werden [SZ10, S. 14]. Hilfreich ist auch die Auflistung von Trippner, der die Ursachen der Organisationskomplexität in der Produktentwicklung folgendermaßen beschreibt [Tri02, S. 14]:

- Grad der Arbeitsteilung bei der Produktentwicklung (Anzahl der Schnittstellen)
- Anzahl organisatorischer Grenzen in der Aufbauorganisation
- Anzahl der involvierten Mitarbeiter
- Grad der Parallelität der Entwicklungstätigkeiten und deren Vernetzung
- Anzahl der Entwicklungspartner (mit fachlichen, organisatorischen, kulturellen und sprachlichen Verschiedenheiten)
- Grad der örtlichen Verteilung
- Grad der Kompatibilität der verwendeten Entwicklungsmethoden und -systeme
- Grad der Verwendbarkeit von Richtlinien, Standards und Normen

Das Ursachenfeld „Wissensteilung“ – Als zweites Untersuchungsfeld kann der übergeordnete Austausch von Wissen zwischen zwei oder mehreren Personen gesehen werden. Damit die Wissensvermittlung ungestört ablaufen kann, sind gemäß den Phasen der Kommunikation (vgl. S. 16) mehrere Voraussetzungen zu erfüllen. Eine Wissensvermittlung setzt erstens voraus, dass das Wissen von einem Sender an einen Empfänger vermittelt wird. Hierfür ist eine einheitliche Codierung erforderlich. Weiterhin ist es erforderlich, dass der Sender sein Wissen so ausdrückt, dass der Empfänger die Nachricht richtig interpretieren kann. Von Seiten des Empfängers ist es zusätzlich notwendig, dass er an die Nachrichten gelangen kann, die ihm das Wissen vermitteln sollen. Er muss die Nachrichten somit finden können und die Zugriffsrechte hierfür besitzen. Weiterhin muss er in der Lage sein können, das Wissen zu verarbeiten. Störungen in diesen vier Voraussetzungen können Ursachen für eine vorliegende Informationskomplexität darstellen und sind daher in der Ursachenanalyse zu überprüfen.

4.7.4 Ursachenfindung im Untersuchungsparameter „Inhalt“

Der Untersuchungsparameter „Inhalt“ beschreibt die Kommunikationsinhalte der übermittelten Informationen. Diese können sich gemäß der Festlegung der Untersuchungsparameter auf S. 77 ff. beziehen auf die Produkt- und die Produktionsdaten. Als mögliche Ursachen für Indikatorausprägungen im Untersuchungsparameter „Inhalt“ können somit sowohl Eigenschaften des Produktes, als auch Eigenschaften der Produktion betrachtet werden.

Das Ursachenfeld „Produkt“ – Für die Identifizierung von möglichen Ursachen bezüglich des Ursachenfeldes „Produkt“ können beispielsweise die Merkmale der technologischen Produktkomplexität, der Produktprogrammkomplexität, sowie der Markt- und Kundenstrukturkomplexität herangezogen werden. Diese Komplexitätsmerkmale, sowie deren Auswirkungen auf die Informationsprozesse, wurden auf S. 58 ff. bereits ausführlich beschrieben. Einzelne produktbezogene Ursachen könnten somit beispielsweise sein:

- Technologische Komplexität des Produktes
- Produktvielfalt
- Hohe Anzahl vernetzter Sach- und Dienstleistungen
- Häufige Änderungen des Produktes
- Detaillierte Produktbeschreibungen aufgrund hoher Individualisierung

Das Ursachenfeld „Produktion“ – Innerhalb des Ursachenfeldes „Produktion“ können die Ursachen beispielsweise in den Merkmalen der Produktionsprogrammkomplexität gesucht werden (vgl. S. 60). Einzelne produktionsbedingte Ursachen der Informationskomplexität könnten hierbei sein:

- Produktionsprogramm (Eigenfertigung, Fremdfertigung, Montage)
- Detaillierungsgrad der Produktionsinformationen
- Vielfalt der Produktionsvarianten/ Technologien
- Maßnahmen der kontinuierlichen Verbesserung der Produktion
- Anzahl zentraler Funktionen in der Produktion

4.7.5 Ursachenfindung im Untersuchungsparameter „Dokument“

Der Untersuchungsparameter „Dokument“ beinhaltet die im Handlungsfeld verwendeten Dokumente, die direkt zur Zielerreichung des Handlungsfeldes beitragen (vgl. S. 77 ff.). Die Ursachen in diesem Untersuchungsparameter können in der Gestaltung der Dokumente gesehen werden. Die Dokumentengestaltung kann sowohl durch die Präsentationsform der In-

formation, als auch durch die Dokumentenstruktur einen Einfluss auf die wahrgenommene Informationskomplexität ausüben. Ebenso haben die Datenzugänglichkeit und die Datenqualität Auswirkungen auf die Konsistenz und die Vergleichbarkeit der Informationen und können somit die Informationskomplexität beeinflussen. Daher können diese vier Aspekte in dem Untersuchungsparameter „Dokument“ für die Ursachenfindung analysiert werden. Ursachen im Untersuchungsparameter „Dokument“ könnten somit beispielsweise sein:

- Hohe Anzahl an Dokumenten
- Ungleichmäßige Gestaltung
- Mangelnde Datenqualität
- Häufige Änderungen an Dokumenten

4.7.6 Ursachenfindung im Untersuchungsparameter „IT-System“

Der Untersuchungsparameter „IT-System“ beschreibt die IT-Verwendung in dem untersuchten Handlungsfeld. Als Ursachen in diesem Untersuchungsparameter können beispielsweise die Merkmale einer komplexen Rechnerunterstützung im PEP herangezogen werden, die von Trippner in seiner Dissertationsschrift abgeleitet wurden [Tri02, S. 24]. Einzelne Ursachen im Untersuchungsparameter „Dokument“ könnten somit beispielsweise sein:

- Anzahl der eingesetzten Systeme und Systemschnittstellen
- Anzahl der Systemanwender
- Häufigkeit der Release-Wechsel
- Häufigkeit der Änderungen der Hardwareumgebung
- Komplexität der zugrundeliegenden Produktdatenmodelle
- Varietät der Datentypen aller eingesetzten Systeme
- Änderungshäufigkeit von Produktdaten
- Vielfalt der verwendeten Datenformate

Diese Merkmale können als mögliche Ursachen für die Indikatorausprägungen herangezogen werden.

Fazit: In dem vorliegenden Kapitel konnte erfolgreich eine Vorgehensweise zur Ursachenanalyse abgeleitet werden. Für die vier Untersuchungsparameter konnte jeweils ermittelt werden, welche Ursachen untersucht werden sollten. Auf Basis der gesamten Ergebnisse der Indikator- und der Ursachenanalyse ist es dem Anwender nun möglich, im Folgeschritt Handlungsempfehlungen zum Management von Informationskomplexität abzuleiten.

4.8 Ableitung von Handlungsempfehlungen

Auf Basis der Erkenntnisse aus den vorangegangenen Vorgehensschritten kann für jeden Untersuchungsparameter ein dimensionsübergreifendes Handlungsmodell erstellt werden. Dieses Handlungsmodell setzt sich aus einzelnen Handlungsempfehlungen zusammen.

Unter dem Begriff „Handlungsempfehlung“ wird nachfolgend verstanden:

Handlungsempfehlungen Eine „Handlungsempfehlung“ im Rahmen der Methodik zur Analyse von Informationskomplexität zeigt für jeweils einen → *Untersuchungsparameter* Maßnahmen auf, die zu einer Veränderung der Ausprägung eines → *Komplexitätsindikators* führen. Dies soll eine Senkung der → *Ressourcenverschwendung im Informationsprozess* oder der vom Mitarbeiter störend wahrgenommenen → *Komplexität* in den Informationsflüssen bewirken.

4.8.1 Die Strategien im Überblick

Um Handlungsempfehlungen abzuleiten, stehen unterschiedliche „Standard-Strategien“ zur Verfügung. Diese beziehen sich jeweils auf die Beherrschung der Vielzahl, der Vielfalt, der Vieldeutigkeit und der Veränderlichkeit im Informationssystem.

Hierzu wird auf bestehende Konzepte zurückgegriffen, wie beispielsweise dem Tuning-Konzept von Reiß (vgl. S. 63). Die Ansätze aus der Literatur werden den jeweiligen Indikatoren der Informationskomplexität zugeordnet und spezifisch um die Aspekte zum Management der Informationskomplexität weiterentwickelt. Es ergeben sich vier grundlegende Strategien zur Beeinflussung der Komplexität der Informationseinheiten und des Informationsgeflechtes, die in Abbildung 4.9 zusammen getragen sind.

Strategien zur Beherrschung der Vielzahl – Um die Vielzahl von Informationseinheiten und Informationsrelationen zu beherrschen und optimal einzusetzen, wird auf das Dimensionierungskonzept von Reiß zurückgegriffen. In diesem beschreibt er die Erweiterung (Erhöhung) und Bereinigung (Senkung) der Elemente, sowie die Kopplung (Erhöhung) und Entkopplung (Senkung) der Relationen innerhalb einer Organisation (vgl. S. 62). Wird dieser Ansatz auf die Betrachtung der Informationskomplexität übertragen, so bedeutet dies, dass für die Beherrschung der Vielzahl im Informationssystem vier Maßnahmen eingesetzt werden können. Dies sind Maßnahmen der Erweiterung oder Bereinigung des Informations-

volumens, sowie Maßnahmen der Kopplung oder Entkopplung des Informationsgeflechtes. Diese vier Ansätze zur Beherrschung der Vielzahl der Informationseinheiten und -relationen werden ab S. 111 detailliert vorgestellt.

Strategien zur Beherrschung der Vielfalt – Um ein optimales Maß an Verschiedenartigkeit in dem Informationssystem zu erzeugen, wird auf das Differenzierungskonzept von Reiß zurückgegriffen. In diesem beschreibt er die Diversifizierung (Erhöhung) und Homogenisierung (Senkung) der Elementenvielfalt, sowie das Konfrontieren (Erhöhung) und Harmonisieren (Senkung) der Relationenvielfalt innerhalb einer Organisation (vgl. S. 63). Wird dieser Ansatz von Reiß auf die Betrachtung der Informationskomplexität übertragen, so bedeutet dies, dass für die Beherrschung der Vielfalt im Informationssystem vier Maßnahmen eingesetzt werden können. Dies sind Maßnahmen der Diversifizierung oder Homogenisierung der Informationseinheiten, sowie Maßnahmen der Konfrontierung oder Homogenisierung des Informationsgeflechtes. Diese vier Ansätze zur Beherrschung der Vielfalt der Informationseinheiten und -relationen werden ab S. 115 detailliert vorgestellt.

Strategien zur Beherrschung der Vieldeutigkeit – Um eine adäquate Konkretisierung der Systemparameter im Informationssystem zu erlangen, wird auf das Normierungskonzept von Reiß zurückgegriffen. In diesem beschreibt er die Variation (Erhöhung) und Determinierung (Senkung) der Vieldeutigkeit der Elemente, sowie die Liberalisierung (Erhöhung) und Disziplinierung (Senkung) der Vieldeutigkeit der Relationen innerhalb einer Organisation (vgl. S. 63). Wird dieser Ansatz auf die Betrachtung der Informationskomplexität übertragen, so bedeutet dies, dass für die Beherrschung der Vieldeutigkeit im Informationssystem vier Maßnahmen eingesetzt werden können. Dies sind Maßnahmen der Variation oder Determinierung der Informationseinheiten, sowie Maßnahmen der Disziplinierung oder Liberalisierung des Informationsgeflechtes. Diese vier Ansätze zur Beherrschung der Vieldeutigkeit der Informationseinheiten und -relationen werden ab S. 119 detailliert vorgestellt.

Strategien zur Beherrschung der Veränderlichkeit – Um eine beherrschbare Veränderlichkeit des Informationssystems zu erlangen, wird auf das Stabilisierungskonzept von Reiß zurückgegriffen. In diesem beschreibt er die Dynamisierung (Erhöhung) und Verstetigung (Senkung) der Veränderlichkeit der Elemente, sowie die Selbstorganisation (Erhöhung) und Fremdorganisation (Senkung) der Veränderlichkeit der Relationen innerhalb einer Organisation (vgl. S. 64). Wird dieser Ansatz auf die Betrachtung der Informationskomplexität übertragen, so bedeutet dies, dass für die Beherrschung der Veränderlichkeit im Informationssystem vier Maßnahmen eingesetzt werden können. Dies sind Maßnahmen der Dynamisierung oder Verstetigung der Informationseinheiten, sowie Maßnahmen der Selbst- oder Fremd-

ganisation des Informationsgeflechtes. Diese vier Ansätze zur Beherrschung der Veränderlichkeit der Informationseinheiten und -relationen werden ab S. 122 detailliert vorgestellt.

Die Einflussmöglichkeiten der einzelnen Maßnahmen auf die einzelnen Komplexitätsindikatoren des Informationssystems sind in der Abbildung 4.9 symbolisch durch Schraubendreher dargestellt. Mittels der Beeinflussung dieser Indikatoren kann eine Änderung der Rahmenbedingungen des Systems vorgenommen werden. Dies ist symbolisch dargestellt durch die Beeinflussung der Schrauben in oder entgegengesetzt zur Drehrichtung. Dieses Modell darf jedoch nicht den Eindruck erwecken, dass eine direkte Beeinflussung des komplexen Systems vorgenommen werden kann. Im Sinne der Diskussion um das Systemverständnis, das dieser Methodik zugrunde gelegt wurde (vgl. S. 23), kann ein komplexes System nicht im Sinne eines technischen Systems, sondern nur als soziales, sich selbst beeinflussendes Netzwerk betrachtet werden. Aus diesem Grund kann es nicht gesteuert, sondern lediglich gelenkt werden. Übertragen auf das Schraubenmodell zum Management der Informationskomplexität bedeutet dies, dass durch die Beeinflussung der Schrauben keine direkte Steuerung vorgenommen werden kann. Es können nur die Rahmenbedingungen des Systems verändert werden. Diese Rahmenbedingungen werden in der Abbildung durch die Hülle der Kugel symbolisiert. Das analysierte komplexe System in der Mitte der Darstellung wird durch die Rahmenbedingungen nur gelenkt. Trotz der Managementmaßnahmen wird es sich weiterhin evolutionär selber beeinflussen, aber unter geänderten Rahmenbedingungen.

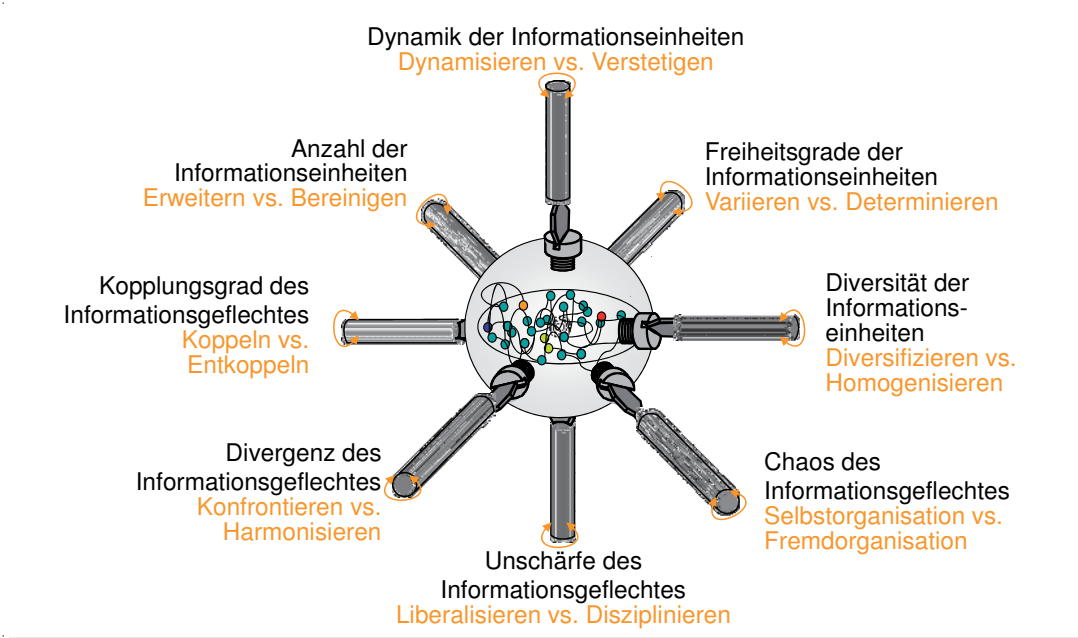


Abbildung 4.9: Allgemeine Strategien zur Beeinflussung der Rahmenbedingungen eines komplexen, sich evolutionär verändernden Informationssystems

Mit den Angaben über die Handlungsempfehlungen für die einzelnen Untersuchungsparameter soll es nun ermöglicht werden, das Gesamtsystem bezogen auf die vier ausgewählten Untersuchungsparameter in den Störungen durch Informationskomplexität zu reduzieren. Es soll jedoch ausdrücklich nicht untersucht werden, welche Querwirkungen zwischen den Maßnahmen der einzelnen Untersuchungsparameter vorliegen. Hierzu Aussagen zu treffen wäre für komplexe Systeme aufgrund der hohen Veränderlichkeit nahezu unmöglich. Daher sollen die Aussagen jeweils nur für das eingegrenzte Betrachtungsfeld des jeweiligen Untersuchungsgegenstandes Gültigkeit aufweisen.

4.8.2 Beeinflussung des Informationsvolumens

Das Volumen kann durch die zwei gegenläufigen Maßnahmen der Erweiterung und Bereinigung der Anzahl an Elementen beeinflusst werden (vgl. S. 108). Hierdurch ergeben sich für das Informationsvolumen folgende Möglichkeiten der Beeinflussung:

<i>Bereinigung der Informations-einheiten</i>	Die „Bereinigung der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme zur Kontraktion der \rightarrow <i>Anzahl an Informationseinheiten</i> dar. Als Standard-Ansätze können die Dezimierung und die Klassenbildung der \rightarrow <i>Informationseinheiten</i> gesehen werden.
---	--

Dezimierung der Informationseinheiten – Die Dezimierung von Informationseinheiten erfolgt differenziert durch eine direkte Streichung von Informationseinheiten. Sie kann mittels einer fokussierten Selektion erfolgen. Bei dieser werden für die Informationseinheiten Prioritäten ermittelt, an denen sich die Kürzungsaktivitäten im Informationssystem orientieren. Dementgegen kann eine undifferenzierte Streichung bei der Betrachtung von Informationseinheiten nur eingeschränkt empfohlen werden, da hierdurch das Wissen im Unternehmen reduziert werden könnte. Sie wäre jedoch beispielsweise bei einer Streichung von redundanten oder veralteten Informationen sinnvoll. In der Praxis wird dies häufig durch eine Löschung von Informationen durchgeführt, die seit einem bestimmten Zeitraum nicht mehr verwendet und auch nicht archiviert wurden.

Klassenbildung der Informationseinheiten – Eine Klasse ist gemäß der Mengenlehre eine Zusammenfassung von Objekten, die eine gemeinsame logische Eigenschaft besitzen. Zwischen den Klassen sollte eine möglichst große Verschiedenartigkeit bestehen. [Pet05, S. 26] Die Klassenbildung im Informationssystem erfolgt somit im ersten Schritt durch eine Identifizierung von gemeinsamen logischen Eigenschaften der Informationseinheiten. Anschließend werden die Informationseinheiten gemäß dieser logischen Eigenschaften sortiert und

zu Klassen zusammengefasst. Dies bedeutet, dass einzelne Informationseinheiten zu einer neu entstehenden Informationseinheit auf einer höheren Betrachtungsebene zusammengefasst werden. Es wird daher nicht die Anzahl der einzelnen Informationen, sondern lediglich die Anzahl der zu transferierende Informationseinheiten reduziert. Hierdurch senkt sich die Anzahl der Informationseinheiten im betrachteten Handlungsfeld. Für den Vorgang der Klassenbildung kann beispielsweise das multivariate Analyseverfahren der Clusteranalyse eingesetzt werden (vgl. zur weiterführenden Literatur [KR05]).

Erweiterung der Informationseinheiten

Die „Erweiterung der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme zur Expansion der → *Anzahl der Informationseinheiten* dar. Als Standard-Ansätze können die Konzepte des Wissensmanagements im Unternehmen und die Bereitstellung von Hintergrundinformationen durch IT-Unterstützung gesehen werden.

Wissensmanagement-Ansätze – Die Wissensmanagement-Methoden der aktuellen Literatur bilden den klassischen Weg einer Erweiterung der dem Mitarbeiter zu Verfügung stehenden Informationseinheiten. Eine Maßnahme kann beispielsweise der Aufbau von Wissensspeichern sein. Als weiterführende Literatur zu dem Ansatz des Wissensmanagements im Unternehmens kann das Werk von Probst et al. [PRR06] empfohlen werden.

Bereitstellung von Hintergrundinformationen durch IT-Unterstützung – Die dem Mitarbeiter für die Ausführung seiner Arbeitstätigkeit zur Verfügung stehen Informationen können erhöht werden, indem durch eine Eingabe in der Anwenderschnittstelle eine Verknüpfung zu Dokumenten aus anderen IT-Systemen hergestellt wird. Ein Beispiel könnte die Einsicht in die Konstruktionsdaten eines Bauteiles sein. Hierdurch könnte der Mitarbeiter Zusatzinformationen darüber erlangen, ob beispielsweise lediglich vergessen wurde eine Befestigungsklammer in den Plan einzutragen, oder ob das Bauteil inzwischen mit fest integrierter Befestigungsmöglichkeit konstruiert wurde. Im Zweiten Fall wäre es somit richtig, dass die Klammer im Plan nicht separat eingetragen ist.

4.8.3 Beeinflussung des Kopplungsgrades des Informationsgeflechtes

Der Kopplungsgrad kann durch die zwei gegenläufigen Maßnahmen des Koppelns und des Entkoppelns der Relationen beeinflusst werden (vgl. S. 108). Hierdurch ergeben sich für den Kopplungsgrad des Informationsgeflechtes folgende Möglichkeiten der Beeinflussung:

Entkoppeln des Informationsgeflechtes Das „Entkoppeln des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme zur Reduktion des → *Kopplungsgrades des Informationsgeflechtes* dar. Als Standard-Ansätze können die Dekomposition, die Lose Kopplung oder die Konzentration gesehen werden.

Dekomposition – Die Dekomposition bildet einen Teilbereich der Modularisierung und wird von Böhmann und Krcmar in Bezug auf die Entkopplung von Servicedienstleistungen vorgestellt [BK06, S. 379 und die dort verwiesene Literatur]. In der Dekomposition werden komplexe Dienstleistungen auf Teildienstleistungen aufgeteilt. Anschließend wird diesen Teildienstleistungen exakt zugeordnet, welche Rolle sie in der Gesamtdienstleistung erfüllen. [BK06, S. 379 f.] Dieser Ansatz kann auf die Prozesse im Informationssystem übertragen werden. Für das Informationsgeflecht bedeutet dieser Ansatz somit, dass das komplexe System in eine Ansammlung von isolierten Subsystemen aufgeteilt wird. Diese Subsysteme bilden nun einzelne Bausteine, zwischen denen Relationen bestehen. Durch diese Dekomposition wird die Kopplung geringer, als wenn zwischen den einzelnen Informationseinheiten Relationen bestehen. In den Informationsflüssen des Produktentstehungsprozesses ist diese Strategie häufig bei dem Einsatz von Simultaneous Engineering Teams vorzufinden, die jeweils Informationen zu einem spezifischen Bauteil austauschen.

Lose Kopplung – Die „Lose Kopplung“ wird sowohl von Reiß, als auch von Böhmann und Krcmar zur Entkopplung eines System vorgeschlagen [BK06, S. 380; Rei93b, S. 134]. Sie ist ebenfalls als ein Teilbereich der Modularisierung anzusehen. Hierbei werden die Elemente, die miteinander eng verknüpft sind, zu Teilsystemen zusammengefasst, so dass zwischen den Elementen von unterschiedlichen Teilsystemen möglichst geringe Wechselwirkungen bestehen. [BK06, S. 340] Beispielsweise kann der Kopplungsgrad in einem Informationssystem im PEP dadurch reduziert werden, dass ein Mitarbeiter nicht erst die Bestätigung von einem anderen Mitarbeiter einholen muss, sondern entweder durch geänderte Berechtigungen oder durch Ermessensspielräume die Information selbstständig weiter kommunizieren darf.

Konzentration auf einzelne Informationseinheiten – Von Reiß wird der Ansatz der Konzentration als Maßnahme zur Entkopplung vorgeschlagen. Er beschreibt sie als „Fokussierung auf Elemente unter Vernachlässigung der Relationen“. [Rei93b, S. 134] Übertragen auf den Kopplungsgrad des Informationsgeflechtes bedeutet dies, dass der Mitarbeiter sich auf bestimmte Informationseinheiten oder Ressourcen konzentriert, während er die Relationen zu andern Informationseinheiten oder Ressourcen vernachlässigt. Diese Strategie reduziert nicht die reale, sondern lediglich die vom Mitarbeiter wahrgenommene Kopplung des Informationsgeflechtes. Dieser Ansatz kann beispielsweise sinnvoll sein, wenn ein Mitarbei-

ter werksunabhängig eine grobe Berechnung der Herstellkosten eines veränderten Bauteiles durchführen soll, ohne jedoch die werkspezifischen Informationen aus dem Fertigungsplan zu berücksichtigen.

Koppeln des Informationsgeflechtes

Das „Koppeln des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme zur Erhöhung des → *Kopplungsgrades des Informationsgeflechtes* dar. Als Standard-Ansätze können die Komposition von Funktionen, engere Abstimmungsprozesse oder die Schaffung von Kommunikationskreisläufen gesehen werden.

Komposition von Funktionen – Analog zu dem Ansatz der Dekomposition (vgl. S. 113), kann eine Komposition von Funktionen den Kopplungsgrad im Informationsgeflecht erhöhen. Indem einzelne Prozesse zu einem komplexen Gesamtprozess zusammengefasst werden, erhöht sich der Kopplungsgrad. Für das Informationsgeflecht bedeutet dieser Ansatz, dass isolierte Subsysteme aus Informationseinheiten und Ressourcen nun untereinander verbunden werden können. Dies erfolgt beispielsweise bei der Integration von IT-Systemlandschaften, wenn vorher isolierte Dokumente und Informationseinheiten aus unterschiedlichen Werken nun gemeinsam betrachtet und untereinander verknüpft werden können.

Engere Abstimmungsprozesse – Analog zu dem Ansatz der losen Kopplung (vgl. S. 113), kann eine engere Kopplung den Kopplungsgrad im Informationsgeflecht erhöhen. Eine enge Kopplung bedeutet, dass eine Änderung in dem einen Bereich direkt eine Änderung in dem anderen hervorruft. Diese engere Kopplung kann erfolgen, indem der Informationsaustausch für die Entscheidungsfindung intensiver gestaltet wird. Es finden somit engere Abstimmungsprozesse statt. Ein häufiges Beispiel aus dem Produktentstehungsprozess ist, dass in der Konstruktion eines Bauteils die Entscheidungsfindung der Konstrukteure im eng gestalteten Abstimmungsprozess mit der Produktion und der Logistik stattfindet, indem die Informationen häufiger und intensiver ausgetauscht werden.

Schaffung von Kommunikationskreisläufen – Analog zu dem Wandel von Wertschöpfungsketten zu Wertschöpfungsnetzwerken (vgl. S. 2), können auch die Relationen innerhalb eines Informationsgeflechtes verstärkt werden, indem Informationen, die vorher in einer „Prozesskette“ kommuniziert wurden, nun in einem Kommunikationskreislauf ausgetauscht werden. Die Schaffung von Kommunikationskreisläufen ist im Produktentstehungsprozess beispielsweise dann wichtig, wenn alle involvierten Mitarbeiter von einem Änderungsvorhaben an einem Bauteil frühzeitig erfahren sollen.

4.8.4 Beeinflussung der Diversität der Informationseinheiten

Die Diversität kann durch die zwei gegenläufigen Maßnahmen des Diversifizierens und des Homogenisierens beeinflusst werden (vgl. S. 109). Hierdurch ergeben sich für die Diversität der Informationseinheiten folgende Möglichkeiten der Beeinflussung:

Homogenisieren der Informationseinheiten Das „Homogenisieren der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme zur Angleichung der Informationseinheiten untereinander dar, indem die → *Diversität der Informationseinheiten* gesenkt wird. Als Standard-Ansätze können die Programmierung und die Normung der → *Informationseinheiten*, ebenso wie der Aufbau einer Unternehmenskultur gesehen werden.

Programmierung der Informationseinheiten – Nach Picot et al. handelt es sich bei der Programmierung um „die Entwicklung von generellen, ablaufsteuernden Instruktionen für eine bestimmte Problemlösung“ [PDF02, S. 256]. Diese können sich ihrer Beschreibung nach auf unterschiedliche Objekte beziehen, wie beispielsweise Abläufe, Fähigkeiten oder Rahmenbedingungen. [PDF02, S. 256] Schulz-Walz ergänzt zu diesem Ansatz, dass die Programmierung in ihren Möglichkeiten und Grenzen entscheidend von den zu bewältigenden Problemen bestimmt wird, die innerhalb einer Organisation auftreten [SW06, S. 32]. Die Programmierung wird von Reiß als ein Ansatz zur Standardisierung von Elementen vorgeschlagen [Rei93b, S. 134]. Innerhalb eines Informationssystems kann sie zur Senkung der Diversität von Informationseinheiten eingesetzt werden, um einheitliche Informationseinheiten für bestimmte Kommunikationsinhalte zu erzeugen. Hierbei kann in die Abläufe der Informationseingabe in ein IT-System eingegriffen und dafür gesorgt werden, dass standardisierte Informationseinheiten ausgetauscht werden. Diese Homogenisierung der Informationseinheiten kann bei der Programmierung von IT-Systemen beispielsweise durch standardisierte Anwenderschnittstellen bewusst gefördert werden.

Normung der Informationseinheiten – Bei einer Norm handelt es sich gemäß Bahke et al. um ein „Dokument, das mit Konsens erstellt und von einer anerkannten Institution angenommen wurde und das für die allgemeine und wiederkehrende Anwendung Regeln, Leitlinien oder Merkmale für Tätigkeiten oder deren Ergebnisse festlegt [...]“. [Bah02, S. 10]. Die Normung wird von Reiß als ein Ansatz der Standardisierung, und somit der Homogenisierung von Elementen vorgeschlagen [Rei93b, S. 134]. Im Informationssystem bewirkt die Normung ebenfalls eine Standardisierung der Informationseinheiten, jedoch muss der Mitarbeiter sich bewusst dafür entscheiden, die genormte Version der Informationseinheiten zu wäh-

len. Nur dann kann der Effekt einer Homogenisierung in den Informationseinheiten eintreten. In den Informationsflüssen des Produktentstehungsprozesses sind Normierungen in den Informationseinheiten beispielsweise in den VDI-Richtlinien vorzufinden, die auch in dieser Arbeit zitiert werden (vgl. beispielsweise [VDI79]). Weiterhin prägen EDV-Standards und unternehmensinterne Begriffe die Normung in den Informationseinheiten des Produktentstehungsprozesses. Jedoch ist auch die Entwicklung unternehmensinterner Normen möglich. Zu beachten ist bei dieser Maßnahme jedoch, dass Normen nur dann zu einer Homogenisierung im Unternehmensnetzwerk führen können, wenn sie durchgängig in diesem Netzwerk bekannt und akzeptiert sind.

Aufbau einer Unternehmenskultur – Der bewusste Aufbau einer Unternehmenskultur kann nach Reiß zu homogenen Grundwerten und Denkweisen innerhalb einer Organisation führen [Rei93b, S. 134]. In einem Informationssystem kann der Aufbau einer Unternehmenskultur insofern zu einer Homogenisierung der Informationseinheiten führen, dass sie eine Angleichung der Denkweise bei der Informationsverarbeitung bewirken kann. Hierdurch kann eine intrinsische, also von innen her kommende Standardisierung der generierten Informationseinheiten bewirkt werden. Die Vielfalt von Informationseinheiten kann somit reduziert werden. Ein Beispiel aus den Informationsprozessen im Produktentstehungsprozess für diese intrinsische Standardisierung der Informationseinheiten ist, wenn eine identische Bezeichnung von Arbeitsfolgen dadurch möglich wird, dass die Mitarbeiter eine einheitliche Vorstellung des optimalen Montageprozesses erlangt haben.

Diversifizieren der Informationseinheiten

Das „Diversifizieren der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme der Förderung der → *Diversität der Informationseinheiten* dar. Als Standard-Ansätze können die Erhöhung der Sprachenvielfalt oder abgestufte Detaillierungsgrade gesehen werden.

Erhöhung der Sprachenvielfalt – Die bewusste Erhöhung der Mehrsprachigkeit kann zu einer Diversifizierung der Informationseinheiten führen. Dies ist in den Informationsprozessen des Produktentstehungsprozesses zum Beispiel dann sinnvoll, wenn die Informationsdarstellung IT-gestützt funktioniert. Hier würde diese Maßnahme den Anwender in der Informationsverarbeitung positiv unterstützen, während sie dem Sender der Information keinen Mehraufwand generiert. Voraussetzung ist jedoch, dass eine Liste mit Begriffen oder Phrasen in unterschiedlichen Sprachen in dem IT-System hinterlegt sind und automatisiert die Landessprache des Anwenders eingeblendet ist, sobald die Informationseinheit in seiner Sprache verfügbar ist.

Abgestufte Detaillierungsgrade – Die bewusste Einführung von unterschiedlichen Detaillierungsgraden der Informationseinheiten erhöht deren Diversität. Dieser Ansatz kann in den Informationsprozessen des PEP eingesetzt werden, wenn bestimmte Gruppierungen von Informationen für unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden. Es kann beispielsweise sinnvoll sein, einen gewissen Anteil an Informationseinheiten sehr allgemeingültig zu verfassen, um das Informationsvolumen gering zu halten und andere Bereiche sehr detailliert aufzuzeigen, um hierdurch Optimierungen, beispielsweise für Produktverbesserungen, ableiten zu können.

4.8.5 Beeinflussung der Divergenz des Informationsgeflechtes

Die Divergenz kann durch die zwei gegenläufigen Maßnahmen der Konfrontation und der Harmonisierung der Relationen beeinflusst werden (vgl. S. 109). Hierdurch ergeben sich für die Divergenz des Informationsgeflechtes folgende Möglichkeiten der Beeinflussung:

<i>Harmonisieren des Informationsgeflechtes</i>	Das „Harmonisieren des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme zur Reduktion der → <i>Divergenz des Informationsgeflechtes</i> dar. Als Standard-Ansätze können die Programmierung und Normung der Relationen, sowie der Aufbau einer Unternehmenskultur gesehen werden.
---	---

Die Harmonisierung des Informationsgeflechtes kann ebenso wie bereits bei der Homogenisierung der Informationseinheiten sowohl extrinsisch über Programmierung und Normung, sowie intrinsisch über die Schaffung einer einheitlichen Unternehmenskultur bewirkt werden (vgl. Diskussion S. 115 f.). Für die Begriffsdefinitionen und -diskussionen kann daher auf den Abschnitt der Homogenisierung verwiesen werden.

Programmierung der Relationen – Die IT-gestützte Informationsverarbeitung kann mittels Programmierung bewirken, dass standardisierte Relationen verwendet werden. Dies kann unterschiedliche Auswirkungen auf das Informationsgeflecht haben, wie beispielsweise, dass: die Informationen standardisiert verbunden werden; der Zugriff der Kommunikationspartner standardisiert verläuft; die Kommunikationspartner automatisch eine Nachricht voneinander erhalten; die Dokumente standardisiert miteinander verbunden sind; die IT-Systeme untereinander verlinkt sind; die Kommunikationspartner auf das richtige Dokument zugreifen; die Kommunikationspartner automatisch mit den IT-Systemen verlinkt werden; die Dokumente automatisch durch Verlinkungen zu den anderen IT-Systemen gesendet werden. Es wird somit offensichtlich, dass die Programmierung der IT-Systeme sich auf alle

Relationen im Informationsgeflecht harmonisierend auswirken kann und einen entscheidenden Beitrag zur Reduktion der Divergenz des Informationsgeflechtes liefern kann.

Normung der Relationen – Durch eine Normung die Relationen im System vorzuschreiben, könnte theoretisch zu einer Harmonisierung des Informationsgeflechtes beitragen. Jedoch wird dieser Ansatz in der Praxis kaum angewendet. Lediglich die Vorgabe von Standard-Software oder Standard-Prozessen durch die Unternehmensleitung können als eine Art Normung angesehen werden. Schwächer formuliert – als eine Setzung von „Leitlinien“ – kann dieser Ansatz aber dennoch zur Harmonisierung des Informationsgeflechtes im Produktentstehungsprozess beitragen.

Aufbau einer Unternehmenskultur – Wie bereits auf S. 116 erwähnt, kann die Erschaffung einer Unternehmenskultur im Wertschöpfungsnetzwerk zu einer Angleichung der Denkweise und der Grundwerte führen. Diese kann sich harmonisierend auf das Informationsgeflecht auswirken, wenn dadurch das Vertrauen und das Gemeinschaftsgefühl steigen. Dies könnte beispielsweise die Erlangung von Zugriffsrechten zum Lesen von Dokumenten erleichtern.

Konfrontieren des Informationsgeflechtes Das „Konfrontieren des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme der Erhöhung der → *Divergenz des Informationsgeflechtes* dar. Als Standard-Ansätze können die Reduktion vorprogrammierter Relationen oder die Erhöhung der Interdisziplinarität gesehen werden.

Reduktion vorprogrammierter Relationen – Analog zur Programmierung als Maßnahme zur Senkung der Divergenz (vgl. S. 117), kann durch eine Reduktion der Vorbestimmung durch Programmierung die Divergenz in einem Informationsgeflecht erhöht werden. Dieser Ansatz ist in der Praxis vermehrt aufzufinden, wenn einzelne Werke aufgrund werksspezifischer Rahmenbedingungen ihre Informationseinheiten nicht in die vorbestimmten Datenfelder eines IT-Systems einpflegen können. In diesen Fällen werden meist zusätzliche Datenfelder in der Anwenderschnittstelle einprogrammiert, die anschließend nur für berechtigte Werke eingeblendet werden.

Interdisziplinarität – Durch Schaffung von unterschiedlichen Denkweisen innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes können unterschiedliche Problemlösungsstrategien abgeleitet werden. Ein Beispiel hierfür ist die Einführung von Simultaneous Engineering Teams in der Produktentwicklung (vgl. [HW04, S. 45 ff.]) oder die Einführung von altersgemischten Teams (vgl. [BKB10, S.193ff.]).

4.8.6 Beeinflussung der Freiheitsgrade der Informationseinheiten

Der Freiheitsgrad kann durch die zwei gegenläufigen Maßnahmen des Determinierens und des Variierens der Elemente beeinflusst werden (vgl. S. 109). Hierdurch ergeben sich für den Freiheitsgrad der Informationseinheiten folgende Möglichkeiten der Beeinflussung:

<i>Determinieren der Informations-einheiten</i>	Das „Determinieren der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme zur Senkung der → <i>Freiheitsgrade der Informationseinheiten</i> dar. Als Standard-Ansätze können die Einschränkung von Interpretations- und Ermessensspielräumen gesehen werden.
---	---

Einschränken des Interpretationsspielraumes – In einem Informationssystem hat der Mitarbeiter einen Interpretationsspielraum bezüglich der Inhalte und der Bewertung von Informationseinheiten. Der Interpretationsspielraum kann bezüglich des Inhaltes eingeschränkt werden, indem die Begriffsverwendung für häufig kommunizierte Inhalte von Informationen festgelegt werden. In der Automobilentwicklung wurde dies sehr detailliert für die Bezeichnung der einzelnen Bauteile im Fahrzeug oder die Klassifizierung von Fertigungszeiten vorgenommen. Die Bewertung von Informationen kann sich entsprechend der Kriterien von Pahl und Beitz auf die Einschätzung der Wichtigkeit der Information für den Empfänger, sowie der Aktualität und der Zuverlässigkeit der Information beziehen (vgl. hierzu [PBF05, S. 66]). Bei der Einschätzung der Zuverlässigkeit beispielsweise, kann der Empfänger unterschiedlich interpretieren, wie hoch die Aussagesicherheit der Information ist. Diese Interpretationsmöglichkeiten können eingeschränkt werden, um den Freiheitsgrad der Informationseinheiten zu senken.

Einschränkung des Ermessensspielraumes – Der Sender von Informationseinheiten im Produktentstehungsprozess hat einen Ermessensspielraum bezüglich der Gestaltung der Information. Diese Gestaltungsmöglichkeiten lassen sich entsprechend der Kriterien von Pahl und Beitz durch den Feinheitgrad, die Schärfe und die Form der Informationseinheiten beschreiben (vgl. hierzu [PBF05, S. 66]). Der Feinheitgrad der Information entspricht der Detaillierungsstufe der Informationseinheit. Diese kann durch Normung eingeschränkt werden (vgl. S. 115). Die Schärfe der Information gibt an, wie exakt und eindeutig die Informationseinheit gestaltet wird. Der Ermessensspielraum der Informationsform bezieht sich auf die Gestaltung der Anreihung von Zeichen, die gemeinsam eine Informationseinheit darstellen. Diese kann auf unterschiedlichen Ebenen eingeschränkt werden. In diesen drei Aspekten besteht die Möglichkeit, den Ermessensspielraum der Mitarbeiter zu reduzieren.

Variieren der Informations-einheiten

Das „Variieren der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme der Förderung der → *Freiheitsgrade der Informationseinheiten* dar. Als Standard-Ansätze können die Erhöhung von Interpretations- und Ermessensspielräumen gesehen werden.

Erhöhung des Interpretationsspielraumes – Ebenso wie bei der Einschränkung des Interpretationsspielraumes (vgl. S. 119), lässt sich dieser auch bei seiner Erhöhung durch den Inhalt und die Bewertung der Informationseinheit beeinflussen. Bezüglich des Inhaltes kann er erhöht werden, indem der Informationseinheit mehrere Relationen zu bezeichneten Objekten oder mehrere Bedeutungen zugeordnet werden können. Ein Beispiel innerhalb der Informationsflüsse des Produktentstehungsprozesses ist die Verwendung gemeinsamer Montagepläne für unterschiedliche Produktvarianten. Der zweite Aspekt, auf den sich der Interpretationsspielraum beziehen kann, ist die Bewertung der Informationseinheiten. Diese kann sich – ebenso wie bei dem Determinieren – an den Bewertungskriterien Aktualität, Zuverlässigkeit und Wichtigkeit von Pahl und Beitz orientieren (vgl. hierzu [PBFG05, S. 66]). Da jedoch kein plausibler Mehrwert darin zu erkennen ist, wenn ein Mitarbeiter die Aktualität oder Zuverlässigkeit einer Information schlechter einschätzen kann, wird als Maßnahme zur Erhöhung des Interpretationsspielraumes an dieser Stelle lediglich der Ansatz des Bewertungskriteriums „Wichtigkeit“ empfohlen. Der Interpretationsspielraum bezüglich der Wichtigkeit der Informationseinheit kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass Informationen, wie etwa Änderungs- oder Problembereiche, auf ein Laufwerk eingestellt werden und der Mitarbeiter selber interpretieren kann, welche diese Informationseinheiten für seine Arbeitstätigkeit wichtig sind.

Erhöhung des Ermessensspielraumes – Ebenso wie bei der Einschränkung des Ermessensspielraumes (vgl. S. 119), lässt sich dieser auch bei seiner Erhöhung durch die Gestaltung der Information beeinflussen. Auch hier kann das Ermessen bezüglich des Feinheitsgrades, der Schärfe und der Form der Informationseinheiten erhöht werden.

4.8.7 Beeinflussung der Unschärfe des Informationsgeflechtes

Die Unschärfe kann durch die zwei gegenläufigen Maßnahmen der Disziplinierung und der Liberalisierung der Relationen beeinflusst werden (vgl. S. 109). Hierdurch ergeben sich für die Unschärfe des Informationsgeflechtes folgende Möglichkeiten der Beeinflussung:

Disziplinieren des Informationsgeflechtes Das „Disziplinieren des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme zur Reduktion der → *Unschärfe des Informationsgeflechtes* dar. Als Standard-Ansätze können die Einschränkung von Handlungsspielräumen, der Abbau von Intransparenz und das Dedizieren von Ressourcen gesehen werden.

Einschränkung von Handlungsspielräumen – Wie bereits bei der Festlegung der Relationen, kann durch eine Programmierung auch der Handlungsspielraum in einem Informationsgeflecht eingeschränkt werden (vgl. S. 117). Ein Beispiel für diese Maßnahme ist die Verwendung von ERP-Software, in der die Mitarbeiter durch einen vorher festgelegten Workflow sehr stark in ihrem Handlungsspielraum während der Dateneingabe eingeschränkt werden (vgl. S. 22).

Abbau von Intransparenz – In Informationsprozessen ergeben sich Intransparenzen häufig durch Medienbrüche in funktions- oder unternehmensübergreifenden Prozessen. Ein Abbau dieser Intransparenz wird in der Praxis durch Ubiquitous Computing Technologien bewirkt. Diese versuchen Medienbrüche zu vermeiden, indem sie eine automatische Verbindung zwischen der realen und der virtuellen Welt erzeugen. [FKD03, S. 30] Weiterhin können jedoch auch intransparente Prozesse, die in den Informationsflüssen beschrieben werden, zu einer Intransparenz des Informationsflusses führen. Die Einflussmöglichkeiten zum Abbau von Intransparenz sind somit sehr vielfältig.

Dedizieren von Ressourcen – Das Dedizieren von Ressourcen wird von Reiß als ein Ansatz des Disziplinierens innerhalb einer Organisation vorgeschlagen [Rei93b, S. 135]. Innerhalb eines Informationsgeflechtes kann das Dedizieren von Ressourcen beispielsweise durch ein persönliches Zuweisen von Rechnern, Dokumenten oder Datenbanken bewirkt werden. In der Praxis erfolgt diese persönliche Zuweisung häufig über die Vergabe von Lese- und Schreibrechten innerhalb eines IT-gestützten Dokumentes und der Zuweisung von einem Hauptverantwortlichen für das jeweilige Dokument.

Liberalisieren des Informationsgeflechtes Das „Liberalisieren des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme der Erhöhung der → *Unschärfe des Informationsgeflechtes* dar. Als Standard-Ansätze können die Aufweitung von Handlungsspielräumen und der Abbau von Intransparenz gesehen werden.

Aufweitung von Handlungsspielräumen – Analog zur der Einschränkung des Handlungsspielraumes als Maßnahme zur Senkung der Unschärfe (vgl. S. 121), kann durch eine Aufweitung von Handlungsspielräumen die Unschärfe in einem Informationsgeflecht erhöht

werden. Dieser Ansatz kann in einem Informationssystem sinnvoll sein, um die Lernfähigkeit eines Systems zu steigern. Durch den Handlungsspielraum, unterschiedliche Lösungswege für die gleichen Ausgangsproblematiken einschlagen zu können, ist es möglich im Sinne einer Benchmarking-Analyse (vgl. hierzu [Cam89]) die beste Variante an Lösungswegen zu ermitteln und hierdurch Prozessoptimierungen einleiten zu können.

Aufbau von Intransparenz – Der Aufbau von Intransparenz wird in Informationsflüssen häufig eingesetzt, um anderen Betrachtern gegenüber eine Art „Kopierschutz“ aufzubauen. Häufig ist dies in der Zusammenarbeit mit Ländern aufzufinden, in denen der Schutz von intellektuellem Eigentum nicht ausreichend ist. Auch in der Zusammenarbeit mit Mitarbeitern aus Wettbewerbsunternehmen ist diese Maßnahme in der Praxis anzutreffen. Ob diese Maßnahme jedoch im Sinne einer guten Zusammenarbeit innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes effizient ist, kann an dieser Stelle angezweifelt werden.

4.8.8 Beeinflussung der Dynamik der Informationseinheiten

Die Dynamik kann durch die zwei gegenläufigen Maßnahmen der Dynamisierung und Verstetigung der Elemente beeinflusst werden (vgl. S. 109). Hierdurch ergeben sich zur Beeinflussung der Dynamik von Informationseinheiten folgende Möglichkeiten:

<i>Verstetigen der Informationseinheiten</i>	Das „Verstetigen der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme zur Reduktion der → <i>Dynamik der Informationseinheiten</i> dar. Als Standard-Ansätze können der Einsatz von „Ruhezeiten“ oder die Gegenwirkung zur Orientierungslosigkeit gesehen werden.
--	--

Einsatz von „Ruhezeiten“ – Die Festlegung einer Zeitspanne, in der keine Änderungen an einem Informationssystem vorgenommen werden dürfen, ist eine Möglichkeit direkt die Veränderlichkeit der Informationseinheiten zu senken. Als Beispiel für Ruhezeiten nennt Trippner hierzu die Reduzierung der Geschwindigkeit von Anforderungsänderungen [Tri02, S. 110]. Durch die reduzierten Änderungen der Anforderungen wird eine reduzierte Änderungshäufigkeit – und somit eine reduzierte Dynamik – der Informationseinheiten bewirkt.

Gegenwirkung zur Orientierungslosigkeit – Das Gegenwirken zur Orientierungslosigkeit wird von Reiß als ein Ansatz des Verstetigens, und somit zur Reduktion der Dynamik von Elementen vorgeschlagen. Seiner Auffassung nach zeigt sich diese Orientierungslosigkeit beispielsweise durch Aktionismus oder durch „Zick-Zack-Kurse“. [Rei93b, S. 135] Als Maßnahmen können hier nach Trippner das Prinzip der Fokussierung oder die Einführung

von Pilotprojekten genannt werden [Tri02, S. 110]. Eine weitere Maßnahme des Gegenwirkens zur Orientierungslosigkeit ist das „Continuous Improvement“, in dem Veränderungen in kleinen Schritten durchgeführt werden. Hierdurch soll vermieden werden, dass durch große, sprunghafte Veränderungen das System instabil und die Mitarbeiter orientierungslos werden. [Bec08, S. 31 ff.]

Dynamisieren der Informations-einheiten Das „Dynamisieren der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme zur Erhöhung der → *Dynamik der Informationseinheiten* dar. Als Standard-Ansätze können die Zeitkompression und Verkürzung, sowie die Wahrung der Aktualität und der Vollständigkeit von Dokumenten gesehen werden.

Zeitkompression und Verkürzung – Im Rahmen der eingangs (vgl. S. 1) beschriebenen Verkürzung der Entwicklungszeiten wurde diese Maßnahme und ihre Auswirkungen bereits ausführlich beschrieben. In einem Informationssystem kann sie beispielsweise durch die Verkürzung von Informationstransferzeiten, von Zeiten zum Heraussuchen von Informationen oder durch die Verkleinerung der Umfänge von Informationsprozessen umgesetzt werden.

Wahrung der Aktualität und Vollständigkeit von Dokumenten – Gerade in den Informationsflüssen der automobilen Produktentstehung steht die Aktualität und Vollständigkeit von Informationseinheiten im Fokus. Die sehr komplexen Änderungsschleifen in automobilen Entwicklungsprojekten führen zu dem Bestreben, dass Dokumente stets aktualisiert und die Änderungen im gesamten Netzwerk kommuniziert werden [Gec02]. Diese Maßnahme erhöht die Datenqualität [Wür03, S. 24] und trägt erheblich zu Erhöhung der Dynamik der Informationseinheiten bei.

4.8.9 Beeinflussung des Chaos des Informationsgeflechtes

Das Chaos kann durch die zwei gegenläufigen Maßnahmen der Selbst- und Fremdorganisierten Strukturen beeinflusst werden (vgl. S. 109). Hierdurch ergeben sich für das Chaos des Informationsgeflechtes folgende Möglichkeiten der Beeinflussung:

Fremdorganisation des Informationsgeflechtes Die „Fremdorganisation des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme zur Reduktion des → *Chaos im Informationsgeflecht* dar. Als Standard-Ansätze können die Einführung detaillierter Regelungen und die Abschaffung von Selbstorganisation gesehen werden.

Einführung von detaillierten Regelungen – Die Einführung von detaillierten Regelungen kann als eine stark ausgeprägte Normung (vgl. S. 115) aufgefasst werden. In den Informationsflüssen ist diese Maßnahme beispielsweise bei dem Umgang und der Berichterstattung von qualitätsrelevanten Informationen aufzufinden. Da die Bauteile von Fahrzeugen häufig in unterschiedlichen Werken erstellt und montiert werden, ist es für spätere Garantieleistungen notwendig, dass die Informationen im gesamten Wertschöpfungsnetzwerk nach detaillierten Regelungen und mit möglichst geringem Chaos ermittelt wurden.

Abschaffung von Selbstorganisation – In Informationssystemen wurde dieser Ansatz insbesondere bei der Verwaltung der IT-Unterstützung eingeführt. Ein Beispiel hierfür ist der Einsatz von Anwendungs-Virtualisierungen. Hierbei handelt es sich um ein Verfahren, das es mehreren Benutzern ermöglicht, Anwendungsprogramme auf einem entfernten Computer – dem Host – gleichzeitig und unabhängig voneinander ausführen [Lar09, S. 8]. Hierdurch können Administrationskosten reduziert und neue Technologien schneller implementiert werden.

Selbstorganisation des Informationsgeflechtes Die „Selbstorganisation des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme zur Erhöhung des → *Chaos im Informationsgeflecht* dar. Als Standard-Ansatz kann die Autonomisierung von Systemteilen gesehen werden.

Autonomisierung von Systemteilen – Die Autonomisierung von Systemteilen wird von Reiß als eine Beeinflussung der Rahmendaten eines Systemteils beschrieben, bei der die detaillierte Organisation innerhalb dieses Rahmens den „selbstorganisatorischen Kräften des Systems“ überlassen wird. [Rei93b, S. 135 f.] Dieser Einsatz von teilautonomen Systemen kann ebenfalls in einem Informationssystem angewendet werden. Es ist beispielsweise dann sinnvoll, wenn sich evolutionär bedingte Strukturen einordnen lassen sollen. Dies können beispielsweise unterschiedliche Sprachen oder eine Verwendung unterschiedliche IT-Systeme sein. In Wertschöpfungsnetzwerken der Automobilindustrie treten diese evolutionär bedingten Unterschiede in den Strukturen häufig durch die Integration unterschiedlicher Marken oder Standorte in einen Automobilkonzern auf.

Fazit: Es konnte eine Methodik abgeleitet werden, die es ermöglicht, für eingegrenzte Untersuchungsfelder einzelne Indikatoren der Informationskomplexität zu beschreiben und zu bewerten. Diese können zielgerichtet und ursachenbegründet gesenkt oder erhöht werden und hierdurch das Informationssystem lenken. Somit kann durch die Methodik die Transparenz, die Flexibilität und die Durchgängigkeit im Informationsprozess der Produktentstehung analysiert und beeinflusst werden.

5 Fallbeispiel

In diesem Fallbeispiel wird die in Kapitel 4 entwickelte Methodik zur Analyse von Informationskomplexität in einem Beispiel aus der Praxis angewendet. Hierbei wird untersucht, ob die Methodik auf ein reales Wertschöpfungsnetzwerk der Automobilindustrie übertragbar ist. Im Folgenden werden die Ausgangslage und die Vorgehensweise im Fallbeispiel beschrieben. Anschließend werden die wesentlichen Erkenntnisse aus der Analyse vorgestellt und identifizierte Problemfelder dargestellt. Für diese Problemfelder werden Handlungsempfehlungen zum Management ihrer Informationskomplexität aufgezeigt.

5.1 Vorgehensweise zur Anwendung der Methodik im Industrial Engineering

Für die Untersuchungen im Fallbeispiel wurden Abteilungen des Industrial Engineerings (kurz: IE) eines europäischen Automobilkonzerns ausgewählt. Durch die Auswahl dieses Untersuchungsgegenstandes konnte ein internationales und markenübergreifendes Unternehmensnetzwerk innerhalb des automobilen Produktentstehungsprozesses untersucht werden.

Ausgangsbasis des Forschungsprojektes war die steigende Bedeutung des Produktionsfaktors „Zeit“. In immer kürzer werdenden Zeitspannen wird im Industrial Engineering eine zunehmende Menge an Informationen ausgetauscht. Durch die enge Zusammenarbeit zwischen den Marken und Standorten – ebenso wie zwischen den einzelnen Fahrzeugprojekten – wurden die Informationen zusätzlich immer stärker vernetzt. Um diese Entwicklung zu beherrschen, wurden bereits umfassende Workshops gegründet und Standardisierungsmaßnahmen eingeleitet. Diese bezogen sich zum Großteil auf die Standardisierung von IT-Systemen und Dokumenten. Um die Frage zu beantworten, wie zusätzlich zu diesen zwei – doch sehr langfristigen Maßnahmen – die Komplexität in den Informationsprozessen für das gesamte Netzwerk durchgängig beherrscht werden kann, wurde von der Leitung des Industrial Engineering ein Projektauftrag vergeben. Durch die Anwendung der Methodik zur Analyse von Informationskomplexität in dem Forschungsprojekt bot sich die Chance, noch bestehende

Hindernisse in den Informationsflüssen zu mindern und die Ressourcen im Informationsprozess noch effizienter einzusetzen.

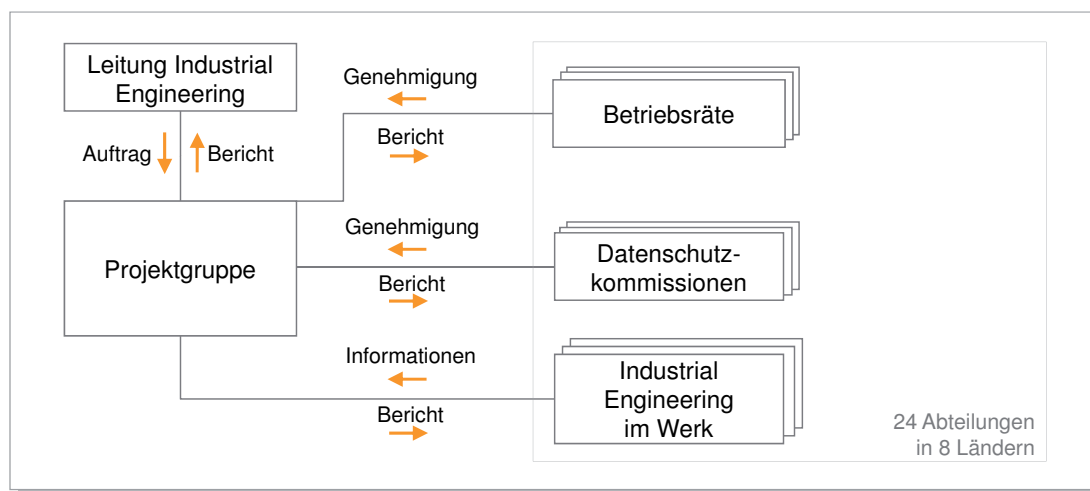


Abbildung 5.1: Übersicht des Forschungsprojektes

Die Datenerhebung im Rahmen des Fallbeispiels fand in 24 europäischen Abteilungen des Industrial Engineering statt. Sie wurde auf die europäischen Standorte eingeschränkt, um die kulturellen Unterschiede der Teilnehmer gering zu halten. Eine Übersicht der Organisation der Datenerhebung und der Berichterstattung innerhalb des Forschungsprojektes ist der Abbildung 5.1 zu entnehmen.

Um eine repräsentative Erfassung zur Problemlage der Informationskomplexität zu ermöglichen, wurden innerhalb des Fallbeispiels unterschiedliche Strategien eingesetzt. Beispielsweise wurde für die Erfassung des Meinungsbildes bezüglich der empfundenen Informationskomplexität eine sehr breit aufgestellte Online-Befragung durchgeführt, während zu spezifischen Problematiken einzelne Expertengespräche oder die Analyse von Dokumenten und von Schulungen eingesetzt wurden. Die folgende Auflistung zeigt eine Übersicht der eingesetzten Datenerhebungsverfahren:

1. Online-Umfrage; Grundgesamtheit: 450 Mitarbeiter; Teilnahmequote: 62% (vgl. detaillierte Beschreibung in Anhang A.2)
2. Repräsentative Befragung von Industrial Engineering Mitarbeitern aus einem deutschen und einem nicht-deutschen Standort
3. Repräsentative Befragung der Entwickler des IT-Systems, hier „Arbeitssystem“ (kurz: AS) genannt
4. Analyse der verwendeten IT-Systeme und Prozesspläne
5. Teilnahme an Strategiesitzungen
6. Teilnahme an Konzernworkshop zur Digitalen Fabrik

7. Teilnahme an Lenkungs- und Koordinationssitzungen für die Optimierungen des IT-Systems „AS“
8. Teilnahme an Mitarbeiterschulung des IT-Systems „AS“

Die Erhebung der Daten erfolgte parallel zu der Anwendung der Vorgehensschritte aus der entwickelten Methodik. Abbildung 5.2 zeigt auf, wie die Methodikanwendung im Fallbeispiel vorgenommen wurde. Eine Skizze, inklusive der Markierung des jeweils aktuellen Vorgehensschrittes, ist sowohl den nachfolgenden Beschreibungen, als auch den zugehörigen Unterkapiteln im Fallbeispiel beigelegt. Dies dient zur Orientierung innerhalb der Methodikanwendung.

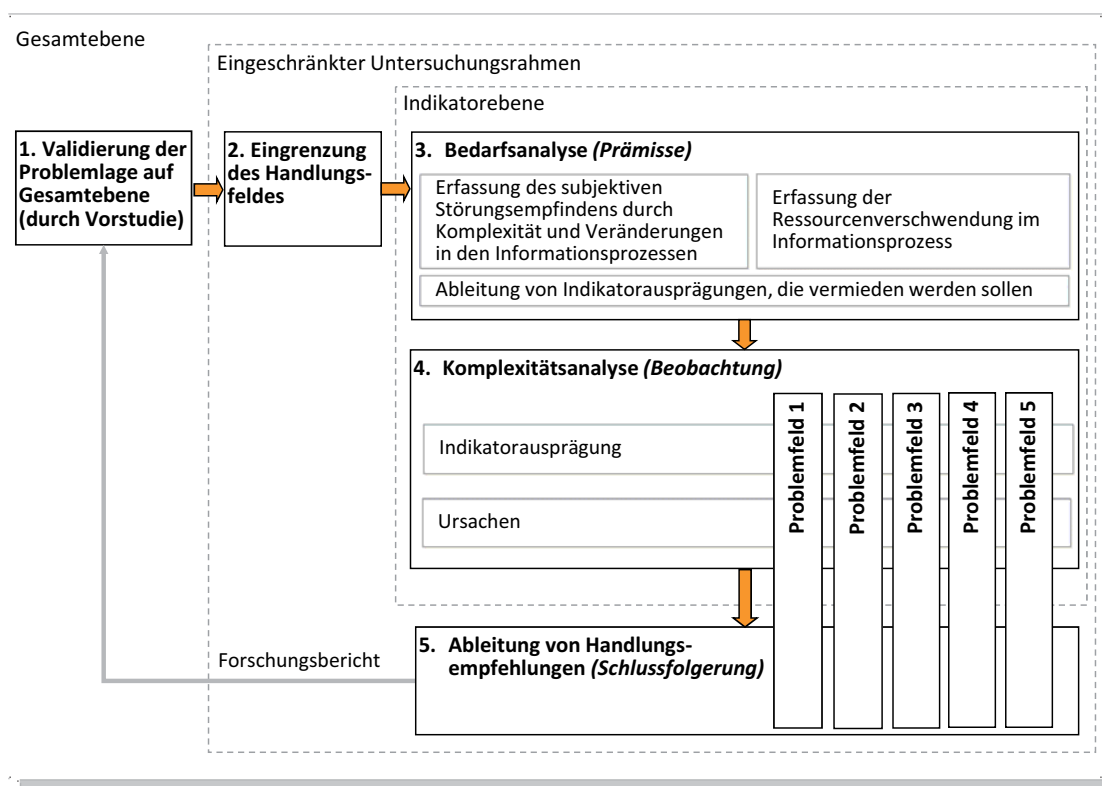
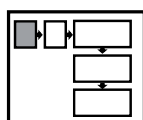
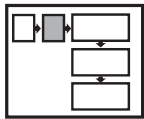


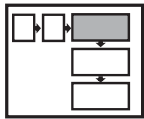
Abbildung 5.2: Übersicht der Methodikanwendung im Fallbeispiel



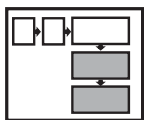
Der **erste Schritt** im Fallbeispiel erfolgt gemäß dem ersten Methodikschritt, wie er in Kapitel 4.2 beschrieben wurde. Nach diesem ist es bei der Analyse der Informationskomplexität zunächst erforderlich, das zu lösende Gesamtproblem zu formulieren und zu präzisieren. Im vorliegenden Fall wurde die Validierung und die Konkretisierung der Problemlage auf der Gesamtebene des Industrial Engineering anhand einer Online-Befragung durchgeführt. Dieser erste Vorgehensschritt im Fallbeispiel wird ab S. 128 ff. detailliert beschrieben.



Im **zweiten Schritt**, der analog zu Kapitel 4.3 erfolgt, gilt es, den Betrachtungsumfang einzugrenzen und zu definieren. Hierzu werden die zu betrachtenden Kernprozesse, Dokumente, IT-Systeme und Kommunikationsinhalte festgelegt. Die Eingrenzung des Handlungsfeldes wird ab S. 131 ff. detailliert beschrieben.



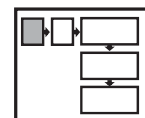
Der **dritte Schritt** sieht gemäß der Methodikbeschreibung in Kapitel 4.4 vor, für den eingegrenzten Betrachtungsumfang eine Bedarfsanalyse vorzunehmen. Diese wird in dem Fallbeispiel analog zur Theorie in zwei Untersuchungen durchgeführt: Erstens wurde das subjektive Störungsempfinden der Industrial Engineering Mitarbeiter durch komplizierte und veränderliche Informationsprozesse des Handlungsfeldes erfasst. Zweitens wurde die Ressourcenverschwendung innerhalb des eingegrenzten Betrachtungsumfanges untersucht. Auf Basis dieser Erkenntnisse konnten Anforderungen an die Indikatorausprägungen innerhalb des Handlungsfeldes abgeleitet werden. Dieser dritte Vorgehensschritt im Fallbeispiel wird ab S. 133 ff. detailliert beschrieben.



Im **vierten Schritt** innerhalb des Fallbeispiels findet die Komplexitätsanalyse statt. Nach der in Kapitel 4.5, 4.6 und 4.7 beschriebenen Vorgehensweise ist das Handlungsfeld auf die Ausprägung von acht Komplexitätsindikatoren und deren Ursachen hin zu untersuchen. Aus der Komplexitätsanalyse konnten in diesem Fallbeispiel vier wesentliche Problemfelder im Handlungsfeld extrahiert werden. Es gibt nach Kapitel 4.8 vier grundsätzliche Strategien, mit denen in diesen Problemfeldern die Informationskomplexität beeinflusst werden kann. Ab S. 139 ff. werden für diese Problemfelder die abgeleiteten Handlungsempfehlungen zum Management der Informationskomplexität beschrieben.

Anhand des Fallbeispiels soll somit gezeigt werden, dass es durch die Anwendung der einzelnen Vorgehensschritte in der Praxis möglich ist, konkrete Handlungsempfehlungen auf Basis von durchgängigen Bewertungsketten der Informationskomplexität abzuleiten. Auf den nun folgenden Seiten werden die einzelnen Vorgehensschritte in der Anwendung der Methodik beschrieben und die Ergebnisse aus dem Fallbeispiel dargestellt.

5.2 Konkretisierung der Problemlage auf Gesamtebene



Wie in Abbildung 5.2 aufgezeigt, ist es bei der Analyse der Informationskomplexität zunächst erforderlich, das zu lösende Gesamtproblem zu formulieren und zu präzisieren. Hier-

zu wird zuerst der Gesamtprozess im Industrial Engineering beschrieben und die enthaltenen Kernprozesse zu Handlungsfeldern zusammengefasst. Auf Basis einer Validierung und Konkretisierung der Problemlage auf der Gesamtebene kann ein Handlungsfeld für die weiterführende Analyse ausgewählt werden.

Beschreibung des Gesamtprozesses – Das Industrial Engineering hat gemäß der Theorie die Aufgabe, „das Betriebsgeschehen unter Beachtung des sozialen, ökonomischen und ökologischen Rahmens zu optimieren“ [LK97, S. 13]. In diesem Funktionsbereich wird sowohl ein Wissenstransfer, als auch eine Zusammenführung von Daten aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen durchgeführt [TMC87, S. 17]. Somit hat das Management von interdisziplinären Informationsprozessen im Industrial Engineering bereits aus der Begriffsdefinition heraus eine besondere Bedeutung. Auch in dem betrachteten Industrial Engineering Netzwerk wird der Gesamtprozess durch diese Aufgabe geprägt. Seine Arbeitstätigkeiten bilden eine Schnittstelle zwischen den Informationen der Konstruktion, der Produktionsvorbereitung und der Arbeitsplanung. Daher ist der Gesamtprozess innerhalb des betrachteten IE entscheidend von interdisziplinären Informationsflüssen geprägt.

Aufteilung in Handlungsfelder – In Abbildung 5.3 sind die Arbeitstätigkeiten und die Kommunikationspartner des untersuchten Industrial Engineering Netzwerkes dargestellt. Die Arbeitstätigkeiten des IE lassen sich folgendermaßen in den Produktentstehungsprozess einordnen: Zeitlich betrachtet wird das IE früh in den Planungsprozess einbezogen. Bereits in der frühen Projektphase werden von den Mitarbeitern aus Fahrzeug-Vorgängermodellen Zielwerte zu Zeitvorgaben für die Montage von neuen Modellen abgeleitet. Aus diesen Daten werden sowohl Schlussfolgerungen für konstruktive Produktänderungen zur Verbesserung der Baubarkeit, als auch für Maßnahmen zur Optimierung des Montageprozesses gezogen. Die Einhaltung dieser Zielwerte wird von den Mitarbeitern des IE während des gesamten Produktentstehungsprozesses überwacht. Weiterhin werden sie in den Teile-, Produkt- und Linienplänen detailliert dokumentiert. Diese Zeitdaten werden von dem IE für den Fertigungsablauf und die Arbeitsplätze an der Fertigungslinie optimiert. Auch Anpassungen dieser Daten an technische oder prozessuale Änderungen werden von dem IE vorgenommen. Auf Basis dieser Datenermittlungen erfolgen die Abstimmungen mit den Betriebsräten. Weiterhin wird der Personalbedarf auf dieser Datenbasis abgeleitet. Durch die Übergabe der Zeitdaten in die Finanzsysteme werden kontinuierlich Bewertungen der Rentabilität von Fahrzeugvarianten ermöglicht. Diese Arbeitstätigkeiten des untersuchten Industrial Engineering Netzwerkes lassen sich, wie in Abbildung 5.3 dargestellt, in zehn Handlungsfelder unterteilen. Aus dieser Abbildung wird weiterhin ersichtlich, dass das betrachtete IE stark mit anderen Abteilungen vernetzt ist. Kommunikationspartner des IE sind beispielsweise die die

Werks- und Standortplanungen, die Finanzabteilung, die Produktion oder das Personalwesen.

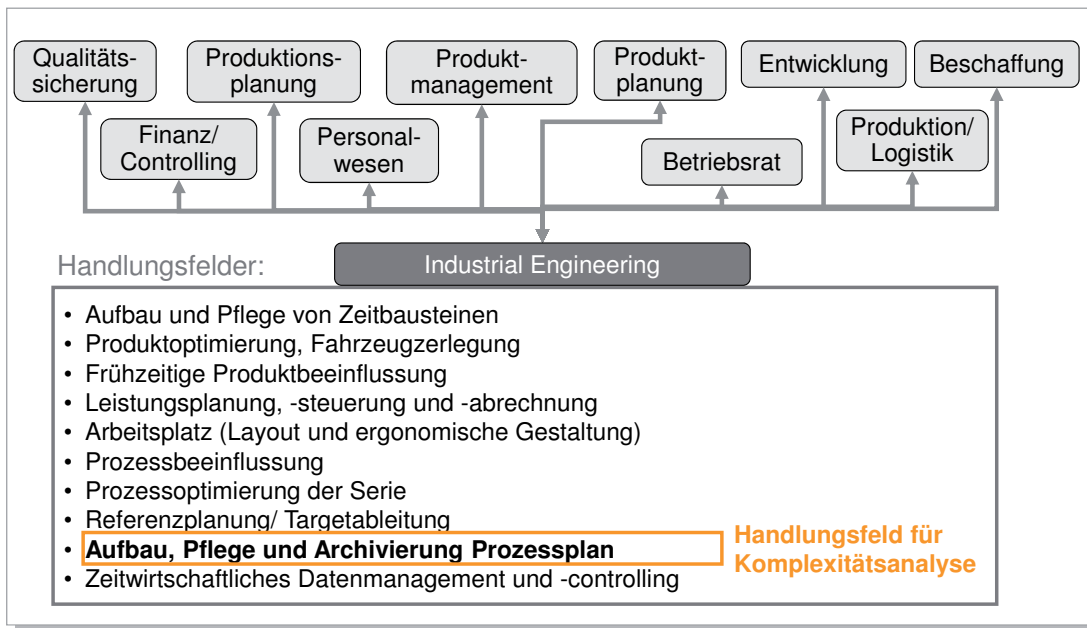


Abbildung 5.3: Handlungsfelder und Kommunikationspartner des im Fallbeispiel untersuchten Industrial Engineering Netzwerkes

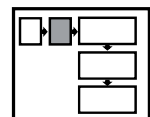
Konkretisierung der Problemlage – Um eine Validierung und Konkretisierung der Problemlage auf Gesamtebene vorzunehmen, wurde eine Online-Befragung durchgeführt. Anhand dieser Befragung konnte analysiert werden, welche Handlungsfelder für das untersuchte Netzwerk eine entscheidende Rolle spielen und in welchen Arbeitstätigkeiten, Dokumenten und IT-Systemen die Mitarbeiter eine hohe Störung durch komplizierte oder dynamische Informationsprozesse wahrnehmen. Durch diese Online-Befragung im untersuchten Industrial Engineering Netzwerk konnte die von den Mitarbeitern empfundene Informationskomplexität konkretisiert werden. Diese Befragung erfolgte, indem die Mitarbeiter nach Störungen durch komplizierte oder veränderliche Informationsflüsse, bzw. nach Störungen durch eine komplizierte Anwendung spezifischer Dokumente und Systeme gefragt wurden. Die Fragebogenstruktur dieser Vorstudie ist im Anhang A.2 detailliert vorzufinden. Die Analyse der wahrgenommenen Informationskomplexität hat ergeben, dass komplizierte und dynamische Informationsprozesse in allen Handlungsfeldern wahrgenommen werden. Jedoch wurde der kritische Grenzwert jeweils nur knapp überschritten. Somit besteht zwar ein Handlungsbedarf, jedoch kann nicht von erheblichen Einschränkungen ausgegangen werden. Bezüglich der Dokumentenverwendung hat die Analyse ergeben, dass der Grenzwert bei der technischen Stückliste, der Werkstückliste und dem Teilenummernvariantenplan überschritten wurde. Auch hier wurde der Grenzwert jeweils nur knapp überschritten. Die Analyse

der Systemverwendung hat aufgezeigt, dass viele Systeme nur von einer geringen Anzahl an Mitarbeitern verwendet werden. Der Grenzwert wurde bei dem Großteil der angewendeten Systeme – wenn auch nur knapp – überschritten. Es konnte innerhalb des gesamten Untersuchungsrahmens somit festgestellt werden, dass ein marken- und länderübergreifender Handlungsbedarf zum Management der vorhandenen Informationskomplexität vorliegt. Die jeweils nur sehr geringe Überschreitung der Grenzwerte deuten darauf hin, dass bereits gute Maßnahmen zu Beherrschung der Informationskomplexität eingeleitet wurden und nur für die noch bestehenden Störungen untersucht werden muss, wie sich die Informationsflüsse für den Mitarbeiter noch weniger komplex gestalten lassen.

Priorisierung der Handlungsfelder – Für die Untersuchung wurde ein Handlungsfeld ausgewählt, für das erstens in der Konkretisierung der Problemlage ein Handlungsbedarf abgeleitet wurde, in dem zweitens zentrale Arbeitstätigkeiten ausgeführt werden und das drittens in einem häufig verwendeten IT-System durchgeführt wird. Diese drei Aspekte treffen auf das Handlungsfeld „Aufbau, Pflege und Archivierung Prozessplan“ zu. Für dieses Handlungsfeld besteht erstens ein Handlungsbedarf¹, zweitens sind die Arbeitstätigkeiten zentral² und drittens wird das verwendete IT-System häufig verwendet³. Daher wurde es für die weitere Untersuchung im Fallbeispiel ausgewählt.

Für dieses Handlungsfeld werden die weiteren Schritte der Komplexitätsanalyse gemäß dem Vorgehen von S. 127 durchgeführt und nachfolgend beschrieben.

5.3 Eingrenzung des Handlungsfeldes



Innerhalb der Arbeitstätigkeiten des Industrial Engineering wurde das Handlungsfeld „Aufbau, Pflege und Archivierung Prozessplan“ ausgewählt um die Analyse zur Informationskomplexität durchzuführen. Für dieses Handlungsfeld wird vorab eine Systemeingrenzung entsprechend dem in Abbildung 5.2 vorgestellten Vorgehen vorgenommen. Die Systemgrenzen des Untersuchungsrahmens sind in Abbildung 5.4 dargestellt. Sie ergeben sich aus den

¹ 20% der Mitarbeiter fühlten sich durch komplizierte Informationsprozesse und 15% durch veränderliche Informationsprozesse in ihren Arbeitstätigkeiten gestört. Kritischstes Teildokument ist der Teilenummernvariantenplan, hier ist mit 18% der „voll“ und „eher“ zustimmenden Mitarbeiter der Grenzwert erster Priorität überschritten. Die Anzahl an Mitarbeitern, die einer Störung durch eine komplizierte Anwendung des IT-Systems „AS“ „voll“ und „eher“ zustimmen, liegt bei 13%. Somit ist für alle Größen der Grenzwert von 10% überschritten und Handlungsbedarf vorhanden.

² Mehr als 50% der Teilnehmer führen die Arbeitstätigkeiten täglich oder wöchentlich aus.

³ „AS“ wird von 78 % der Teilnehmer verwendet, hiervon verwenden es circa 50% mehrmals täglich.

zu betrachtenden Prozessen, Dokumenten, IT-Systemen und Kommunikationsinhalten dieses Handlungsfeldes.

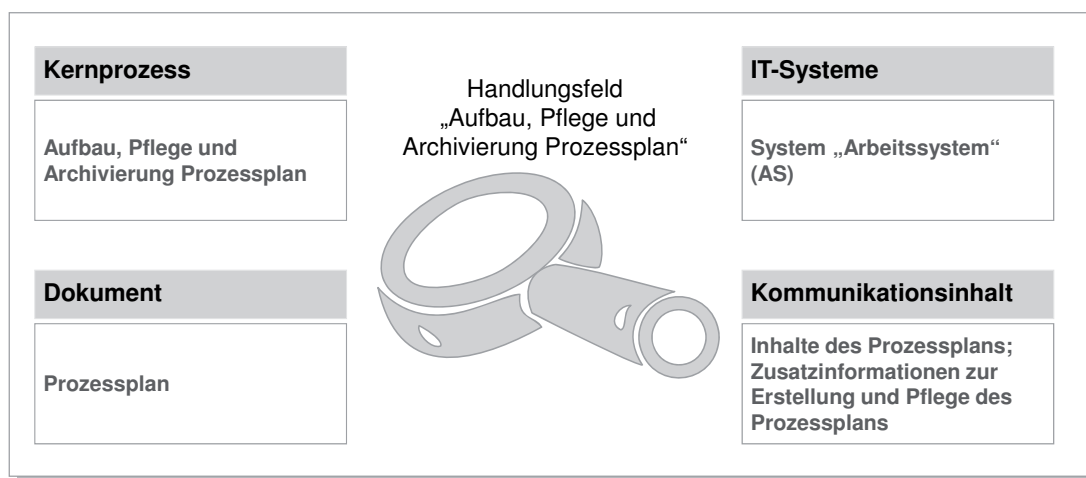


Abbildung 5.4: Übersicht des eingegrenzten Untersuchungsrahmens im Fallbeispiel

Als **Kernprozesse** werden diejenigen Arbeitstätigkeiten betrachtet, die den Fertigungsprozess in Form von manuellen Arbeitsfolgen beschreiben⁴. Diese Kernprozesse des Handlungsfeldes werden auf inhaltlicher, linear zeitlicher und organisatorischer Ebene abgegrenzt. Auf inhaltlicher Ebene wird zwischen den Vorgänger- und den Nachfolgerprozessen abgegrenzt. Zu den Vorgängerprozessen gehören zum Beispiel die Erstellung von Betriebsmittelinformationen oder die Produktoptimierung. Bei den Nachfolgerprozessen handelt es sich beispielsweise um Kreditierungs-, Abrechnungs- oder Fertigungssteuerungsprozesse. Auf eine detaillierte Beschreibung der Vor- und Nachgängerprozesse wird an dieser Stelle jedoch verzichtet, da dies dem Leser keinen erheblichen Mehrwert in dem Verständnis des Fallbeispiels erbringen würde. Auf linear zeitlicher Ebene werden keine Eingrenzungen vorgenommen. Die Prozesse werden somit während des gesamten Produktentstehungsprozesses betrachtet. Zur zielgerichteten Eingrenzung auf organisatorischer Ebene wird die Eingrenzung des Fallbeispiels auf die 24 europäischen Industrial Engineering Abteilungen (vgl. S. 128) übernommen.

Als **Dokument** wird der Prozessplan betrachtet. Dieser beschreibt den Fertigungsprozess für manuelle Operationen in Form von Arbeitsfolgen. Der Prozessplan bildet als Schnittstelle zwischen der Entwicklung und der Fertigung ein Kerndokument des Produktentstehungsprozesses. Auch andere Funktionsbereiche, wie beispielsweise die Logistik oder der Einkauf greifen auf die Inhalte des Prozessplans zu. Weitere Dokumente, die für die Ausführung der

⁴ Begriffsdefinition siehe Glossar S. 165

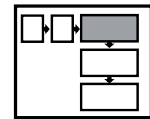
Arbeitstätigkeit notwendig sind, werden lediglich als Vorgänger- oder Nachfolgedokumente betrachtet. Dies betrifft beispielsweise die technische Stückliste.

Als **Kommunikationsinhalt** werden zwei Aspekte betrachtet. Dies sind erstens die inhaltlichen Kerninformationen des Prozessplans, wie beispielsweise die Arbeitsfolgen einer Fertigungslinie. Diese stellen produkt- und produktionsspezifische Informationen dar. Zweitens werden die für die Erstellung und Pflege des Prozessplans notwendigen Zusatzinformationen einbezogen.

Als **IT-System** wird die Software „Arbeitssystem (kurz: AS)“ betrachtet. In diesem wird der Großteil der Arbeitstätigkeiten des betrachteten Handlungsfeldes durchgeführt. Die Vorgängersysteme liefern AS die Eingangsdaten. Sie werden somit als Quelle der Eingangsinformationen angesehen. Die Nachfolgersysteme werden von dem System AS mit Informationen beliefert. Daher werden sie als Senke der Ausgangsinformationen betrachtet.

Für diesen eingegrenzten Systemausschnitt des Handlungsfeldes werden entsprechend der in dieser Arbeit entwickelten Methodik die weiteren Vorgehensschritte zur Beschreibung und Bewertung der Informationskomplexität des Handlungsfeldes durchgeführt.

5.4 Bedarfsanalyse



Um für die Ableitung von Maßnahmen Anhaltspunkte zu erhalten, wie in das System eingegriffen werden sollte, sind anhand einer Bedarfsanalyse Anforderungen an die Maßnahmenentwicklung abzuleiten. Diese Bedarfsanalyse, inklusive der Anforderungsableitung, bildet gemäß dem Vorgehen in Abbildung 5.2 den dritten Vorgehensschritt im Fallbeispiel.

Um einen Bedarf zur Beherrschung von Informationskomplexität im Handlungsfeld zu erfassen, wurden entsprechend der Vorgehensweise von S. 127 zwei Untersuchungen vorgenommen. Erstens wurde auf die Ergebnisse zum subjektiven Störungsempfinden der Mitarbeiter zurückgegriffen, die in der eingangs beschriebenen Online-Befragung ermittelt wurden. Zweitens wurde in Experteninterviews untersucht, ob sich in den Informationsprozessen des Handlungsfeldes eine objektive Ressourcenverschwendung⁵ durch Informationskomplexität feststellen lässt. Im Folgenden sind die Anforderungen, die sich durch die Analyseergebnisse ergeben, in komprimierter Form wiedergegeben.

⁵ Begriffsdefinition siehe Glossar S. 165

5.4.1 Anforderungen durch subjektives Störungsempfinden aufgrund von komplizierten und dynamischen Informationsprozessen

Die Anforderungen aus den in der Online-Befragung (vgl. S. 131) bereits erfassten Störungen durch komplizierte und dynamische Informationsprozesse lauten für das Handlungsfeld folgendermaßen:

- **Störung „Kompliziertheit und Veränderlichkeit in den Informationsprozessen“** – Ein kritischer Prozentsatz der Mitarbeiter wurde überschritten, der eine Störung seiner Arbeitstätigkeiten durch komplizierte und veränderliche Informationsflüsse feststellt. Es ergibt sich somit die Anforderung: Die vom Mitarbeiter wahrgenommene Kompliziertheit und Veränderlichkeit der Informationsflüsse muss reduziert werden.
- **Störung „Komplizierte Anwendung des Prozessplans“** – Ein kritischer Prozentsatz der Mitarbeiter wurde überschritten, der eine Störung seiner Arbeitstätigkeiten durch eine komplizierte Anwendung des Prozessplans feststellt. Es ergibt sich somit die Anforderung: Die vom Mitarbeiter wahrgenommene Kompliziertheit in der Anwendung des Prozessplans, insbesondere des Teildokumentes „Teilenummernvariantenplan“, muss reduziert werden.
- **Störung „Komplizierte Anwendung des IT-Systems AS“** – Ein kritischer Prozentsatz der Mitarbeiter wurde überschritten, der eine Störung seiner Arbeitstätigkeiten durch eine komplizierte Anwendung des IT-Systems AS feststellt. Es ergibt sich somit die Anforderung: Die vom Mitarbeiter wahrgenommene Kompliziertheit in der Anwendung des IT-Systems AS muss reduziert werden.

Anhand dieser drei Anforderungen konnte somit ein Leitfaden abgeleitet werden, der die abzuleitenden Maßnahmen so ausrichtet, dass die Informationsverarbeitungsprozesse der Mitarbeiter effizienter durchgeführt werden können.

5.4.2 Anforderungen für einen effizienten Ressourceneinsatz im Informationsprozess

Weitere Anforderungen konnten durch die Analyse von Ressourcenverschwendung im Informationsprozess identifiziert werden. Hierbei konnte durch Experteninterviews auf bereits vorhandenes Wissen über bestehende Verschwendungen und bereits eingeleitete Optimierungsmaßnahmen zurückgegriffen werden. Aus diesen Erkenntnissen konnte abgeleitet wer-

den, welche Anforderungen an eine Methodik bestehen, damit sie einen effizienten Ressourceneinsatz im Informationsprozess unterstützt.

Ressourcenverschwendung „Überinformation“ – In dem Aufbau, der Pflege und der Archivierung des Prozessplans kommt es nach Aussage der Mitarbeiter teilweise zu Doppelablagen oder unterschiedlichen Versionsständen von Plänen. Hierbei handelt es sich um eine Ressourcenverschwendung. Weiterhin schwächen diese zu hohen Bestände an Information den Informationsverarbeitungsprozess der Mitarbeiter – und damit deren Arbeitsleistung⁶. Auch wenn durch Standardisierungsmaßnahmen diese Überinformation bereits reduziert wurde, ist dennoch auf ein möglichst geringen und effizienten Einsatz von Informationen zu achten. Es ergibt sich somit die Anforderung: Ein hohes vom Mitarbeiter wahrgenommenes Informationsvolumen im Prozessplan ist im Handlungsfeld zu vermeiden.

Ressourcenverschwendung „Hohe Bestände an Arbeitsmaterialien“ – Obwohl die Arbeitstätigkeit in dem Handlungsfeld weitestgehend in dem IT-System AS erfolgt und das Aufrufen von anderen Systemen aus AS-Kontextmenüs mittlerweile ermöglicht wurde, mussten sich zu Anfang des Forschungsprojektes dennoch einige Mitarbeiter in bis zu 20 unterschiedliche IT-Systeme einloggen. Durch den häufigen Wechsel zwischen den IT-Systemen entstehen Schwierigkeiten, den Überblick über die Vernetzung der Informationen in den einzelnen IT-Systemen zu behalten. Weiterhin können Eingabefehler bei dem händischen Übertragen der Informationen entstehen. Ebenfalls führt der Einsatz hoher Bestände an einzelnen Dokumenten zu Ineffizienzen im Handlungsfeld, wie beispielsweise Problematiken, den aktuellen Plan zu identifizieren. Es ergibt sich somit die Anforderung: Eine hohe vom Mitarbeiter wahrgenommene Vielfalt an Systemen und Dokumenten ist im Handlungsfeld zu vermeiden.

„Hohe Durchlaufzeiten durch langsamen Informationstransfer“ – Gerade durch die verkürzten Entwicklungszeiten ist in diesem Handlungsfeld eine kurze Bearbeitungszeit von hoher Bedeutung. Doch in dem Handlungsfeld berichten Mitarbeiter, dass schlecht erreichbare oder schlecht vergleichbare Informationen teilweise dazu führen, dass der Informationstransfer nur langsam vollzogen werden kann. Hierdurch wird unnötig Zeit und menschliche Arbeitsleistung aufgebracht. Obwohl bereits erste Maßnahmen getroffen wurden um die Erreichbarkeit und Vergleichbarkeit der Informationen zu erhöhen, ist dennoch bei der Maßnahmenableitung im Rahmen dieser Methodik darauf zu achten, dass eine hohe vom Mitarbeiter wahrgenommene Vieldeutigkeit bezüglich der Identifikation und Vergleichbarkeit von Informationen im Handlungsfeld zu vermeiden ist.

⁶ Vgl. hierzu das von Pruckner beschriebene Prinzip der Komplexitätsfalle auf S. 40.

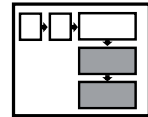
Ressourcenverschwendung „Fehler im Informationsmanagement“ – Die Zusammenarbeit in einem großen Unternehmensnetzwerk fordert ein effizientes Informationsmanagement. In dem Handlungsfeld tritt es jedoch teilweise auf, dass durch mangelnde Vollständigkeit oder Aktualität der Informationen Fehler in dem Informationsmanagement entstehen. Zwar werden bereits Maßnahmen ergriffen, um durch eine Umgestaltung der Prozesse diese Störungen zu verhindern, doch ist es im Moment für den Mitarbeiter noch sehr schwierig mit diesen Fehlern umzugehen. Die Fehlererkennung wird in dem großen Wertschöpfungsnetzwerk erstens durch das hohe Datenvolumen erschwert. Zweitens macht die örtliche Trennung der Mitarbeiter die Fehlersuche umständlicher. Aufgrund der Vernetzung und Unschärfe im Handlungsfeld ist es nach Aussage der Mitarbeiter oft schwer, die Quelle des Fehlers richtig zu identifizieren. Hierdurch sind oft nur vertraute Anwender in der Lage, die richtigen Informationen herauszufinden. Es ergibt sich somit die Anforderung: Eine hohe vom Mitarbeiter wahrgenommene Vernetzung und Unschärfe der Relationen ist im Handlungsfeld zu vermeiden.

Anforderungen durch subjektives Störungsempfinden aufgrund von Informationskomplexität <i>(Basis: Online-Befragung)</i>	Anforderungen durch objektiven Ressourcenaufwand in den Informationsflüssen <i>(Basis: Experteninterviews)</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Wahrgenommene Kompliziertheit und Veränderlichkeit in den Informationsflüssen sollte reduziert werden 2. Wahrgenommene Kompliziertheit in der Anwendung des Prozessplans sollte reduziert werden 3. Wahrgenommene Kompliziertheit in der Anwendung des IT-Systems AS sollte reduziert werden 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Ein hohes wahrgenommenes Informationsvolumen im Prozessplan ist zu vermeiden. 5. Eine hohe wahrgenommene Vielfalt an Systemen und Dokumenten ist zu vermeiden. 6. Eine hohe wahrgenommene Vieldeutigkeit bezüglich der Identifikation und Vergleichbarkeit von Informationen ist zu vermeiden. 7. Eine hohe wahrgenommene Vernetzung und Unschärfe der Relationen ist zu vermeiden.

Abbildung 5.5: Übersicht der abgeleiteten Anforderungen für das Handlungsfeld

In Abbildung 5.5 sind die abgeleiteten sieben Anforderungen zusammenfassend dargestellt. Durch die nachfolgenden Untersuchungen soll überprüft werden, wie durch eine Erhöhung oder Senkung einzelner Indikatoren der Informationskomplexität diese Störungen oder die Ressourcenverschwendung beseitigt werden können. Die einzelnen Anforderungen sollen hierzu einen Leitfaden bieten.

5.5 Komplexitätsanalyse und Handlungsempfehlungen für die Problemfelder



Durch die Analyse der Informationskomplexität konnten für das Handlungsfeld einzelne Indikatorausprägungen und deren Ursachen ermittelt werden. Diese werden in dem vorliegenden Kapitel für die wichtigsten Problemfelder detailliert beschrieben und Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Die gemäß der Methodik abgeleiteten Ausprägungen der Komplexitätsindikatoren⁷ sind in Abbildung 5.6 dargestellt. Insgesamt konnte für die Hälfte der Komplexitätsindikatoren festgestellt werden, dass keine Veränderungen an den Indikatorausprägungen notwendig sind, da sie nicht den Anforderungen widersprachen. Für die anderen Indikatoren konnte ein Änderungsbedarf festgestellt werden, somit sollten sie in ihren Ausprägungen verändert werden. Dieser Änderungsbedarf ist in der Abbildung 5.6 jeweils durch einen kleinen Pfeil gekennzeichnet. Für einen Großteil dieser Indikatoren mit Änderungsbedarf gilt jedoch, dass sie formal bereits stark beherrscht sind und lediglich in der Wahrnehmung der Mitarbeiter eine hohe Informationskomplexität aufweisen. Ein Beispiel hierfür ist die Veränderlichkeit des IT-Systems AS, die zwar von der Systementwicklung bezweckt ist, jedoch so stark und häufig kommuniziert wird, dass sich für den Mitarbeiter eine hohe wahrgenommene Komplexität ergibt. Für diese formal beherrschten Indikatoren reichen weitestgehend kleine Änderungen in der IT-Unterstützung oder der Kommunikation gegenüber den Mitarbeitern aus, um die wahrgenommene Informationskomplexität und die hierdurch entstehenden Störungen und Verschwendungen zu reduzieren.

Für vier Komplexitätsindikatoren konnte jedoch eine hohe Notwendigkeit zur Änderung ihrer Ausprägung festgestellt werden, da sich durch sie eine starke Unsicherheit für die Mitarbeiter ergibt, die sich leicht in Störungen der Arbeitstätigkeiten oder in einer Ressourcenverschwendung auswirkt. Somit bilden sie die wesentlichen Problemfelder, die für das im Fallbeispiel betrachtete Handlungsfeld identifiziert werden konnten.

Als Problemfelder sind hier zu nennen:

- Vielfalt an detaillierten Produkt- und Produktionsdaten
- Vieldeutigkeit aufgrund Verwendung von Landessprachen
- Unterschiedliche Verwendungsziele der im Prozessplan enthaltenen Informationen
- Häufiger Umgang mit veränderlichen Zeiten

⁷ Begriffsdefinition siehe Glossar S. 165

	Anzahl	Diversität	Freiheitsgrad	Kopplungsgrad	Divergenz	Unschärfe
Hohe Indikatorausprägung	<ul style="list-style-type: none"> • Informations-einheiten ↓ 	<ul style="list-style-type: none"> • Sprach-verwendung ↓ • Detaillierungs-grad ↓ 	<ul style="list-style-type: none"> • Beziehung zwischen den Zeichen in den Freitextfeldern ↓ 	<ul style="list-style-type: none"> • Hauptdokumente, IT-Systeme, oder Informationseinheiten untereinander • Kommunikationspartner zu den Dokumenten (selber Kommunikationsinhalt); • Kommunikationspartner oder Dokumente zu den IT-Systemen (in AP) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsinhalt in marken- und werksübergreifenden Informationsflüssen ↓ • Prozessausführung in marken-, werks- und berufsfeldübergreifenden Informationsflüssen ↓ 	<ul style="list-style-type: none"> • Vom Mitarbeiter wahrgenommene Zuordnungen der Informationseinheit zu: <ul style="list-style-type: none"> • Dokumenten und IT-Systemen ↓ • Ansprechpartnern ↓ • Verantwortlichen ↓
Mittlere Indikatorausprägung			<ul style="list-style-type: none"> • Beziehung zwischen dem Zeichen und der Bedeutung (in der Verwendung von Abkürzungen) ↓ 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationspartner zu den IT-Systemen ↓ 	<ul style="list-style-type: none"> • Dokumentenverwendung in marken- und werksübergreifenden Informationsflüssen • IT-Systemverwendung in marken- und werksübergreifenden Informationsflüssen 	
Niedrige Indikatorausprägung			<ul style="list-style-type: none"> • Beziehung zwischen den Zeichen in den Eingabefeldern • Beziehung zwischen dem Zeichen und der Bedeutung (in Begriffsverwendung) • Beziehung zwischen dem Zeichen und dem bezeichneten Objekt 	<ul style="list-style-type: none"> • Informationseinheiten untereinander • Kommunikationspartner untereinander ↑ • Werks- und markenspezifische Dokumente untereinander • IT-Systeme untereinander ↑ • Kommunikationspartner zu Dokumenten (bei gleichem Kommunikationsinhalt) ↑ • Kommunikationspartner zu den IT-Systemen (außer von AP) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dokumenten- und IT-Systemverwendung und Kommunikationsinhalte in berufsfeldübergreifenden Informationsflüssen 	<ul style="list-style-type: none"> • Verwendung von Dokumenten und IT-Systemen innerhalb der Rechnerunterstützung • Formale Zuordnung der Ansprechpartner und Verantwortlichkeiten

↑ Bedarf zur Erhöhung der Indikatorausprägung ↓ Bedarf zur Senkung der Indikatorausprägung

Für die Indikatoren der Dynamik und des Chaos konnte entsprechend des Alternativvorgehens aus Kapitel 4.5.4 und 4.6.4 ebenfalls ein Senkungsbedarf abgeleitet werden.

Abbildung 5.6: Übersicht der für das Fallbeispiel ermittelten Ausprägungen der Komplexitätsindikatoren

In den folgenden Unterkapiteln wird nun für jedes dieser Problemfelder detailliert aufgezeigt, wie erstens die hohe Indikatorausprägung und deren Ursachen durch die Komplexitätsanalyse ermittelt werden konnten und zweitens welche Handlungsempfehlungen zur Senkung dieser Problemlage abgeleitet werden können.

5.5.1 Vielfalt an detaillierten Produkt- und Produktionsdaten

Aufgrund einer Vielfalt an detaillierten Produkt- und Produktionsdaten wird in dem Handlungsfeld ein hohes Informationsvolumen – also eine hohe Anzahl an Informationseinheiten – erzeugt. Diese ist jedoch entsprechend der Anforderungen aus Kapitel 5.4 zu vermeiden. Daher gilt es nachfolgend zu analysieren, durch welche Merkmale sich die hohe Ausprägung des Informationsvolumens ergibt und welche Ursachen hierfür verantwortlich gemacht werden können. Aus diesen Erkenntnissen werden anschließend Handlungsempfehlungen zur Senkung dieser Problemlage abgeleitet.

Komplexitätsanalyse

Die *Indikatorausprägung* „Anzahl an Informationseinheiten“ konnte für dieses Fallbeispiel als hoch eingestuft werden. Die von den Mitarbeitern zum Aufbau und zur Pflege des Prozessplans zu verarbeitenden Informationseinheiten befinden sich auf unterschiedlichen strukturellen Ebenen des Plans. Jede Ebene enthält 88 bis 187 Ausgangsinformationen. Die meisten Strukturebenen sind jedoch mehrfach in einem Prozessplan vorhanden, wie beispielsweise die Strukturebene „Arbeitsfolge“. Hierdurch erhöht sich die Anzahl an Informationseinheiten um ein Vielfaches. Die Anzahl der Informationseinheiten ist daher als so hoch einzustufen, dass für den einzelnen Mitarbeiter nur eine lineare Abarbeitung dieser Informationseinheiten möglich ist. Ein Überblick, welche Auswirkungen seine Veränderungen in dem Plan auf andere Informationseinheiten haben, ist für ihn flächendeckend kaum möglich. Daher wurde dieser Indikator als hoch eingestuft.

Als wesentliche *Ursache* für diese Indikatorausprägung ist der steigende Detaillierungsgrad der einzelnen Informationseinheiten zu nennen. Arbeitsfolgen beispielsweise, werden aufgrund einer steigenden Bedeutung von Ergonomie-Betrachtungen zunehmend detaillierter durch die auszuführenden Körperhaltungen und den exakten Greifraum beschrieben. Dieser wachsende Detaillierungsgrad bewirkt, dass die von den Mitarbeitern zu bearbeitenden Informationseinheiten stark ansteigen. Unterstützt wird dieser Trend durch die steigende Produkt- und Produktionsvielfalt. Die Anzahl an sehr detaillierten Informationseinheiten für vielfältige Produkte und Produktionsvorgänge wird durch zusätzliche Hintergrundinformationen noch weiter expandiert. Hintergrundinformationen sollen hier erstens Wissen hinterlegen,

was im Falle einer Nachfrage oder eines Problems weiterhilft und zweitens eine nachhaltige Dokumentation von Entscheidungen oder Einstellungen sichern. Diese nachhaltige Dokumentation wird beispielsweise für Reklamationen oder für die Qualitätssicherung benötigt. Die dargestellten Ursachen führen dazu, dass die Anzahl der von den Mitarbeitern zu verarbeitenden Informationseinheiten derzeit so hoch ist.

Handlungsempfehlung Diese hohe Ausprägung des Komplexitätsindikators „Anzahl der Informationseinheiten“ entspricht jedoch nicht der Anforderung 4, dass ein hohes Informationsvolumen in dem Handlungsfeld vermieden werden soll (vgl. S. 135). Durch die hohe Anzahl an Informationseinheiten wird bei den Mitarbeitern eine Unsicherheit erzeugt, wie sie ihre Informationen aktuell und schlüssig halten können. Aus diesem Grund sollte erstens die Anzahl an Informationseinheiten um die nicht unbedingt notwendigen Informationseinheiten bereinigt werden und zweitens die restlichen Informationen so beherrscht werden, dass die Mitarbeiter jeweils die Vernetzung der einzelnen Informationseinheiten überblicken können.

Als *Ansatz zur Komplexitätsreduktion* kann der obig beschriebenen Problemlage des hohen Informationsvolumens durch eine Bereinigung der wahrgenommenen Anzahl der Informationseinheiten entgegen gewirkt werden. Als mögliche Maßnahmen zur zielgerichteten Bereinigung der Informationseinheiten stehen die Dezimierung und die Klassenbildung von Informationseinheiten zur Verfügung⁸. Die hohe Anzahl Hintergrundinformationen für eine nachhaltige Wissensvermittlung und Dokumentation kann durch zwei Maßnahmen reduziert werden. Es bietet sich erstens an, die hohe Anzahl der hinterlegten Informationseinheiten durch eine Klassenbildung zu reduzieren. Hierbei werden die einzelnen Informationseinheiten verdichtet und erst durch Auslösen eines Befehls detailliert aufgeschlüsselt. Zweitens könnte die nachhaltige Dokumentation dahingehend optimiert werden, dass eine fokussierte Selektion – also eine differenzierte Streichung von Informationseinheiten – stattfindet. In ihr werden nur noch ausgewählte Informationseinheiten nachhaltig gespeichert. Durch diese zwei Maßnahmen lässt sich die Anzahl der Informationseinheiten reduzieren. Weiterhin kann die hohe Anzahl an Informationseinheiten, die durch die sehr große Vielfalt an Produkt- und Produktionsdaten entsteht, durch eine Klassenbildung reduziert werden. Hierzu befindet sich im betrachteten Unternehmensnetzwerk bereits eine Maßnahme in Umsetzung. In dieser werden die Datenfelder und Planstrukturen einheitlich und im gesamten Unternehmensnetzwerk abgestimmt gestaltet. Durch diese einheitlichen Klassen an Daten und Strukturen sollen alle zu fertigenden Produkte abgedeckt werden. Die unterste Ebene

⁸ Begriffsdefinition siehe Glossar S. 165

der Planstrukturen, die MTM-Analyse-Ebene (oder handgestoppte Zeiten), wird im Unternehmensnetzwerk bereits einheitlich verwendet.

Als Ansatz zur *Komplexitätsbeherrschung* kann dem hohen Informationsvolumen durch eine Änderung der Einflussfaktoren auf den Informationsverarbeitungsprozess der Mitarbeiter entgegen gewirkt werden. Hierfür ist es gemäß dem Ansatz von Pruckner notwendig, dafür zu sorgen, dass die hohe Anzahl an Informationseinheiten nicht zu einer Überlastung der Informationsverarbeitung der Mitarbeiter führt. Es muss somit die auf S. 40 beschriebene „Komplexitätsfalle“ verhindert werden. Hierfür können drei Ansätze abgeleitet werden. Erstens ist es notwendig, dass die Mitarbeiter die Vernetzung in dem hohen Informationsvolumen überblicken und relevante Informationen identifizieren können. Notwendig hierfür ist eine hohe Differenzierungs-, Diskriminierungs- und Integrationsfähigkeit (vgl. S. 36). Hierfür sind die Mitarbeiter in Seminaren zu schulen und durch eine IT-Programmierung zu unterstützen. Als zweiter Ansatz zur Beherrschung des hohen Informationsvolumens ist es wichtig, bei den Mitarbeitern Interesse und Aufmerksamkeit zu wecken (vgl. S. 40). Gemäß den Einflussfaktoren der Situationskomplexität kann hierdurch das Informationsverarbeitungsniveau erheblich gesteigert werden (vgl. S. 37). Für das Handlungsfeld bedeutet dies beispielsweise, dass die Angst vor negativen Konsequenzen, wie etwa einer Blamage bei einer Nachfrage, gesenkt wird. Dies kann erfolgen, indem Antipathien innerhalb des Netzwerkes abgebaut und stärker Vertrauen entwickelt wird. Als dritter Ansatz zur Beherrschung des hohen Informationsvolumens ist es wichtig, dass die Mitarbeiter konzentriert und ohne eine Reizüberflutung arbeiten können (vgl. S. 40). Dies kann gemäß den qualitativen Einflussfaktoren der Informationskomplexität durch eine angepasste Informationsgestaltung bewirkt werden (vgl. S. 37). Für das Handlungsfeld bedeutet dies beispielsweise eine schlanke Darstellung der Informationen auf dem Bildschirm, auf dem alle unwesentlichen Informationen oder Eingabemöglichkeiten ausgeblendet sind. Beispielsweise wurde in den Befragungen häufig ein langsamer Bildaufbau oder eine schlechte Funktionalität der IT-Systeme bemängelt. Auch diese Problematiken sind zu beheben, damit die Mitarbeiter die Informationen konzentrierter und effektiver verarbeiten können.

Die Zusammenhänge dieser Problematik und die Ableitung der Handlungsempfehlungen sind in Abbildung 5.7 zusammenfassend dargestellt.

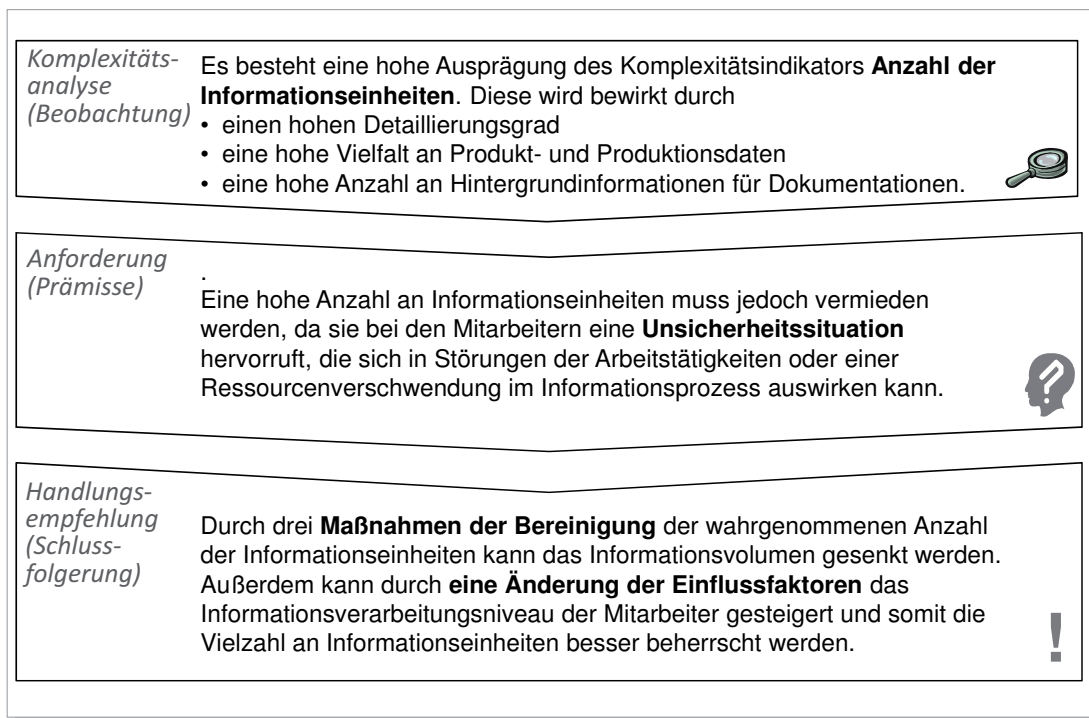


Abbildung 5.7: Beschreibung des Problemfeldes der hohen Anzahl an Informationseinheiten, sowie Ableitung der Handlungsempfehlungen zur Senkung und anschließenden Beherrschung der Indikatorausprägung

5.5.2 Vieldeutigkeit aufgrund Verwendung von Landessprachen

Da die Mitarbeiter des IE die Dokumente größtenteils in ihrer jeweiligen Landessprache verfassen, wird eine hohe Verschiedenartigkeit der Informationseinheiten bezüglich der Sprachverwendung – und somit eine Diversität der Informationseinheiten – erzeugt. Diese ist jedoch entsprechend der Anforderungen aus Kapitel 5.4 zu vermeiden. Daher gilt es nachfolgend zu analysieren, durch welche Merkmale sich die hohe Ausprägung der Diversität der Sprachverwendung ergibt und welche Ursachen hierfür verantwortlich gemacht werden können. Aus den Erkenntnissen werden anschließend Handlungsempfehlungen zur Senkung dieser Problemlage abgeleitet.

Komplexitätsanalyse

Die *Indikatorausprägung* „Diversität bezüglich der Sprachverwendung“ muss in dem Handlungsfeld differenziert betrachtet werden. Als Unternehmenssprache ist Deutsch festgelegt und wird in strategischen Dokumenten des Konzerns auch dementsprechend verwendet. Jedoch wird in den Standorten außerhalb Deutschlands für die operativen Tätigkeiten des Handlungsfeldes größtenteils die jeweilige Muttersprache verwendet. Lediglich Mitarbei-

ter in Führungspositionen sprechen außerhalb Deutschlands teilweise verhandlungssicheres Deutsch. Es kann somit festgehalten werden, dass die Diversität der Sprachverwendung in dem Handlungsfeld sehr groß ist.

Als wesentliche *Ursache* für diese Indikatorausprägung ist die starke Konzentration der Mitarbeiter auf ihre jeweilige Landessprache zu nennen. Eine netzwerkübergreifende direkte Kommunikationsmöglichkeit ist auf operativer Ebene nicht gewährleistet. Auf strategischer Ebene ist die Kommunikation durch die deutsche Konzernspitze geprägt, die als Sprache ebenfalls nur ihre Landessprache – also Deutsch – verwendet. Die Diversität der Sprachverwendung ist vor allem durch die Dokumentengestaltung beeinflusst. Die Dokumente innerhalb des Handlungsfeldes werden meist in Landessprache gestaltet.

Handlungsempfehlung

Eine hohe Ausprägung des Komplexitätsindikators „Diversität der Sprachverwendung“ entspricht jedoch nicht der Anforderung 6 von S. 135, dass eine hohe vom Mitarbeiter wahrgenommene Vieldeutigkeit bezüglich der Identifikation von Informationen vermieden werden soll. Die hohe Diversität bedeutet, dass Mitarbeiter, die der jeweiligen Landessprache nicht mächtig sind, den Inhalt der Informationseinheit nicht deuten können. Durch sie wird somit eine Unsicherheitssituation bei den Mitarbeitern erzeugt, da diese bestimmte Informationen aufgrund der sprachlichen Vieldeutigkeit nicht entschlüsseln (decodieren) können. Aus diesem Grund ist die Diversität der Sprachverwendung so zu reduzieren oder zu beherrschen, dass jeder Mitarbeiter den Informationsinhalt eindeutig erschließen kann, ohne durch eine sprachliche Barriere verunsichert zu werden.

Als *Ansatz zur Komplexitätsreduktion* kann der obig beschriebenen Problemlage der hohen Diversität der Sprachverwendung durch eine Senkung der Sprachenvielfalt entgegen gewirkt werden. Als mögliche Maßnahmen zur Homogenisierung der Informationseinheiten stehen die Programmierung, die Normung und der Aufbau einer Unternehmenskultur zur Verfügung⁹. Für das Handlungsfeld wird vorgeschlagen, langfristig anzustreben, eine gemeinsame Unternehmenssprache, wie beispielsweise Englisch oder Deutsch, einzuführen. Da die Durchführung des Fragebogens jedoch bereits gezeigt hat, dass derzeit keine Sprache flächendeckend verhandlungssicher beherrscht wird, ist eine schrittweise Umstellung anzuraten. Eine zu schnelle Einführung einer gemeinsamen Unternehmenssprache würde für den Mitarbeiter zunächst die Eingabe und die Interpretation von Informationen komplizierter gestalten. Seine Informationsverarbeitungsprozesse wären vermutlich aufgrund der Fremdsprachenverwendung in ihrer Leistung eingeschränkt. Daher ist die Umstellung lang-

⁹ Begriffsdefinition zur Homogenisierung der Informationseinheiten siehe Glossar S. 165

sam durch eine vorübergehende Reduktion der Diversität der Sprache einzuleiten. Wichtig für die Umsetzung ist jedoch, dass sie sich aus der gemeinsamen Unternehmenskultur ergeben sollte, dass niemand dadurch ausgegrenzt werden darf, dass er eine Landessprache nicht beherrscht. Ein Ansatz könnte es somit sein, bei Anwesenheit von „anderssprachigen“ Mitarbeitern, Dokumente jeweils in der Heimatsprache des Verfassers und zusätzlich eine verkürzte Version in der Unternehmenssprache zu erstellen. Diese kann leicht verkürzt sein, solange alle wesentlichen Informationen enthalten sind. Eine Durchführung dieser Maßnahme ist insbesondere für strategisch relevante Dokumente sinnvoll, wie beispielsweise Störungsdokumentationen oder Schulungsunterlagen, die für die Durchführung der Arbeitstätigkeiten in diesem Handlungsfeld notwendig sind. Dieser Vorschlag der Zweisprachigkeit bedeutet nur einen geringfügigen Mehraufwand für die Mitarbeiter, da dieser hierdurch dazu angeleitet wird, sich noch stärker präzise und sachlich auszudrücken. Diese Maßnahmen können schrittweise zu einer Komplexitätsreduktion hinleiten.

Als Ansatz zur *Komplexitätsbeherrschung* kann der wahrgenommenen Mehrsprachigkeit auf operativer Ebene durch eine IT-Unterstützung entgegen gewirkt werden. Da auf operativer Ebene bereits eine sehr gute systemtechnische Unterstützung vorliegt, kann es für dieses Handlungsfeld vorerst als ausreichend eingestuft werden, hier lediglich eine Beherrschung der unterschiedlichen Sprachen durch eine IT-Unterstützung – an der bereits gearbeitet wird – vorzunehmen. Diese kann bewirken, dass die Mitarbeiter trotz unterschiedlicher Sprachen auf dieselben Informationen zugreifen können. In dem IT-System dieses Handlungsfeldes wird der Ansatz bereits sehr ausführlich für einzelne Sprachen durchgeführt, wie beispielsweise Spanisch oder Englisch. Die Umsetzung dieser Mehrsprachigkeit durch IT-Unterstützung stellte sich jedoch als umständlich dar, da eine Phrasenübersetzung erst effizient eingesetzt werden kann, wenn alle Bezeichnungen und Prozesse standardisiert sind. Somit wird an dieser Stelle ersichtlich, dass eine Beherrschung der Sprachvielfalt erst effizient durchgeführt werden kann, wenn wichtige Begriffe, die auf operativer Ebene sprachübergreifend gekannt werden sollten, zum Beispiels durch Einträge in einem Intranet-basierten Lexikon des IE definiert sind. Wird dieser Ansatz der Komplexitätsbeherrschung umgesetzt, ist es für den Mitarbeiter trotz hoher sprachlicher Diversität im Netzwerk möglich, alle für seine Arbeitstätigkeit notwendigen Information ohne Sprachenbarrieren interpretieren zu können.

Die Zusammenhänge dieser Problematik und die Ableitung der Handlungsempfehlungen sind in Abbildung 5.8 zusammenfassend dargestellt.

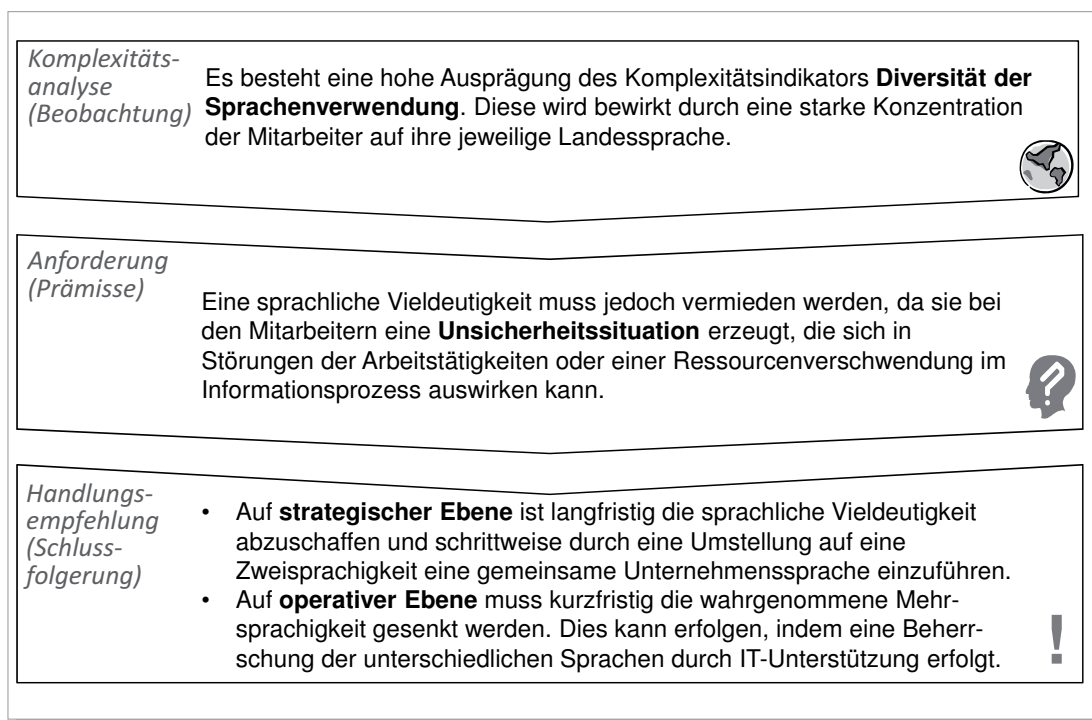


Abbildung 5.8: Beschreibung des Problemfeldes der hohen Diversität der Sprachenverwendung, sowie Ableitung der Handlungsempfehlungen zur Senkung und Beherrschung der Indikatorausprägung

5.5.3 Unterschiedliche Verwendungsziele der im Prozessplan enthaltenen Informationen

Im Handlungsfeld bestehen für gleiche Informationseinheiten teilweise unterschiedliche Verwendungszwecke, die einen vielfältigen Detaillierungsgrad der Informationen bewirken. Diese hohe Diversität des Detaillierungsgrades ist jedoch entsprechend der Anforderungen aus Kapitel 5.4 zu vermeiden. Daher gilt es nachfolgend zu analysieren, durch welche Merkmale sich diese hohe Ausprägung der Diversität des Detaillierungsgrades ergibt und welche Ursachen hierfür verantwortlich gemacht werden können. Aus diesen Erkenntnissen werden anschließend Handlungsempfehlungen zur Senkung dieser Problemlage abgeleitet.

Komplexitätsanalyse

Die *Indikatorausprägung* „Diversität des Detaillierungsgrades der Informationseinheiten“ konnte für dieses Fallbeispiel als hoch eingestuft werden. Die Diversität der Detaillierung ergibt sich aus den Abweichungen der Bausteingrößen in den Informationseinheiten. Hier sind erheblich Unterschiede festzustellen. Beispielsweise bei der Betrachtung der Fertigungs-

zeiten von unterschiedlichen Standorten lassen sich Bausteingrößen zwischen einer bis zehn Minuten feststellen. Die Diversität der Bausteingrößen wird somit als hoch eingestuft.

Als wesentliche *Ursachen* für diese Indikatorausprägung sind die unterschiedliche Ziele, die mit einer Informationseinheit erreicht werden sollen, zu nennen. Innerhalb des Prozessplans werden vor allem Zeitbausteine betrachtet. Obwohl aufgrund der standardisierten Prozesspläne bereits eine Standardisierung dieser Zeitbausteine begonnen wurde, sind sie dennoch nach Aussage der Mitarbeiter mit unterschiedlichen Verwendungszielen belegt. Beispielsweise haben sie in einzelnen Standorten eine hohe Bedeutung für produkt- und produktions-spezifische Verbesserungsvorschläge. Dort werden die Zeitbausteine in sehr kleine Einheiten „heruntergebrochen“, um Montageabläufe präzise zu analysieren oder Produktoptimierungen abzuleiten. Derzeit bestehen aufgrund unterschiedlicher Verwendungszwecke innerhalb des Netzwerkes unterschiedliche Auffassungen, wie detailliert diese Informationen zu erfassen und im Plan abzulegen sind. Diese Unterschiede in der Datenverwendung führen dazu, dass eine hohe Diversität der Detaillierungsgrade vorliegt.

Handlungsempfehlung

Die hohe Ausprägung der Diversität des Detaillierungsgrades ist gemäß der Anforderung 6 auf S. 135 zu vermeiden. Durch sie wird eine Unsicherheitssituation bei den Mitarbeitern erzeugt, die es den Mitarbeitern erschwert, Informationseinheiten untereinander zu vergleichen. Beispielsweise sind Fertigungszeit-Optimierungen von 50 Sekunden bei einer Arbeitsfolge von 1 Minute nicht zu vergleichen mit denen einer Arbeitsfolge von 10 Minuten. Die Mitarbeiter werden somit verunsichert, ob sie bestimmte Kennzahlen miteinander vergleichen können oder ob es sich um unterschiedliche Datengrundlagen handelt. Diese fehlende Vergleichbarkeit kann zu Störungen in den Arbeitstätigkeiten oder zu einer Ressourcenverschwendung führen. Aus diesem Grund sollte eine Vergleichbarkeit der Informationen erzeugt werden, indem die Diversität des Detaillierungsgrades gesenkt wird.

Als Ansatz zur *Komplexitätsreduktion* kann der obig beschriebenen Problemlage durch eine Angleichung der Informationseinheiten untereinander – der sogenannten Homogenisierung der Informationseinheiten¹⁰ – entgegen gewirkt werden. Als mögliche Maßnahmen zur Homogenisierung der Informationseinheiten stehen die Programmierung, die Normung und der Aufbau einer Unternehmenskultur zur Verfügung. Die zu reduzierende Diversität der Bausteingrößen zeigt sich in dem Handlungsfeld dadurch, dass derzeit sowohl sehr große, als auch sehr kleine Bausteingrößen vorzufinden sind. Es stellt sich somit die Frage, ob beide Detaillierungsstufen eine Berechtigung aufweisen. Die sehr kleinen Bausteingrößen sind

¹⁰ Begriffsdefinition zur „Homogenisierung der Informationseinheiten“ siehe Glossar S. 165

inhaltlich notwendig für produkt- und produktionsspezifische Verbesserungsvorschläge und für Ergonomie-, sowie Laufwegbetrachtungen in der Montage. Jedoch haben die größeren Bausteingrößen von bis zu 10 Minuten den Vorteil, dass sie das vom Mitarbeiter wahrgenommene Informationsvolumen erheblich reduzieren. Somit sind beide Maximalausprägungen der Bausteingrößen begründet. Eine Harmonisierung der Bausteingrößen ist jedoch notwendig, um die Vergleichbarkeit der Informationseinheiten sicherzustellen. Ein Ansatz ist es somit, durch eine Programmierung zu steuern, dass eine weitere Detaillierung eines Wertes nur dann vorgenommen werden kann, wenn in das System ein Verwendungsziel für diese Detaillierung vorliegt. Ein doppelter Eintrag der Zeiten kann hierbei dadurch vermieden werden, dass das IT-System automatisiert die detailliertesten Informationen auf der jeweils höheren Ebene zusammenfasst. Für einen effizienten Einsatz dieser Maßnahme ist es jedoch erforderlich, dass dieser Programmierungsmaßnahme eine Normung der Informationseinheiten im Prozessplan vorgeschaltet wird. Nur wenn die Verwendungsziele einzelner Zeitbausteine des Prozessplans vorab einheitlich festgelegt werden, kann eine vergleichbare Datenstruktur in dem Industrial Engineering Netzwerk erzeugt werden. Es ist somit – jeweils separat für den Fahrzeugbau und den Aggregatebau – festzulegen, für welche Prozessschritte ein bestimmter Detaillierungsgrad der Zeitbausteine erforderlich ist, um direkt oder indirekt einen Mehrwert für die Erfüllung des Kundenwunsches zu bewirken. Durch diesen Ansatz der Programmierungs-unterstützten Normung der Detaillierungsgrade kann sichergestellt werden, dass eine hohe Detaillierung der Zeitbausteine keine Ressourcenverschwendung ergibt. Erstens wird nur an notwendigen Bausteinen im Prozessplan der hohe Aufwand für die Detaillierung in den MTM-Analysen vorgenommen und zweitens wird sichergestellt, dass überall dort, wo für den Kunden direkt oder indirekt ein Mehrwert bewirkt werden kann, dies auch erfolgt. Der wesentlichste Vorteil für die Informationsverarbeitung der Mitarbeiter im Industrial Engineering ist jedoch, dass sie durch diesen Ansatz der Komplexitätsreduktion eine bessere Vergleichbarkeit und eine geringere Anzahl an Informationseinheiten wahrnehmen werden. Somit wird die Unsicherheit des Mitarbeiters im Informationsverarbeitungsprozess reduziert. Dieser Ansatz wurde im Industrial Engineering Netzwerk im Rahmen eines Projektes „standardisierter Arbeitssystemplan“ bereits initiiert.

Die Zusammenhänge dieser Problematik und die Ableitung der Handlungsempfehlungen sind in Abbildung 5.9 zusammenfassend dargestellt.

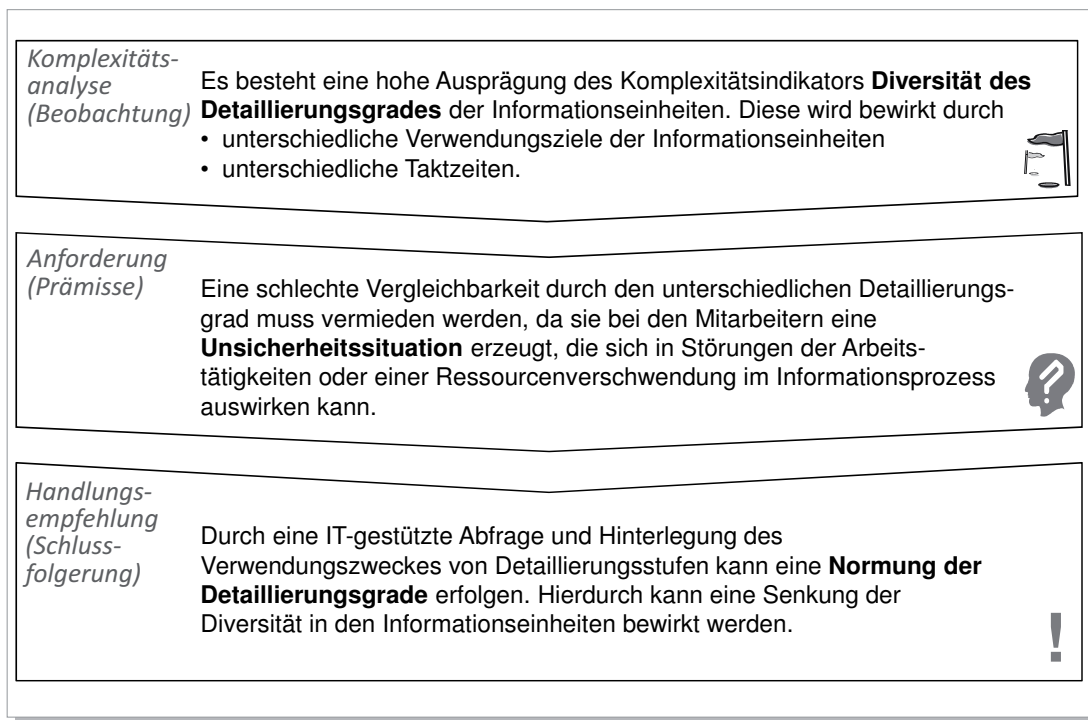


Abbildung 5.9: Beschreibung des Problemfeldes der hohen Diversität der Detaillierungsgrade, sowie Ableitung der Handlungsempfehlungen zur Senkung der Indikatorausprägung

5.5.4 Häufiger Umgang mit veränderlichen Zeiten

Aufgrund eines häufigen Umgangs mit veränderlichen Zeiten – der sich größtenteils aus Produkt- und Fertigungsoptimierungen, sowie aus der Präzisierung vorab geschätzter Zeiten ergibt – arbeitet das Industrial Engineering auf einer sehr dynamischen Informationsgrundlage. Hierdurch wird in dem Handlungsfeld eine hohe Dynamik der Informationseinheiten erzeugt. Diese ist jedoch entsprechend der Anforderungen aus Kapitel 5.4 zu vermeiden. Daher gilt es nachfolgend zu analysieren, durch welche Merkmale sich diese hohe Ausprägung der Dynamik ergibt und welche Ursachen hierfür verantwortlich gemacht werden können. Aus den Erkenntnissen werden anschließend Handlungsempfehlungen zur Senkung dieser Problemlage abgeleitet.

Komplexitätsanalyse

Die *Indikatorausprägung* „Dynamik der Informationseinheiten“ konnte für dieses Fallbeispiel als hoch eingestuft werden. Sie wurde anhand der alternativen Erhebungsmethodik von S. 92 ermittelt. Für die Veränderlichkeit im Handlungsfeld konnte auf die Ergebnisse der Online-Befragung der Vorstudie von S. 134 zurückgegriffen werden. Hier hatten 15% der Mitarbeiter angegeben, dass sie sich im Handlungsfeld durch die Veränderungen in den In-

formationsflüssen in der Ausübung ihrer Arbeitstätigkeiten gestört fühlen. Diese Daten geben zwar keinen detaillierten Aufschluss über die Indikatorausprägung, weisen jedoch auf einen Änderungsbedarf bezüglich der Dynamik der Informationseinheiten hin. Deshalb ist die Aussage der Mitarbeiter über die Ursachen dieser empfundenen Veränderlichkeit in den Informationsprozessen von besonderer Bedeutung für die Analyse.

Als wesentliche *Ursache* für die hohe Veränderlichkeit im Informationsprozess wurde von den Mitarbeitern die starke Abhängigkeit von den aus anderen Abteilungen eingehenden Informationsflüssen genannt. Ohne diese Informationen können die Mitarbeiter des IE jedoch ihre Arbeitstätigkeiten oft nicht beginnen. Unabdingbar für die Bearbeitung der Informationssätze ist für das IE die Festlegung der Verbaureihenfolge für die einzelnen Fahrzeugbestandteile. Nach Aussage von Industrial Engineering Mitarbeitern kam es in der Vergangenheit teilweise vor, dass diese Verbaureihenfolge von den Fertigungsplanern erst sehr spät in der Konstruktionsphase des Produktes im Prozessplan endgültig festgelegt wurde. Somit konnten diese Mitarbeiter erst spät den Verbau der einzelnen Bauteile prüfen und führten daher noch sehr kurzfristig in den letzten Phasen des Produktentstehungsprozesses Änderungen durch. Durch diese späten Änderungen an den Produkten oder den Montageeinrichtungen entsteht eine hohe Veränderungsrate in den Informationseinheiten, die im Prozessplan enthalten sind. Aufgrund der starken Abhängigkeiten wirkt sich diese Dynamik direkt auf die Informationsflüsse des Industrial Engineering aus. Die Veränderlichkeit wird zusätzlich dadurch vergrößert, dass die eintreffenden Daten in frühen Konstruktionsphasen häufig nur geschätzt sind. Zu diesem frühen Zeitpunkt können oftmals noch keine präzisen Angaben getroffen werden. Aus diesem Grund werden vorerst geschätzte Fertigungszeiten eingetragen und anschließend werden diese analysiert und aktualisiert. Es wurde bereits eine erhebliche Verbesserung durchgeführt und der Anteil von geschätzten Zeiten zum Zeitpunkt von sechs Monaten vor SOP von 10% auf 5% reduziert. Das Ziel von 3% wurde jedoch noch nicht erreicht. Diese geschätzten Zeiten führen zu stetigen Anpassungen und Nachfragen. Hierdurch verändern sich die Informationen für die Mitarbeiter, welche diese bearbeiten, sehr häufig. Die Mitarbeiter nehmen hierdurch eine hohe Veränderlichkeit wahr.

Handlungsempfehlung

Diese hohe wahrgenommene Dynamik der Informationseinheiten ist gemäß der Eingangs abgeleiteten Anforderung 1 auf S. 134 zu vermeiden. Durch die hohe Veränderlichkeit der Informationseinheiten wird eine Unsicherheitssituation bei den Mitarbeitern erzeugt, ob sie wirklich die aktuellen Information vorliegen haben. Ist beispielsweise nicht hinterlegt, ob die Daten durch einen MTM-Analyse ermittelt wurden, so ist es für die Mitarbeiter nur schwer erkennbar, ob es sich um präzise oder nur um geschätzte Informationen handelt. Dies kann

sich in Störungen ihrer Arbeitstätigkeiten oder einer Ressourcenverschwendung auswirken. Aus diesem Grund sollte erstens eine Reduktion der Veränderlichkeit vorgenommen werden. Zweitens ist eine Beherrschung der verbleibenden veränderlichen Informationseinheiten notwendig.

Als Ansatz zur *Komplexitätsreduktion* kann der obig beschriebenen Problemlage durch eine Verstetigung der Informationseinheiten entgegen gewirkt werden. Als mögliche Maßnahmen zum Verstetigen der Informationseinheiten stehen gemäß der Diskussion auf S. 122 der Einsatz von „Ruhezeiten“¹¹ und die Gegenwirkung zur „Orientierungslosigkeit“¹² zur Verfügung. Aus Sicht der Informationskomplexität wäre es gut, wenn circa sechs Monate vor dem Start der Produktion – spätestens jedoch zum Zeitpunkt der Einpreisung – eine „Ruhezeit“ festgelegt wird. In dieser Ruhezeit sollten nur einzelne, zeitlich vorher festgelegte „Releases“ innerhalb vorher festgelegter Module unter Berücksichtigung nicht zu veränderbarer Schnittstellen durchgeführt werden. Um diese Problematik zu umgehen, könnte es sinnvoll sein, eine IT-Unterstützung einzusetzen. Auch der Einsatz geschätzter Zeiten sollte in dieser Phase IT-technisch unterbunden werden. Jedoch wird in dem vorliegenden Fall die Handlungsmöglichkeit dadurch eingeschränkt, dass die Änderungen größtenteils aus vorgeschalteten Prozessen in anderen Abteilungen in das IE „hineingetragen“ werden. Solch eine ähnliche Regelung wurde innerhalb des Handlungsfeldes auch bereits eingeführt, jedoch kam es häufig zu Überschreitungen. Diese konnte von dem IE nicht beeinflusst werden, da Sie nur die Empfänger der Information waren. Somit ist die Einflussmöglichkeit des IE auf die Maßnahmen zur Verstetigung begrenzt. Aus diesem Grund sollte die Beherrschbarkeit der Dynamik in den Informationseinheiten im Vordergrund stehen.

Als Ansatz zur *Komplexitätsbeherrschung* kann der obig beschriebenen Problemlage durch eine Umgestaltung der Informationseinheiten entgegen gewirkt werden. Hierbei sollten die geschätzten Zeiten, die sich nicht vermeiden lassen, mit einer Signalfarbe markiert werden. Außerdem ist ihnen ein separat einblendbare Zusatzinformation zu hinterlegen, die folgende Aussagen trifft: erstens, dass der Wert geschätzt ist; zweitens, wer diese Einschätzung vorgenommen hat; drittens, wann diese Einschätzung getroffen wurde und viertens, für welche Kennzahlen diese Schätzung ein ungenaues Ergebnis bewirkt. Ebenfalls muss auch bei diesen Kennzahlen eine Markierung vorhanden sein, dass sie auf Basis einer geschätzten Information berechnet wurden und um welche geschätzten Informationen es sich handelt. Die Informationsgenerierung sollte automatisiert durch die Aktivierung eines Buttons „geschätz-

¹¹ Hierbei handelt es sich um die Festlegung einer Zeitspanne, in der keine Änderungen an einem Informationssystem vorgenommen werden dürfen (Begriffsdefinition siehe S. 122)

¹² Hierbei handelt es sich beispielsweise um Maßnahmen der Fokussierung, der Einführung von Pilotprojekten oder der kontinuierlichen Veränderung in kleinen Schritten (Begriffsdefinition siehe S. 122)

te Information“ erfolgen. Ebenfalls sollte auch für die veränderten oder veralteten Informationen IT-seitig eine automatisierte Markierung vorgenommen werden.

Die Zusammenhänge dieser Problematik und die Ableitung der Handlungsempfehlungen sind in Abbildung 5.10 zusammenfassend dargestellt.

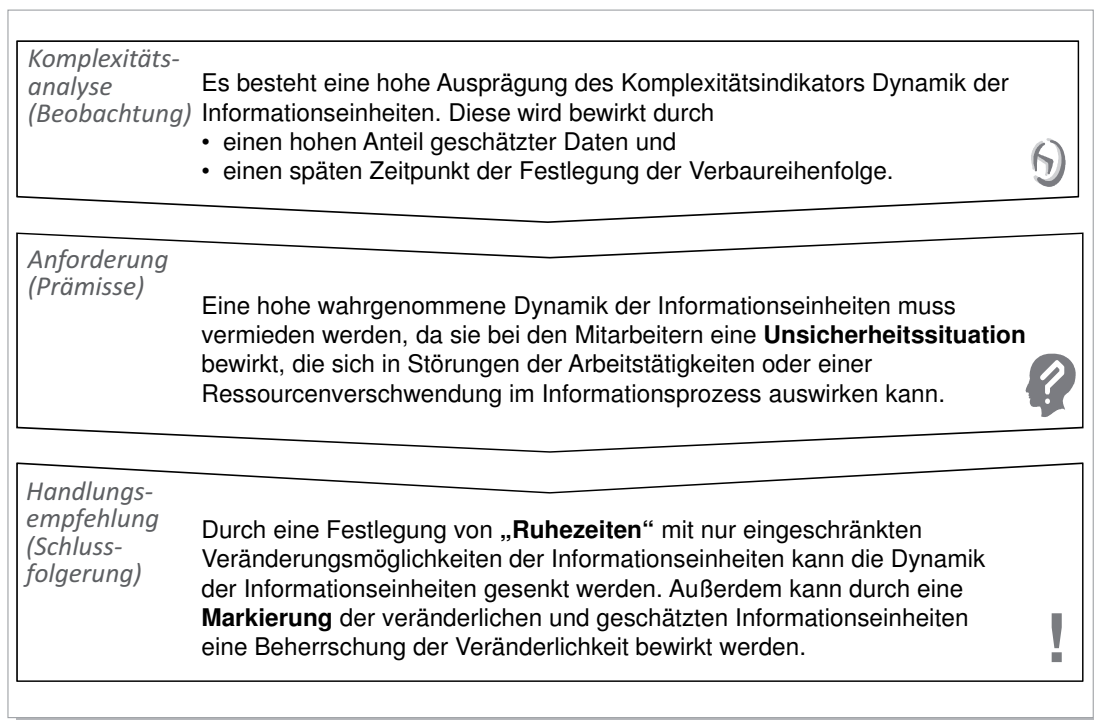


Abbildung 5.10: Beschreibung des Problemfeldes der hohen Dynamik der Informationseinheiten, sowie Ableitung der Handlungsempfehlungen zur Senkung und anschließenden Beherrschung der Indikatorausprägung

Fazit: Die Anwendung der Methodik im Fallbeispiel hat gezeigt, dass eine Umsetzbarkeit der Methodik in einer Problemlage aus der Praxis möglich ist. Der Mehrwert der Methodik zur Analyse von Informationskomplexität – entgegen einer einfachen Befragung der Mitarbeiter – zeigte sich in der Anwendung darin, dass alle Empfehlungen begründbar und nachvollziehbar getroffen werden konnten. Eine Transparenz der Empfehlungsableitung war in diesem Fallbeispiel vor allem dort sehr wichtig, wo die eigentliche Ursache der empfundenen Informationskomplexität von den Mitarbeitern in anderen Verantwortungsbereichen gesehen wurde. Gerade in diesen Fällen ist es von enormer Bedeutung, dem Mitarbeiter erklären zu können, dass die vorzunehmenden Veränderungen dazu beitragen seine akuten Probleme der Informationskomplexität zu reduzieren. Eine ausführliche Diskussion der Stärken und

Schwächen, welche die Methodik in der Anwendung innerhalb des Fallbeispiels offenbart hat, sind im Gesamtfazit auf S. 154 zu finden.

6 Gesamtfazit

Diese Arbeit leistet einen Beitrag dazu, mehr Transparenz, Durchgängigkeit und Flexibilität in den Informationsprozessen der Produktentstehung zu erzeugen. Während die bisherige Literatur sich auf die Optimierung einzelner Indikatoren konzentriert hat, setzt diese Arbeit differenzierter an. Sie entwickelt eine multidimensionale Methodik zur durchgängigen Betrachtung der Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess. Durch diese Arbeit wird es somit erstmalig möglich, einen konzeptionellen Bezugsrahmen zur Beschreibung von Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess zu schaffen. Dieser kann zur Erweiterung der theoretischen Grundlagen komplexitätswissenschaftlicher Ansätze eingesetzt werden. Durch die Operationalisierung dieses Bezugsrahmens ist es zusätzlich möglich, konzeptionelle Hinweise für die Praxis abzuleiten. Dies wird durch das Fallbeispiel gezeigt.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die zentralen Ergebnisse der vorangegangenen Untersuchung resümierend bewertet. Die Stärken und Schwächen der Methodik werden hierbei kritisch reflektiert. Im Anschluss wird der eigene Beitrag der Arbeit zur wissenschaftlichen Diskussion herausgearbeitet. Abschließend werden noch offene Fragen und Gestaltungsaspekte bezüglich des Managements von Informationskomplexität im PEP aufgezeigt.

6.1 Kritische Reflektion – Stärken und Schwächen der Methodik

Die vorliegende Arbeit zeigt Erkenntnisse zum Umgang mit Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess auf. Hierbei sind zwei Forschungsbeiträge zu nennen. Erstens zeigt diese Arbeit auf, wie das Phänomen der Informationskomplexität begrifflich beschrieben und durch operationalisierte Indikatoren erfasst werden kann. Dies ist das Bewertungskonzept. Zweitens stellt diese Arbeit ein Empfehlungskonzept für die Informationskomplexität zur Verfügung. In diesem kann ein beliebiges Teilsystem des Produktentstehungsprozesses in Hinblick auf seine Informationskomplexität beeinflusst werden.

Der Mehrwert des Bewertungs- und des Empfehlungskonzeptes für die wissenschaftliche Forschung kann folgendermaßen beschrieben werden:

Bewertungskonzept – Das in dieser Arbeit entwickelte Bewertungskonzept bildet einen Ansatz zur Operationalisierung der Indikatoren der Informationskomplexität. Es liefert in drei grundlegenden Aspekten einen Erkenntniszuwachs für die Wissenschaft. Erstens wird der Begriff der Informationskomplexität für die Anwendung im Produktentstehungsprozess definiert. Diese Definition kann auch auf andere wertschöpfende Prozesse im Unternehmen übertragen werden. Ein solcher Ansatz hat in der Literatur bisher noch nicht bestanden. Der Begriff der Informationskomplexität wurde zwar teilweise verwendet, jedoch in sehr unterschiedlichen Zusammenhängen und ohne eine detaillierte Beschreibung seiner Bestandteile. Somit wird hiermit der erste grundlegende Schritt für einen konzeptionellen Bezugsrahmen zur Analyse von Informationskomplexität geschaffen. Zweitens wird dieser Begriff dahingehend operationalisiert, dass eine Bewertung der Informationskomplexität stattfinden kann. Die Bewertung der Informationskomplexität hatte sich in der bestehenden Literatur auf einzelne Indikatoren beschränkt, wie beispielsweise das Informationsvolumen. In dem vorliegenden Ansatz werden jedoch erstmalig alle acht aus der Literatur bekannten Komplexitätsindikatoren in die Bewertung einbezogen und an die Spezifika der Informationskomplexität angepasst. Für jeden dieser Indikatoren konnten Kriterien zur Bestimmung seiner Ausprägungen abgeleitet werden. Drittens bietet das Bewertungskonzept die Möglichkeit, diesen Ansatz generalisiert für eine allgemeine Komplexitätsbewertung anwenden zu können. Nach einer Verallgemeinerung des Ansatzes könnte er allgemein für die Bewertung der Komplexität in wertschöpfenden Prozessen von Unternehmen eingesetzt zu werden. Hierfür bestehen in der Literatur derzeit noch keine umfassenden Ansätze.

Empfehlungskonzept – Das in dieser Arbeit entwickelte Empfehlungskonzept unterstützt eine zielgerichtete Entscheidungsfindung von Handlungsempfehlungen zum Management der Informationskomplexität. Diese Ableitung erfolgt multidimensional. Dies bedeutet, die Entscheidungsfindung erfolgt auf Basis der acht Indikatoren der Informationskomplexität. Hierbei wird eine durchgängige Betrachtung des Informationsgeflechtes aus den Kommunikationspartnern, den Dokumenten und den IT-Systemen vorgenommen. Es konnte somit eine leitfadengestützte Vorgehensweise zur durchgängigen und multidimensionalen Analyse von Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess entwickelt werden. Im Gegensatz zu den bisherigen fragmentarischen Ansätzen aus der Literatur können bei diesem Ansatz spezifische Empfehlungen gegeben werden. Es kann abgeleitet werden, welche der acht Indikatoren durch welche konkreten Maßnahmen in welche Richtung verändert werden sollen. Weiterhin kann die Entscheidungsfindung für die Empfehlungen auf einen wirtschaftlichen Handlungsbedarf zurückgeführt werden. Der Forschungsbeitrag des Empfehlungskonzeptes besteht somit in der Möglichkeit, ursachengerechte und nach Komplexitätsindikatoren differenzierte, sowie durchgängig begründete Handlungsempfehlungen ableiten zu können.

Bereits die Vorstudie innerhalb des Fallbeispiels hat die Bedeutung der Methodik bestärkt. Alleine mit der Umfrage oder mit Interviews wäre nur aufgezeigt worden, dass ein Problem vorliegt und die Mitarbeiter Informationskomplexität empfinden. Da die Ursachen der empfundenen Informationskomplexität jedoch sehr vielfältig sein können – beispielsweise könnten sie auch durch die kognitive Komplexität eines Mitarbeiters verursacht werden – wäre es schwierig gewesen, valide präzisierende Aussagen der Mitarbeiter zu erhalten. Aber auch in den Interviews konnte teilweise der Trend beobachtet werden, dass SOLL-Prozesse als bereits vorhandene IST-Prozesse beschrieben wurden. Es wurde somit ersichtlich, wie wichtig es ist, die Analyse der Informationskomplexität anhand einer detaillierten Indikatoranalyse und auf Basis vielfältiger Erhebungsmethoden durchzuführen. Die Stärke der Methodik lag im Fallbeispiel somit darin, dass sie detailliert und aus unterschiedlichen Betrachtungsebenen einzelne Managementmaßnahmen zur Unterstützung bereits vorhandener Maßnahmen abgeleitet hat. Hierdurch konnte die Informationsverarbeitungskapazität der Mitarbeiter erhöht und die Ressourcen effizienter eingesetzt werden. Genau diese Kluft zwischen der vom Mitarbeiter empfundenen Situation und der Präzision der Handlungsvorschläge stellte jedoch auch die Schwäche der Methodik im Fallbeispiel dar. Leicht kann es sein, dass die Mitarbeiter andere Lösungsvorschläge als naheliegender erachten und daher die Methodik angezweifelt wird. Beispielsweise war es in dem Handlungsfeld für eine hohe Anzahl an Mitarbeitern naheliegend, alle Prozesse, Dokumente und IT-Systeme im Handlungsfeld stark zu standardisieren, ohne differenzierte und an die jeweiligen Rahmenbedingungen angepasste Maßnahmen einzuleiten. Dies wäre jedoch im Sinne eines effizienten Ressourceneinsatzes nicht der richtige Weg zum Management der Informationskomplexität gewesen. Es werden somit hohe Anforderungen an die Vermittlung der Handlungsempfehlungen gestellt und gerade hier wird sehr deutlich, wie wichtig eine ursachenbegründete und durchgängige Ableitung von Handlungsempfehlungen ist.

Der Wissenschaft und Praxis wird damit ein Konzept zur Verfügung gestellt, mit dem ein beliebiger wertschöpfender Informationsprozess bezüglich seiner Informationskomplexität bewertet und beeinflusst werden kann.

6.2 Möglichkeiten der Methodik und Forschungsbeitrag der Arbeit

Aus Trends im automobilen Produktentstehungsprozess wurde einleitend ein Bedarf nach Transparenz, Durchgängigkeit und Flexibilität in den Informationsprozessen der Fahrzeugentstehung abgeleitet. Diesen Bedarf zu decken, stellte das Ziel des Forschungsprozesses dar.

Die entwickelte Methodik kann wie nachfolgend beschrieben zur Erreichung dieser Zielstellung eingesetzt werden.

Transparenz in den Entscheidungsprozessen – Der Bedarf nach Transparenz in den Entscheidungsprozessen ergibt sich durch den Konflikt der vielfältigen Interessen und Funktionen innerhalb der Wertschöpfungsnetzwerke. Anhand der Methodik ist es nun möglich, gezielt Einfluss auf diese Transparenz auszuüben. Durch den Indikator der Unschärfe kann eine Bewertung von Entscheidungsmöglichkeiten – und somit der Transparenz der Relationen – vorgenommen werden. Für diesen Indikator wird in der Methodik aufgezeigt, wie er ermittelt und beeinflusst werden kann. Die Methodik kann daher angewendet werden, um konzeptionelle Hinweise zur Erhöhung der Transparenz in Entscheidungsprozessen zu erzeugen.

Formale Durchgängigkeit – Der Bedarf nach einer formalen Durchgängigkeit in den Prozessen ergibt sich durch unterschiedliche Strukturen in Unternehmensnetzwerken. Diese Unterschiede können beispielsweise in der Führung oder den Berichtswegen vorliegen. Eine reine Standardisierung als Lösungsansatz würde hier jedoch nicht ausreichen, da die Möglichkeit zur individuellen inhaltlichen Anpassung gegeben sein muss. Anhand der Methodik ist es nun möglich, detailliert zu analysieren, somit gezielt Standardisierungsmaßnahmen für die Freiheitsgrade und die Unschärfe innerhalb des Informationssystems eingesetzt werden können. Die Methodik kann daher angewendet werden, um konzeptionelle Hinweise zur Erhöhung der formalen Durchgängigkeit mit individueller inhaltlicher Anpassungsmöglichkeit zu erzeugen.

Dynamik und Flexibilität – Dieser Bedarf nach einer dynamischen Betrachtung und flexiblen Reaktionsmöglichkeit ergibt sich dadurch, dass statische Betrachtungen in Unternehmensnetzwerken häufig unzulässig geworden sind. Ein einziger Lösungsweg ist daher oft nicht mehr ausreichend. Dieser Problemlage kann die Methodik durch zwei Aspekte entgegen wirken. Erstens besitzt sie die Fähigkeit, die Veränderlichkeit in Informationssystemen zu analysieren und zu managen. Zweitens kann sie der Problemlage dadurch entgegen wirken, dass sie mehr Transparenz im Prozess erzeugt und hierdurch eine durchgängige Betrachtung ermöglicht wird. Durch diese Transparenz und Durchgängigkeit lassen sich unterschiedliche Alternativen schon frühzeitig bestimmen. Hierdurch können die Abhängigkeiten überblickt und gelenkt werden. Unumgänglich ist hierfür jedoch eine Bewusstseinsänderung bei den Mitarbeitern. Diese müssen lernen, dass dynamische evolutionäre Informationssysteme nur in eine ungefähre Richtung gelenkt und nicht direkt gesteuert werden können. Die Methodik kann daher dazu beitragen, die Dynamik und Flexibilität in den Informationsprozessen der Produktentstehung zu analysieren, gezielt zu beeinflussen und sie zu beherrschen.

Somit ist erstmalig eine theoretisch fundierte, anwendungsorientierte Methodik zur Analyse von Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess entwickelt worden, die es Unternehmen ermöglicht, ihre Informationsprozesse transparenter, durchgängiger und flexibler zu gestalten.

6.3 Grenzen der Methodik und Implikationen für die weitere Forschung

Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Methodik zur Analyse von Informationskomplexität im Produktentstehungsprozess konnte erfolgreich konzipiert und operationalisiert werden. Jedoch sind dieser Methodik durch äußere Rahmenfaktoren Grenzen gesetzt. So bestehen Einschränkungen in der Gültigkeit, der Ursache-Wirkungs-Relationen und der Objektivität in der Anwendung der Methodik. Aufgrund dieser Grenzen wird es nicht möglich sein, ein Instrumentarium zur Analyse von Informationskomplexität zu entwickeln, das stets verifizierbar ist und immer zu vergleichbaren Ergebnissen führt. Durch weitere Forschungsarbeiten könnte es jedoch möglich sein, diese Grenzen ein Stück weit zu versetzen.

Erweiterung der Anzahl an Untersuchungsparametern – Die erste Grenze ergibt sich durch die zugrunde gelegte konstruktivistische Sichtweise, aufgrund dessen die Gültigkeit der Methodik nur für die Erfahrungswelt gelten kann. Daher kann die entwickelte Methodik nicht den Anspruch auf Allgemeingültigkeit aufweisen. Durch weitere Forschungsarbeiten wäre es möglich, zusätzliche Untersuchungsparameter in die Untersuchung einzubeziehen. Hierdurch könnte die Erfahrungswelt vergrößert und somit mehr Erkenntnisse aus der Praxis gewonnen werden.

Einbezug der Wahrnehmungs- und Motivationsforschung in die Methodik – Die zweite Grenze ergibt sich aufgrund des zu Grunde gelegten evolutionären Systemverständnisses. Dieses besagt, dass es sich bei einem komplexen System um ein dynamisches, sich selbst beeinflussendes System handelt. Dieses System ist evolutionär, das bedeutet es beeinflusst sich selber. Für die Methodik bedeutet dies, dass keine alleinigen Ursache-Wirkungsrelationen angenommen werden können. Dies heißt erstens, dass die Ursachen für die Indikatoreausprägungen nie vollständig erfasst werden können. Zweitens bedeutet es, dass die Handlungsmaßnahmen nie vollständig auf ihre Auswirkungen auf Indikatoreausprägungen untersucht werden können. Durch weitere Forschungsarbeiten in den Bereichen der Wahrnehmungs- und Motivationsforschung könnte es jedoch möglich werden, die Wirkung eines Systemzustandes auf die menschliche Informationsverarbeitung besser einzuschätzen. Hierzu wären

in die Methodik zusätzlich die auf S. 37 diskutierten Aspekte der kognitiven Komplexität und der Situationskomplexität einzubeziehen. Jedoch ließen sich durch diese zusätzlichen Forschungsarbeiten die Ursache-Wirkungsrelationen nicht bestimmen, sondern nur besser abschätzen.

Detailierung der Grenzwerte für spezifische Anwendungsfälle – Die dritte Grenze des Forschungsdesigns liegt in dem subjektiven Charakter der Komplexität. Da Komplexität nur subjektiv erfahrbar ist, wird die Methodik stets abhängig sein von dem Anwender und den Probanden. Eine vollständige Objektivität ist nicht möglich, da ansonsten keine Komplexität erfasst werden kann. Durch weitere Forschungsarbeiten kann jedoch versucht werden, die Grenzwerte für die Indikatoren detaillierter und dennoch allgemeingültig festzulegen. Hierdurch könnte es möglich werden, die Durchführung der Komplexitätsermittlung von dem Anwender und den Probanden weniger subjektiv geprägt zu gestalten.

Es ist somit denkbar, die Grenzen, die sich durch die wissenschafts- und systemtheoretischen Ansätze ergeben, durch weitere Forschungsarbeiten zu verschieben. Die vorliegende Methodik zur Analyse von Informationskomplexität kann somit als ein Bezugsrahmen angesehen werden, der durchaus auf weitere Wissenschaftsbereiche ausgeweitet werden kann. Zwar richtet sie sich derzeit primär an die Informationsprozesse in der automobilen Produktentstehung, doch eine Ausweitung der Methodik auf andere Branchen, in denen innerhalb eines sozialen Netzwerkes zielgerichtet Informationsprozesse stattfinden, wäre denkbar. Auch wäre es möglich, sie einzusetzen um geeignete Wissensmanagementansätze zur Unterstützung der Kernprozesse auszuwählen oder um eine Entscheidung für oder gegen eine Softwareeinführung zu treffen.

Der Hauptbeitrag dieser Arbeit ist es jedoch, auf die Bedeutung des Phänomens „Informationskomplexität“ in Unternehmensnetzwerken hinzuweisen und eine Basis dafür zu schaffen, dass die Informationskomplexität der Wissensvermittlung und Wertschöpfung nicht mehr länger im Wege steht.

A Anhang

A.1 Eigenschaften von Information

Tabelle A.1: Unterschiede zwischen materiellen Wirtschaftsgütern und Informationen [PMK98, S. 14 ff.]

Materielles Wirtschaftsgut	Information
Hohe Vervielfältigungskosten	Niedrige Vervielfältigungskosten
Angleichung der Grenzkosten an die Durchschnittskosten	Grenzkosten der (Re-)Produktion nahe Null
Wertverlust durch Gebrauch	Kein Wertverlust durch Gebrauch
Individueller Besitz	Vielfacher Besitz möglich
Wertverlust durch Teilung, begrenzte Teilbarkeit	Kein Werteverlust durch Teilung, fast beliebige Teilbarkeit
Identifikations- und Schutzmöglichkeit	Probleme des Datenschutzes und der Datensicherheit
Logistik oft aufwendig	Logistik einfach
Preis/ Wert im Markt ermittelbar	Preis/ Wert nur schwer bestimmbar
Begrenzte Kombinationsmöglichkeiten	Ansammlung schafft bereits neue Qualitäten, weitgehende Möglichkeiten der Erweiterung und Verdichtung
Theorien und Modelle verfügbar	Theorie- und Modelldefizite
Eingeschränkte Wiederverwendbarkeit	Leichte Wiederverwendbarkeit

A.2 Fragebogenstruktur der Vorstudie

Für die Studie wurde die Methodik des standardisierten Fragebogens gewählt. Dazu wurde im Frühjahr 2009 in Zusammenarbeit mit dem Industrial Engineering ein Fragebogen entwickelt. Hierbei konnte auf erste Gespräche mit IE-Vertretern unterschiedlicher Marken und Standorte zurückgegriffen werden. Der Fragebogen wurde mit den örtlichen Betriebsräten und den zugehörigen Datenschutzkommissionen der teilnehmenden Standorte abgestimmt. Während dieses Abstimmungsprozesses wurden die zuständigen IE-Leiter bereits von dem Vorhaben der Umfrage in Kenntnis gesetzt. Somit konnte Ende September 2009 die Umfrage auf den IE-Leiter Kreisen vorgestellt werden. Der Fragebogen wurde vom 1. bis zum 31. Oktober 2009 online geschaltet. Insgesamt haben 281 der 450 Mitarbeiter aus den europäischen Industrial Engineering Abteilungen an der Umfrage teilgenommen.

Aufgrund einer großen Anzahl an Fragen wurde der Fragebogen aufgeteilt in die Bereiche: „Startseite“, „Profil“, „Informationsflüsse“, „Dokumente“ und „Systeme“. Der Fragebogen enthielt nur geschlossene Entscheidungs- oder Alternativfragen mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten. Im Folgenden werden die Bereiche des Fragebogens beschrieben. Die Abbildung A.1 stellt eine Übersichtsgrafik zu der Fragenstruktur jedes Themenbereiches dar.

Startseite – Der Fragebogen wurde mit einer Startseite begonnen, auf der die Ziele der Umfrage erläutert wurden. Weiterhin wurden hier Angaben zur Anonymität und Freiwilligkeit der Teilnahme, sowie die Kontaktdaten des Erstellers angegeben. Zusätzlich konnte auf dieser Startseite die Landessprache der Umfrage gewählt werden. In dem IE ist es nicht üblich, dass ausschließlich Deutsch oder Englisch als Unternehmenssprache verwendet werden. Daher war die Mehrsprachigkeit des Fragebogens von entscheidender Bedeutung. Durch das Anbieten des Fragebogens in der Landessprache konnten Fehlinterpretationen der Fachbegriffe vermindert werden. Daher wurde der Fragebogen angeboten in den Sprachen: Deutsch, Französisch, Spanisch, Portugiesisch, Ungarisch, Französisch, Polnisch, Slowakisch und Tschechisch. Mittels eines Start-Buttons konnten die Teilnehmer mit der Beantwortung des Fragebogens beginnen.

Profil – Um für die spätere Auswertung ein Profil des Teilnehmers erstellen zu können, wurden ihm vier persönliche Fragen gestellt. Der Teilnehmer wurde erstens gefragt, seit wie vielen Jahren er für seinen Bereich arbeitet. Zweitens wurde er gefragt, ob er in dem Bereich Gesamtfahrzeug oder Komponente arbeitet. Als dritte Frage wurde ihm gestellt, in welcher Organisatorischen Einheiten er arbeitet. Diese Frage musste jedoch soweit anonymisiert werden, dass keine Rückschlüsse auf den einzelnen Teilnehmer möglich waren. Daher wurden hier nur die Antworten „Werk“, „Marke“ oder „Konzern“ zur Auswahl gestellt. In der vierten

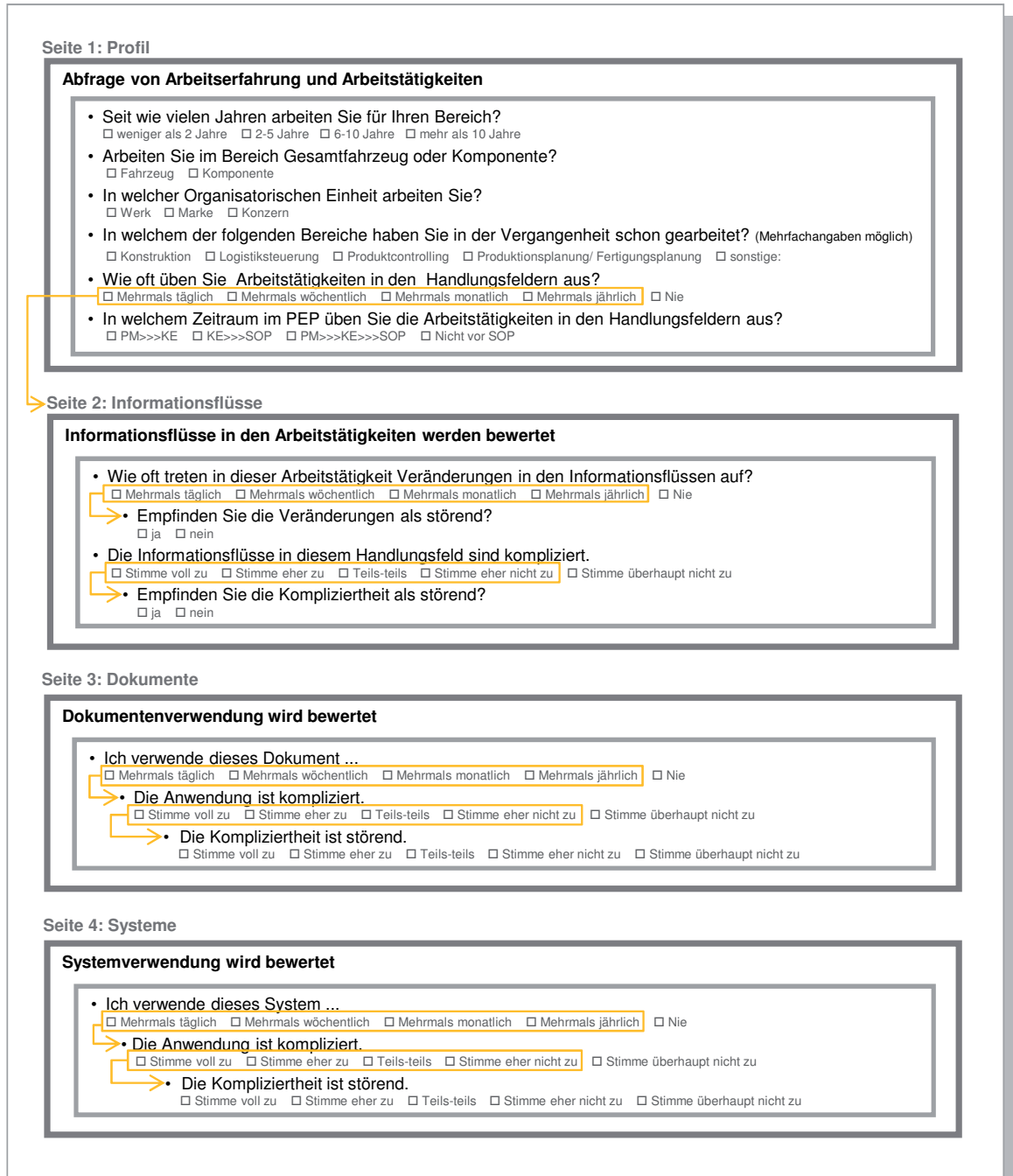


Abbildung A.1: Graphische Darstellung der Fragebogenblöcke

Frage wurde durch eine Mehrfachantwort abgefragt, in welchen Bereichen der Mitarbeiter bereits gearbeitet hat. Möglich waren hierbei die Antworten: Konstruktion, Logistiksteuerung, Produktcontrolling, Produktionsplanung/Fertigungsplanung oder „sonstiger Bereich“. Diese persönlichen Fragen dienten der späteren Analyse, ob das Empfinden der Informationskomplexität eine Abhängigkeit zu diesen Faktoren aufweist. Anschließend wurde der Teilnehmer zu jedem der zehn Handlungsfelder gefragt, wie häufig er dieses ausführt. Mögliche Antworten waren: „mehrmals täglich“, „mehrmals wöchentlich“, „mehrmals monatlich“, „mehrmals jährlich“ oder „nie“. Falls der Mitarbeiter diese Frage mit „nie“ beantwortet hat, wurden ihm in dem Fragebogen keine weiteren Fragen zu dem jeweiligen Handlungsfeld gestellt. Ansonsten folgte eine weitere Frage über den Zeitraum im PEP, in dem er diese Arbeitstätigkeiten ausführt.

Durchführung der Arbeitstätigkeiten – Der Mitarbeiter wurde auf dieser Seite des Fragebogens für jedes vom ihm ausgeführte Handlungsfeld gefragt, ob er dessen Informationsflüsse als kompliziert einstuft. Einer Kompliziertheit konnte er von „voll“ bis „überhaupt nicht“ zustimmen. Falls er mit „überhaupt nicht“ geantwortet hat, kam keine weitere Folgefrage zu der Kompliziertheit in dem jeweiligen Handlungsfeld. Ansonsten wurde er anschließend gefragt, ob er die Kompliziertheit in den Informationsflüssen als störend empfindet. Mit „störend“ war eine Einschränkung in der Ausführung seiner Arbeitstätigkeit gemeint. Die gleichen Fragen wurde dem Teilnehmer auch bezüglich der Veränderlichkeit der Informationsflüsse gestellt.

Anwendung von Dokumenten – Auf dieser Seite des Fragebogens wurde der Teilnehmer nach der Häufigkeit der Anwendung der Hauptdokumente des IE gefragt. Mögliche Antworten waren: „mehrmals täglich“, „mehrmals wöchentlich“, „mehrmals monatlich“, „mehrmals jährlich“ oder „nie“. Falls der Mitarbeiter diese Frage mit „nie“ beantwortet hat, kam keine weitere Folgefrage zu dem jeweiligen Dokument. Ansonsten wurde er anschließend gefragt, ob er die Anwendung des jeweiligen Dokumentes als kompliziert empfindet. Falls er diese Frage mit „überhaupt nicht“ beantwortet hat, kam keine weitere Folgefrage zu dem jeweiligen Dokument. Ansonsten wurde er abschließend gefragt, ob er diese Kompliziertheit der Dokumentenanwendung als störend empfindet.

Anwendung von IT-Systemen – Die Teilnehmer wurden hier zu 21 IT-Systemen des IE gefragt, wie häufig sie diese verwenden. Mögliche Antworten waren: „mehrmals täglich“, „mehrmals wöchentlich“, „mehrmals monatlich“, „mehrmals jährlich“ oder „nie“. Falls der Mitarbeiter diese Frage mit „nie“ beantwortet hat, kam keine weitere Folgefrage zu dem jeweiligen IT-System. Ansonsten wurde er anschließend gefragt, ob er die Anwendung des jeweiligen IT-Systems als kompliziert empfindet. Falls er diese Frage mit „überhaupt nicht“

beantwortet hat, kam keine weitere Folgefrage zu dem jeweiligen IT-System. Ansonsten wurde er anschließend gefragt, ob er diese Kompliziertheit der Systemanwendung als störend empfindet. Der Teilnehmer hatte weiterhin die Möglichkeit zusätzliche IT-Systeme anzugeben, die er in seinen Arbeitstätigkeiten anwendet und diese ebenfalls auf ihre komplizierte Anwendung hin zu beurteilen.

Um aus den Ergebnissen einen Handlungsbedarf abzuleiten, war es notwendig Grenzwerte festzulegen, ab wann ein Handlungsbedarf vorhanden ist. Diese Festlegung erfolgte durch das auf S. 84 vorgestellte Verfahren der Grenzwerte erster und zweiter Priorität. Der Grenzwert für den Handlungsbedarf erster Priorität gibt an, wo sofortige Optimierungsmaßnahmen notwendig sind. Er ergibt sich durch die Gesamtheit aller Mitarbeiter, die einer Störung „voll“ oder „eher“ zugestimmt haben. Hier wurde in der Methodik vorgeschlagen, für die Ermittlung eines konkreten Grenzwertes die durchschnittliche Mitarbeiteranzahl der kleinsten Ebene von Organisatorischen Einheiten in dem Handlungsfeld zu ermitteln und auszurechnen, wie viel Prozent ein Mitarbeiter in dieser Einheit ausmacht. Dieser Wert sollte als Grenzwert eingesetzt werden. In dem vorliegenden Fallbeispiel sind in kleinen Einheiten durchschnittlich zehn Mitarbeiter, daher wurde der Grenzwert erster Priorität bei 10% gesetzt. Der Grenzwert für den Handlungsbedarf zweiter Priorität gibt an, dass hier näher untersucht werden sollte, ob ein Klärungsbedarf notwendig ist. Er ergibt sich durch die Gesamtheit aller Mitarbeiter, die einer Störung „voll“ oder „eher“ oder „teils-teils“ zugestimmt haben. Übersteigt dieser Wert das Dreifache des Grenzwertes erster Ordnung, so ist weiterer Klärungsbedarf vorhanden. Somit beträgt er für das Fallbeispiel 30%.

B Glossar

Anzahl der Informationseinheiten Die „Anzahl der Informationseinheiten“ ist ein → *Komplexitätsindikator*, der gemessen wird anhand der Anzahl der vom Mitarbeiter parallel abzuarbeitenden → *Informationseinheiten*. (Vgl. S. 88)

Bereinigung der Informationseinheiten Die „Bereinigung der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme zur Kontraktion der → *Anzahl an Informationseinheiten* dar. Als Standard-Ansätze können die Dezimierung und die Klassenbildung der → *Informationseinheiten* gesehen werden. (Vgl. S. 111)

Chaos des Informationsgeflechtes Das „Chaos des Informationsgeflechtes“ ist ein → *Komplexitätsindikator*, der durch das zeitliche Veränderungsverhalten von Systemzuständen des → *Informationsgeflechtes* in Bezug auf den → *Kopplungsgrad*, die → *Divergenz* und die → *Unschärfe* bestimmt wird. (Vgl. S. 101)

Daten „Daten“ sind eine Menge an Zeichen, die einer Syntax zugeordnet sind [Krc05, S. 14]. Diese Zeichen müssen in einer zur technikgestützten Darstellung und Verarbeitung geeigneten Form vorliegen [Sch98, S. 24]. (Vgl. S. 12)

Determinieren der Informationseinheiten Das „Determinieren der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme zur Senkung der → *Freiheitsgrade der Informationseinheiten* dar. Als Standard-Ansätze können die Einschränkung von Interpretations- und Ermessensspielräumen gesehen werden. (Vgl. S. 119)

Disziplinieren des Informationsgeflechtes Das „Disziplinieren des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme zur Reduktion der → *Unschärfe des Informationsgeflechtes* dar. Als Standard-Ansätze können die Einschränkung von Handlungsspielräumen, der Abbau von Intransparenz und das Dedizieren von Ressourcen gesehen werden. (Vgl. S. 121)

Divergenz des Informationsgeflechtes Die „Divergenz des Informationsgeflechtes“ ist ein → *Komplexitätsindikator*, der die Vielfalt der Relationen zwischen den → *Informationseinheiten* beschreibt, die mittels Kommunikationspartnern, Dokumenten und

IT-Systemen realisiert werden. Sie wird beschrieben durch gegenläufige Merkmale der Relationen. (Vgl. S. 98)

Diversifizieren der Informationseinheiten Das „Diversifizieren der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme der Förderung der → *Diversität der Informationseinheiten* dar. Als Standard-Ansätze können die Erhöhung der Sprachenvielfalt oder abgestufte Detaillierungsgrade gesehen werden. (Vgl. S. 116)

Diversität der Informationseinheiten Die „Diversität der Informationseinheiten“ ist ein → *Komplexitätsindikator*, der die Vielfalt der → *Informationseinheiten* beschreibt. Er wird gemessen an den markanten Abweichungen ihrer durchschnittlichen formalen und inhaltlichen Strukturen. (Vgl. S. 89)

Dynamik der Informationseinheiten Die „Dynamik der Informationseinheiten“ ist ein → *Komplexitätsindikator*, der das zeitliche Veränderungsverhalten von Systemzuständen der → *Informationseinheiten* in Bezug auf ihre Anzahl, ihre → *Diversität* und ihre → *Freiheitsgrade* kennzeichnet. (Vgl. S. 92)

Dynamisieren der Informationseinheiten Das „Dynamisieren der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme zur Erhöhung der → *Dynamik der Informationseinheiten* dar. Als Standard-Ansätze können die Zeitkompression und Verkürzung, sowie die Wahrung der Aktualität und der Vollständigkeit von Dokumenten gesehen werden. (Vgl. S. 123)

Entkoppeln des Informationsgeflechtes Das „Entkoppeln des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme zur Reduktion des → *Kopplungsgrades des Informationsgeflechtes* dar. Als Standard-Ansätze können die Dekomposition, die Lose Kopplung oder die Konzentration gesehen werden. (Vgl. S. 113)

Erweiterung der Informationseinheiten Die „Erweiterung der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme zur Expansion der → *Anzahl der Informationseinheiten* dar. Als Standard-Ansätze können die Konzepte des Wissensmanagements im Unternehmen und die Bereitstellung von Hintergrundinformationen durch IT-Unterstützung gesehen werden. (Vgl. S. 112)

Freiheitsgrad der Informationseinheiten Der „Freiheitsgrad der Informationseinheiten“ ist ein → *Komplexitätsindikator*, der die Vieldeutigkeit der → *Informationseinheiten* beschreibt. Diese lassen sich durch den Grad der Regeln für die Syntaktik, die Sigmatik und die Semantik des Zeichens beschreiben. (Vgl. S. 90)

Fremdorganisation des Informationsgeflechtes Die „Fremdorganisation des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme zur Reduktion des → *Chaos im Informationsgeflecht* dar. Als Standard-Ansätze können die Einführung detaillierter Regelungen und die Abschaffung von Selbstorganisation gesehen werden. (Vgl. S. 123)

Handlungsbedarf zum Management der Informationskomplexität Der „Handlungsbedarf zum Management der Informationskomplexität“ gibt die Notwendigkeit vor, dass ein → *Komplexitätsindikator* in seiner Ausprägung erhöht oder gesenkt werden sollte, da sich durch die aktuelle Ausprägung des Indikators entweder eine kritische Menge an Mitarbeitern in der Ausübung ihrer Arbeitstätigkeiten gestört fühlen oder sich eine → *Ressourcenverschwendung im Informationsprozess* ergibt. (Vgl. S. 83)

Handlungsempfehlungen Eine „Handlungsempfehlung“ im Rahmen der Methodik zur Analyse von Informationskomplexität zeigt für jeweils einen → *Untersuchungsparameter* Maßnahmen auf, die zu einer Veränderung der Ausprägung eines → *Komplexitätsindikators* führen. Dies soll eine Senkung der → *Ressourcenverschwendung im Informationsprozess* oder der vom Mitarbeiter störend wahrgenommenen → *Komplexität* in den Informationsflüssen bewirken. (Vgl. S. 108)

Handlungsfeld Ein „Handlungsfeld“ im Sinne der Methodik zur Analyse von → *Informationskomplexität* ist eine Auswahl an zusammengehörigen → *Kernprozessen*, die als Dimension zur Lösung des gleichen (Teil-)Problems verstanden werden können. (Vgl. S. 75)

Harmonisieren des Informationsgeflechtes Das „Harmonisieren des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme zur Reduktion der → *Divergenz des Informationsgeflechtes* dar. Als Standard-Ansätze können die Programmierung und Normung der Relationen, sowie der Aufbau einer Unternehmenskultur gesehen werden. (Vgl. S. 117)

Homogenisieren der Informationseinheiten Das „Homogenisieren der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme zur Angleichung der Informationseinheiten untereinander dar, indem die → *Diversität der Informationseinheiten* gesenkt wird. Als Standard-Ansätze können die Programmierung und die Normung der → *Informationseinheiten*, ebenso wie der Aufbau einer Unternehmenskultur gesehen werden. (Vgl. S. 115)

Information „Information“ wird in dieser Arbeit von ihrer formalen Struktur losgelöst im Rahmen des wissensbasierten Informationsbegriffes betrachtet (→ *Informationsbegriff, wissensbasiert*) (Vgl. S. 15)

Informationsbegriff, formal „Informationen“ sind aus der formalen Sichtweise „Zeichenfolgen, die aus einem Zeichenvorrat nach bestimmten Regeln erzeugt werden (Syntax), die eine abstrakte oder gegenständliche Bedeutung haben (Semantik) und die vom Sender bzw. Empfänger der Information in bestimmter Weise inhaltlich gleich interpretiert werden (Pragmatik).“ [Sch98, S. 24] (Vgl. S. 12)

Informationsbegriff, wissensbasiert Aus der wissensbasierten Sichtweise sind „Informationen“ mitgeteilte und aufgenommene Bestandteile des Wissens, die aus der Menge des Gesamtwissens abgeleitet wurden. Sie sollen das persönliche Wissen eines Empfängers erweitern und/ oder aktualisieren, um als Vorbereitung einer Entscheidung oder einer Handlung zu dienen. [Sch98, S. 24; Krc05, S. 16] (Vgl. S. 14)

Informationseinheit Eine „Informationseinheit“ im Rahmen der Methodik zur Analyse von Informationskomplexität ist die kleinste – für die Analyse der Information zulässige – formale Ansammlung an Zeichen im Sinne des → *formalen Informationsbegriffes*. (Vgl. S. 86)

Informationsgeflecht Das „Informationsgeflecht“ beschreibt im Rahmen der Methodik zur Analyse der Informationskomplexität die gepoolten, die sequentiellen und die reziprok läufigen Relationen zwischen den → *Informationseinheiten*, die mittels Kommunikationspartnern, Dokumenten und IT-Systemen realisiert werden. (Vgl. S. 94)

Informationskomplexität Unter „Informationskomplexität“ wird im Rahmen der Analyse der Informationskomplexität das Problem einer zielgerichteten Entscheidung aufgrund der Gesamtheit der Vielfalt, der Vielzahl, der Vieldeutigkeit und der Veränderlichkeit sowohl der Informationseinheiten, als auch der Relationen zwischen den Kommunikationspartnern, den Dokumenten und den IT-Systemen, verstanden. (Vgl. S. 44)

Kernprozess Ein „Kernprozess“ im Sinne der Methodik zur Analyse von → *Informationskomplexität* ist ein Aufgabenkomplex der Planung und Durchführung, der zur Konstruktion und/oder Herstellung eines Fahrzeugs beiträgt. (Vgl. S. 75)

Kommunikation „Kommunikation ist der Austausch von Nachrichten zwischen Menschen zwischen Mensch und Maschine oder zwischen Maschinen.“ [Sch98, S. 24] (Vgl. S. 15)

Komplexität Die „Komplexität“ eines Systems beschreibt das Problem einer zielgerichteten Entscheidung aufgrund der Gesamtheit von → *Systemstruktur* und → *Systemdynamik*. (Vgl. S. 29)

Komplexitätsbedarf Der „Komplexitätsbedarf“ entspricht der Nachfrage an → *Komplexität*. Aus exogener Sicht ergibt sich der Komplexitätsbedarf durch die Umwelt, die gewollten Entwicklungen der Umwelt und die realen und erwünschten Relationen des Unternehmens zur Umwelt. Aus der indogenen Sicht ergibt sich der Komplexitätsbedarf durch die Komplexität der Organisation, ihrer Akteure und den resultierenden Steuerungsbedarf. [Kir03, S. 66] (Vgl. S. 30)

Komplexitätsindikator Ein „Komplexitätsindikator“ beschreibt eine Komponente, anhand derer bestimmt wird, ob ein System die Eigenschaft der Komplexität aufweist. Er stellt jedoch keine absolute Kennzahl für die Komplexität dar, sondern soll dazu dienen, eine Abschätzung der Komplexität in Relation zu Vergleichssystemen oder zu unterschiedlichen Systemzuständen zu ermöglichen. (Vgl. S. 71)

Komplexitätspotential Das „Komplexitätspotential“ entspricht dem Angebot an → *Komplexität*. Es ergibt sich aus der Anzahl an Strukturalternativen, den Verhaltensmöglichkeiten und den Anpassungsmöglichkeiten, sowie der Verfügbarkeit von Ressourcen, Daten und Informationen. Weiterhin wird das Komplexitätspotential durch die Kompetenz, Komplexität zu bewältigen, bestimmt. [Kir03, S. 66] (Vgl. S. 30)

Konfrontieren des Informationsgeflechtes Das „Konfrontieren des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme der Erhöhung der → *Divergenz des Informationsgeflechtes* dar. Als Standard-Ansätze können die Reduktion vorprogrammierter Relationen oder die Erhöhung der Interdisziplinarität gesehen werden. (Vgl. S. 118)

Koppeln des Informationsgeflechtes Das „Koppeln des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme zur Erhöhung des → *Kopplungsgrades des Informationsgeflechtes* dar. Als Standard-Ansätze können die Komposition von Funktionen, engere Abstimmungsprozesse oder die Schaffung von Kommunikationskreisläufen gesehen werden. (Vgl. S. 114)

Kopplungsgrad des Informationsgeflechtes Der „Kopplungsgrad des Informationsgeflechtes“ ist ein → *Komplexitätsindikator*, der die Anzahl und die Stärke der gepoolten, der sequentiellen und der reziprok läufigen Relationen innerhalb des → *Informationsgeflechtes* beschreibt. (Vgl. S. 96)

Liberalisieren des Informationsgeflechtes Das „Liberalisieren des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme der Erhöhung der → *Unschärfe des Informationsgeflechtes* dar. Als Standard-Ansätze können die Aufweitung von Handlungsspielräumen und der Abbau von Intransparenz gesehen werden. (Vgl. S. 121)

Nachrichten „Nachrichten sind Informationen in einer zur Weitergabe oder Übertragung geeigneten Form.“ [Sch98, S. 24] (Vgl. S. 15)

Selbstorganisation des Informationsgeflechtes Die „Selbstorganisation des Informationsgeflechtes“ stellt eine Maßnahme zur Erhöhung des → *Chaos im Informationsgeflecht* dar. Als Standard-Ansatz kann die Autonomisierung von Systemteilen gesehen werden. (Vgl. S. 124)

Systemdynamik Die „Systemdynamik“ ergibt sich aus der Veränderlichkeit der Wirkungsverläufe zwischen den Elementen des Systems im Zeitablauf. (Vgl. S. 29)

Systemstruktur Die „Systemstruktur“ bestimmt die Kompliziertheit des Systems. Sie ergibt sich aus der Vielfalt von Verhaltensmöglichkeiten aufgrund der Anzahl und Vielfalt der Elemente und Relationen. (Vgl. S. 29)

Unschärfe des Informationsgeflechtes Die „Unschärfe des Informationsgeflechtes“ ist ein → *Komplexitätsindikator*, der die Vieldeutigkeit der Relationen zwischen den → *Informationseinheiten* beschreibt, die mittels Kommunikationspartnern, Dokumenten und IT-Systemen realisiert werden. (Vgl. S. 99)

Untersuchungsparameter Die „Untersuchungsparameter“ des Handlungsfeldes grenzen die in der Komplexitätsanalyse einzubeziehenden Einflussfaktoren auf das Informationssystem ein. Sie bilden somit eine Auswahl an zu betrachtenden Teilsystemen, die im Rahmen der Untersuchung analysiert und beeinflusst werden. Die abgeleiteten Handlungsempfehlungen besitzen somit nur für die Teilsysteme Gültigkeit. (Vgl. S. 77)

Ursache einer Indikatorausprägung Die „Ursache einer Indikatorausprägung“ ist eine Teilmenge von einer Vielzahl an Ereignissen oder Zuständen, die gemeinsam einen → *Komplexitätsindikator* in seiner Ausprägung beeinflussen. (Vgl. S. 102)

Variieren der Informationseinheiten Das „Variieren der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme der Förderung der → *Freiheitsgrade der Informationseinheiten* dar. Als Standard-Ansätze können die Erhöhung von Interpretations- und Ermessensspielräumen gesehen werden. (Vgl. S. 120)

Ressourcenverschwendung im Informationsprozess Die „Ressourcenverschwendung im Informationsprozess“ ist ein Verbrauch von den begrenzten Ressourcen des Informationsprozesses, der nicht direkt oder indirekt zu der Erfüllung der Kundenanforderungen beiträgt. (Vgl. S. 85)

Verstetigen der Informationseinheiten Das „Verstetigen der Informationseinheiten“ stellt eine Maßnahme zur Reduktion der \rightarrow *Dynamik der Informationseinheiten* dar. Als Standard-Ansätze können der Einsatz von „Ruhezeiten“ oder die Gegenwirkung zur Orientierungslosigkeit gesehen werden. (Vgl. S. 122)

Wissen „Wissen kann man dabei als die Gesamtheit der Kenntnisse in einem bestimmten Bereich definieren.“ [Sch98, S. 24] (Vgl. S. 14)

Abbildungsverzeichnis

1.1	Wertschöpfungsnetzwerke in der Automobilentwicklung	2
1.2	Forschungsprozess und Aufbau der Arbeit	8
2.1	Beziehungen zwischen den Ebenen des formalen Informationsbegriffes . . .	13
2.2	Übersicht der Semiotik	14
2.3	Phasen der Kommunikation	16
2.4	Schema eines Informationsproduktionsprozesses	18
2.5	Kern- und Unterstützungsprozesse in der Produktentstehung	20
2.6	Technologisches Gesamtmodell	22
2.7	Darstellung der vier grundlegenden Systemtypen bezüglich ihrer Komplexität	28
2.8	Unsicherheit durch eine Komplexität im Kommunikationsprozess zwischen zwei Personen	35
2.9	Auswirkungen der endogenen und exogenen Faktoren auf das Informations- verarbeitungs-niveau und die Unsicherheit einer Person	36
2.10	Das Grundprinzip der Komplexitätsfalle, dargestellt in einem kybernetischen Modell	40
2.11	Übersicht der thematischen Eingrenzung	44
3.1	Anforderungen an eine Methodik zur Analyse von Informationskomplexität im PEP	46
3.2	Mögliche Tools zur Messung von Informationskomplexität im PEP	47
3.3	Das mehrdimensionale Konzept der Komplexitätsfaktoren	50
3.4	Mögliche Tools für den Einsatz zum Management von Informationskomple- xität im PEP	55
3.5	Tuning-Instrumente des mehrdimensionalen Komplexitätskonzeptes	63
3.6	Skizze der Forschungslücke	66
4.1	Übertragung der Herangehensweise auf das Ziel der Methodik	71
4.2	Übersicht der Methodik zur Untersuchung von Informationskomplexität im PEP	73
4.3	Ableitung und Priorisierung der Handlungsfelder	74

4.4	Übersicht der Untersuchungsparameter	80
4.5	Indikatoren zur Bestimmung der Komplexität von Informationseinheiten . .	87
4.6	Deutungsmöglichkeiten des Betrachters bezüglich der Zeichen einer Infor- mationseinheit	91
4.7	Indikatoren zur Bestimmung der Komplexität eines Informationsgeflechtes .	95
4.8	Übersicht zur Ableitung von Ursachen der Informationskomplexität	104
4.9	Allgemeine Strategien zur Beeinflussung der Rahmenbedingungen eines komplexen, sich evolutionär verändernden Informationssystems	110
5.1	Übersicht des Forschungsprojektes	126
5.2	Übersicht der Methodikanwendung im Fallbeispiel	127
5.3	Handlungsfelder und Kommunikationspartner des im Fallbeispiel untersuch- ten Industrial Engineering Netzwerkes	130
5.4	Übersicht des eingegrenzten Untersuchungsrahmens im Fallbeispiel	132
5.5	Übersicht der abgeleiteten Anforderungen für das Handlungsfeld	136
5.6	Übersicht der für das Fallbeispiel ermittelten Ausprägungen der Komplexi- tätsindikatoren	138
5.7	Beschreibung des Problemfeldes der hohen Anzahl an Informationseinhei- ten, sowie Ableitung der Handlungsempfehlungen zur Senkung und an- schließenden Beherrschung der Indikatorausprägung	142
5.8	Beschreibung des Problemfeldes der hohen Diversität der Sprachenverwen- dung, sowie Ableitung der Handlungsempfehlungen zur Senkung und Be- herrschung der Indikatorausprägung	145
5.9	Beschreibung des Problemfeldes der hohen Diversität der Detaillierungsgra- de, sowie Ableitung der Handlungsempfehlungen zur Senkung der Indika- torausprägung	148
5.10	Beschreibung des Problemfeldes der hohen Dynamik der Informationsein- heiten, sowie Ableitung der Handlungsempfehlungen zur Senkung und an- schließenden Beherrschung der Indikatorausprägung	151
A.1	Graphische Darstellung der Fragebogenblöcke	161

Tabellenverzeichnis

4.1	Indikator der Anzahl von Informationseinheiten	88
4.2	Indikatoren der Diversität von Informationseinheiten	89
4.3	Indikatoren der Freiheitsgrade von Informationseinheiten	91
4.4	Indikatoren des Kopplungsgrades eines Informationsgeflechtes	97
4.5	Indikator der Divergenz eines Informationsgeflechtes	99
4.6	Indikatoren der Unschärfe eines Informationsgeflechtes	100
A.1	Unterschiede zwischen materiellen Wirtschaftsgütern und Informationen . .	159

Literaturverzeichnis

- [AJ98] ADAM, Dietrich ; JOHANNWILLE, Ulrich: Komplexitätsfalle. In: ADAM, Dietrich (Hrsg.): *Komplexitätsmanagement* Bd. 61. Wiesbaden : Gabler, 1998, S. 5–28
- [Ame04] AMELN, Falko von: *Konstruktivismus: Die Grundlagen systemischer Therapie, Beratung und Bildungsarbeit*. Tübingen, Basel : Francke, 2004
- [Ant89] ANTON, Waldemar-Fred: *Gesprächsführung in Verkaufsgesprächen unter dem besonderen Aspekt der Beratung*. Lüneburg, Univ., Diss., 1989
- [AR95] ADAM, Dietrich ; ROLLBERG, Roland: Komplexitätskosten. In: *DBW 55* (1995), Nr. 5, S. 667–670
- [Ash74] ASHBY, William R.: *Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft*. Bd. 34: *Einführung in die Kybernetik*. 1. Aufl. Frankfurt am Main : Suhrkamp, 1974
- [Bah02] BAHKE, Torsten: *Normen und Wettbewerb*. Berlin, Wien, Zürich : Beuth, 2002
- [Bal93] BALLWIESER, Wolfgang: *Unternehmensbewertung und Komplexitätsreduktion*. 3., überarb. Neuaufl., Nachdr. Wiesbaden : Gabler, 1993
- [Ban07] BANDTE, Henning: *Komplexität in Organisationen: Organisationstheoretische Betrachtungen und agentenbasierte Simulation: Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 2006*. 1. Auflage. Wiesbaden : Dt. Univ.-Verl., 2007 (Gabler Edition Wissenschaft)
- [Bau08] BAUER, Nikolaus: Die Fabrik von heute für das Auto von morgen. In: BAUMGARTEN, Helmut (Hrsg.): *Das Beste der Logistik*. Berlin, Heidelberg : Springer, 2008, S. 257–266
- [BB07] BERTSCHE, Bernd (Hrsg.) ; BULLINGER, Hans-Jörg (Hrsg.): *Entwicklung und Erprobung innovativer Produkte - Rapid Prototyping: Grundlagen, Rahmenbedingungen und Realisierung*. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 2007
- [BD77] BUDÄUS, Dietrich ; DOBLER, Christian: Theoretische Konzepte und Kriterien zur Beurteilung der Effektivität von Organisationen. In: *Management International Review* 17 (1977), Nr. 3, S. 61–75
- [Bec06] BECKER, Helmut: *Phänomen Toyota: Erfolgsfaktor Ethik*. Berlin, Heidelberg : Springer, 2006
- [Bec07] BECKER, Helmut: *Auf Crashkurs: Automobilindustrie im globalen Verdrängungswettbewerb*. 2., aktualisierte Aufl. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 2007

- [Bec08] BECKER, Torsten: *Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren*. 2., neu bearb. und erw. Aufl. Berlin, Heidelberg : Springer, 2008
- [Ben88] BENNETT, Charles H.: Logical Depth and Physical Complexity. In: HERKEN, Rolf (Hrsg.): *The Universal Turing Machine*. Berlin : Oxford University Press, 1988, S. 227–257
- [Ber75] BERTHEL, Jürgen: Information. In: GROCHLA, Erwin (Hrsg.) ; WITTMANN, Waldemar (Hrsg.): *Handwörterbuch der Betriebswirtschaft*. Stuttgart: : Schäffer-Poeschel, 1975, S. 1866–1874
- [BK06] BÖHMANN, Tilo ; KRCMAR, Helmut: Modulare Servicearchitekturen. In: BULLINGER, Hans-Jörg (Hrsg.) ; SCHEER, August-Wilhelm (Hrsg.): *Service Engineering*. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 2006, S. 377–401
- [BKB10] BRUCH, Heike ; KUNZE, Florian ; BÖHM, Stephan: *Generationen erfolgreich führen: Konzepte und Praxiserfahrungen zum Management des demographischen Wandels*. Wiesbaden : Gabler, 2010
- [BKI06] BEIERLE, Christoph ; KERN-ISBERNER, Gabriele: *Methoden wissensbasierter Systeme: Grundlagen – Algorithmen – Anwendungen*. 3., erw. Aufl. Wiesbaden : Vieweg, 2006
- [BL09] BERGMANN, Lars ; LACKER, Michael: Denken in Wertschöpfung und Verschwendung. In: DOMBROWSKI, Uwe (Hrsg.) ; HERRMANN, Christoph (Hrsg.) ; LACKER, Thomas (Hrsg.) ; SONNENTAG, Sabine (Hrsg.): *Modernisierung kleiner und mittlerer Unternehmen*. Berlin, Heidelberg : Springer, 2009, S. 161–168
- [Bli00] BLISS, Christoph: *Management von Komplexität: Ein integrierter, systemtheoretischer Ansatz zur Komplexitätsreduktion: Zugl.: Münster (Westfalen), Univ., Diss., 1998*. Wiesbaden : Gabler, 2000 (Schriftenreihe Unternehmensführung und Marketing ; Bd. 35)
- [Bän86] BÄNSCH, Axel: *Käuferverhalten*. 3., erw. Aufl. München, Wien : Oldenbourg, 1986 (Oldenburgs Studienlehrbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften)
- [Boh98] BOHNE, Fabian: *Komplexitätskostenmanagement in der Automobilindustrie: Identifizierung und Gestaltung vielfaltsinduzierter Kosten: Zugl.: Augsburg, Univ., Diss., 1998*. Wiesbaden : Gabler, 1998 (Gabler Edition Wissenschaft)
- [Bos93] BOSSELMANN, Eckhard H.: *Veröffentlichungen des Seminars für Versicherungslehre der Universität Frankfurt am Main*. Bd. 6: *Versicherungsmakler und deregulierte Versicherungsmärkte: Zugl.: Frankfurt (Main), Univ., Diss., 1993*. Karlsruhe : VVW, 1993
- [BR98] BECKER, Jörg ; ROSEMAN, Michael: Informationsmanagement – ein Beitrag zur Beherrschung von Komplexität? In: ADAM, Dietrich (Hrsg.): *Komplexitätsmanagement* Bd. 61. Wiesbaden : Gabler, 1998, S. 111–124

- [Bra06] BRAESS, Hans-Hermann: *Von klassischer Automobilentwicklung zur virtuellen Produktentstehung - Was wurde erreicht, was ist zu tun?* Stuttgart, 14. und 15. März 2006
- [Bro30] BRONNER, Rolf: Komplexität. In: FRESE, Erich (Hrsg.): *Handwörterbuch der Organisation* Bd. 2. Stuttgart : Schaeffer-Poeschel, 1992, S. 1121-1130
- [Cam89] CAMP, Robert C.: *Benchmarking: The Search for Industry Best Practices That Lead to Superior Performance*. Milwaukee, Wisconsin : Quality Press, 1989
- [Cha74] CHAITIN, Gregory J.: Information theoretic computational complexity. In: CHAITIN, Gregory J. (Hrsg.): *Information, Randomness & Incompleteness*. 1974, S. 29–38
- [Cor02] CORNET, Andreas: *Plattformkonzepte in der Automobilentwicklung: Zugl.: Vallengard, Wiss. Hochsch. für Unternehmensführung Koblenz, Diss., 2000*. Wiesbaden : Dt. Univ.-Verl., 2002 (Gabler Edition Wissenschaft)
- [Die04] DIEDERICH, Henner: *DSOR Beiträge zur Wirtschaftsinformatik. Bd. 3: Komplexitätsreduktion in der Softwareentwicklung: Ein systemtheoretischer Ansatz: Zugl.: Paderborn, Univ., Diss., 2004*. Norderstedt : Books on Demand GmbH, 2004
- [Dil78] DILLER, Herrmann: Verbesserungsmöglichkeiten der Verbraucherinformation durch Berücksichtigung verhaltenstheoretischer Erkenntnisse. In: *Journal of Consumer Policy* (1978), Nr. 1, S. 24–41
- [Dör03] DÖRNER, Dietrich: *Die Logik des Misslingens: Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Erw. Neuausg. Reinbeck bei Hamburg : Rowohlt-Taschenbuch-Verl., 2003
- [Dyl02] DYLA, Andreas: *Modell einer durchgängig rechnerbasierten Produktentwicklung*. München, Techn. Univ. München, Diss., 2002
- [Ede94] EDELMANN, Walter: *Lernpsychologie: eine Einführung*. 4., überarb. Aufl. Weinheim : Beltz, Psychologie-Verl.-Union, 1994
- [Ehr07] EHRENSPIEL, Klaus: *Integrierte Produktentwicklung: Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit*. 3., aktualisierte Aufl. München, Wien : Hanser, 2007
- [ES05] EVERSHEIM, Walter ; SCHUH, Günther: *Integrierte Produkt- und Prozessgestaltung*. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 2005
- [ES09] EIGNER, Martin ; STELZER, Ralph: *Product Lifecycle Management: Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management*. 2., neu bearb. Aufl. Berlin, Heidelberg : Springer, 2009
- [ESC88] EVERSHEIM, Walter ; SCHUH, Günther ; CAESAR, Christoph: Variantenvielfalt in der Serienproduktion – Ursachen und Lösungsansätze. In: *VDI-Z: Integrierte Produktion* 130 (1988), Nr. 12, S. 45–49

- [Fis90] FISCH, Rudolf (Hrsg.): *Vom Umgang mit Komplexität in Organisationen: Konzepte, Fallbeispiele, Strategien*. Konstanz : Univ.-Verl., 1990
- [FKD03] FLEISCH, Elgar ; KICKUTH, Michael ; DIERKS, Markus: Ubiquitous Computing: Auswirkungen auf die Industrie. In: *Industrie Management* 6 (2003), Nr. 19, S. 29–31
- [FR95] FLÜCKIGER, Markus ; RAUTERBERG, Matthias: *Komplexität und Messung von Komplexität*. 1995
- [Fre01] FREISLEBEN, Dörte: *Gestaltung und Optimierung von Produktentwicklungsprozessen mit einem wissensbasierten Vorgehensmodell*. Magdeburg, Otto-von-Guericke-Univ., Diss., 2001
- [Fre05] FRESE, Erich: *Grundlagen der Organisation: Entscheidungsorientiertes Konzept der Organisationsgestaltung*. 9., vollst. überarb. Aufl. Wiesbaden : Gabler, 2005
- [Fri90] FRIEDRICHS, Jürgen: *WV-Studium*. Bd. 28: *Methoden empirischer Sozialforschung*. 14. Aufl. Opladen : Westdt. Verl., 1990
- [FW90] FISCH, Rudolf ; WOLF, Michael F.: Die Handhabung von Komplexität beim Problemlösen und Entscheiden. In: FISCH, Rudolf (Hrsg.): *Vom Umgang mit Komplexität in Organisationen*. Konstanz : Univ.-Verl., 1990, S. 11–39
- [GB03] GABRIEL, Roland ; BEIER, Dirk: *Informationsmanagement in Organisationen*. Stuttgart : Kohlhammer, 2003
- [Gec02] GECKLER, Dieter: *Innovationen der Fabrikplanung und -organisation*. Bd. 9: *Änderungsschleifen in Fahrzeugprojekten: Simulation - Projektmanagement - Prozessgestaltung: Zugl.: Clausthal, Techn. Univ., Diss., 2002*. Aachen : Shaker, 2002
- [Ger98] GERHARD, Edmund: *Kontakt & Studium*. Bd. 51: *Entwickeln und Konstruieren mit System: Ein Handbuch für Praxis und Lehre*. 3., vollst. neubearb. und erg. Aufl. Renningen-Malmsheim : Expert-Verl., 1998
- [GHKS06] GAUSEMEIER, Jürgen ; HAHN, Axel ; KESPOHL, Hans D. ; SEIFERT, Lars: *Vernetzte Produktentwicklung: Der erfolgreiche Weg zum Global Engineering Networking*. München, Wien : Hanser, 2006
- [GM95] GELL-MANN, Murray: *Das Quark und der Jaguar: vom Einfachen zum Komplexen - die Suche nach einer neuen Erklärung der Welt: Aus dem Amerikan. von Inge Leipold*. 3. Aufl. München, Zürich : Piper, 1995
- [Gom81] GOMEZ, Peter: *Schriftenreihe des Management-Zentrums S[ank]t Gallen*. Bd. 2: *Modelle und Methoden des systemorientierten Managements: eine Einführung*. Bern, Stuttgart : Haupt, 1981
- [GP95] GOMEZ, Peter ; PROBST, Gilbert: *Die Praxis des ganzheitlichen Problemlösens*. Bern, Stuttgart, Wien : Haupt, 1995

- [GSSW07] GARCIA SANZ, Francisco J. (Hrsg.) ; SEMMLER, Klaus (Hrsg.) ; WALTHER, Johannes (Hrsg.): *Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz: Effiziente und flexible supply chains erfolgreich gestalten*. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 2007
- [Gut83] GUTENBERG, Erich: *Enzyklopädie der Rechts- und Staatswissenschaft : Abteilung Staatswissenschaft*. Bd. 1: *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre: Die Produktion*. 24., unveränd. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 1983
- [Gv99] GLASERSFELD VON, Ernst: Radikaler Konstruktivismus oder die Konstruktion des Wissens. In: WATZLAWICK, Paul (Hrsg.) ; NARDONE, Giorgio (Hrsg.): *Kurzzeittherapie und Wirklichkeit*. München, Zürich : Piper, 1999
- [Hem09] HEMP, Paul: Das Recht auf Ruhe. In: *Harvard Business Manager* (Dezember 2009), S. 98–108
- [Hen07] HENSEL, Jutta: *Netzwerkmanagement in der Automobilindustrie: Erfolgsfaktoren und Gestaltungsfelder: Zugl.: München, Techn. Univ., Diss., 2007*. Wiesbaden : Dt. Univ.-Verl., 2007 (Gabler Edition Wissenschaft : Markt- und Unternehmensentwicklung)
- [Hög95] HÖGE, Robert: *Organisatorische Segmentierung: Ein Instrument zur Komplexitätshandhabung: Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss., 1995*. Wiesbaden : Dt. Univ.-Verl., 1995
- [HK03] HOMBURG, Christian ; KROH, Harley: *Marketingmanagement: Strategie - Instrumente - Umsetzung - Unternehmensführung*. 1. Wiesbaden : Gabler, 2003
- [HMS04] HASENPUSCH, Jürgen ; MOOS, Christoph ; SCHWELLBACH, Uwe: Komplexität als Aktionsfeld industrieller Unternehmen. In: MAIER, Frank (Hrsg.): *Komplexität und Dynamik als Herausforderung für das Management*. Wiesbaden : Dt. Univ.-Verl., 2004 (Gabler Edition Wissenschaft), S. 131–154
- [Hof85] HOFACKER, Thomas: *Entscheidung als Informationsverarbeitung: eine empirische Untersuchung zur Produktentscheidung von Konsumenten: Zugl.: Frankfurt (Main), Univ., Diss., 1984*. Frankfurt am Main, Bern, New York : Lang, 1985
- [Hüs06] HÜSSELMANN, Claus: Personalbedarfsplanung als Produkt werkzeuggestützter Geschäftsprozessoptimierung: Stellenbewertung und -bemessung am Beispiel Public Sector. In: KRUPPKE, Helmut (Hrsg.) ; OTTO, Manfred (Hrsg.) ; GONTARD, Maximilian (Hrsg.): *Human Capital Management*. Berlin, Heidelberg : Springer, 2006, S. 115–140
- [Hub08] HUBERT, Martin: *Wie das Gehirn die Welt überwindet*. 28.12.2008 (Wissenschaft im Brennpunkt - Neuronen und Nirwana)
- [HW04] HAB, Gerhard ; WAGNER, Reinhard: *Projektmanagement in der Automobilindustrie: Effizientes Management von Fahrzeugprojekten entlang der Wertschöpfungskette*. 2., überarb. Aufl. Wiesbaden : Gabler, 2004

- [Kat83] KATZ, Reinhard: *Schriftenreihe Unternehmensführung und Marketing*. Bd. 17: *Informationsquellen der Konsumenten: Eine Analyse der Divergenzen zwischen der Beurteilung und Nutzung: Zugl.: Münster (Westfalen), Univ., Diss., 1982*. Wiesbaden : Gabler, 1983
- [Kel94] KELLY, Kevin: *Out of control: the new biology of machines, social systems and the economic world*. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1994
- [Ker92] KERN, Werner: *Industrielle Produktionswirtschaft*. 5., durchges. und aktualisierte Aufl. Stuttgart : Poeschel, 1992
- [KH79] KUPSCH, Peter ; HUFSCHMIED, Peter: Wahrgenommens Risiko und Komplexität der Beurteilungssituation als Determinanten der Qualitätsbeurteilung. In: MEFFERT, Heribert (Hrsg.) ; STEFFENHAGEN, Hartwig (Hrsg.) ; FRETER, Hermann W. (Hrsg.) ; BRUHN, Manfred (Hrsg.): *Konsumentenverhalten und Information*. Wiesbaden : Gabler, 1979, S. 225–257
- [Küh06] KÜHN, Wolfgang: *Digitale Fabrik: Fabriksimulation für Produktionsplaner*. München, Wien : Hanser, 2006
- [Kir03] KIRCHHOF, Robert: *Ganzheitliches Komplexitätsmanagement: Grundlagen und Methodik des Umgangs mit Komplexität im Unternehmen*. Wiesbaden : Dt. Univ.-Verl., 2003 (Gabler Edition Wissenschaft : Beiträge zur Produktionswirtschaft)
- [Klu10] KLUG, Florian: *Logistikmanagement in der Automobilindustrie: Grundlagen der Logistik im Automobilbau: Geleitwort von Jürgen Wels*. Berlin, Heidelberg : Springer, 2010
- [KR92] KROEBER-RIEL, Werner: *Konsumentenverhalten*. 5., überarb. und erg. Aufl. München : Vahlen, 1992 (Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften)
- [KR05] KAUFMAN, Leonard ; ROUSSEEUW, Peter J.: *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. Wiley-Interscience, 2005 (Wiley Series in Probability and Statistics)
- [Krc05] KRCMAR, Helmut: *Informationsmanagement*. 4., überarb. und erw. Aufl. Berlin, Heidelberg : Springer, 2005
- [KSK⁺94] KLUGE, Jürgen ; STEIN, Lothar ; KRUBASIK, Edward ; BEYER, Ingo ; DÜSEDAU, Dieter ; HUHN, Wolfgang: *Wachstum durch Verzicht: schneller Wandel zur Weltklasse: Vorbild Elektronikindustrie*. Stuttgart : Schaeffer-Poeschel, 1994
- [Lar09] LARISCH, Dirk: *Praxisbuch VMware Server 2: Das praxisorientierte Nachschlagewerk zu VMware*. 2., überarb. Aufl. München : Hanser, 2009
- [LC04] LEUF, Bo ; CUNNINGHAM, Ward: *The Wiki way: quick collaboration on the Web*. Boston, San Francisco, New York u.a. : Addison-Wesley, 2004

- [Löd95] LÖDEL, Dieter: *Produktberatung in einem Angebotssystem unter besonderer Berücksichtigung der Kundentypologie*. Erlangen, Nürnberg, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Diss., 1995
- [Lev67] LEVITT, Theodore: Communications and industrial selling. In: *Journal of Marketing* (April 1967), Nr. 31, S. 15–21
- [LF97] LUCZAK, Holger ; FRICKER, Achim: Komplexitätsmanagement - ein Mittel der strategischen Unternehmensgestaltung. In: SCHUH, Günther (Hrsg.) ; WIENDAHL, Hans-Peter (Hrsg.): *Komplexität und Agilität - Steckt die Produktion in der Sackgasse?* Berlin, Heidelberg, New York u.a. : Springer, 1997, S. 310–323
- [LK97] LAMM, Karl ; KAISER, Marion: *Industrial engineering: Basiswissen, Methodik, Anwendungen*. Karlsfeld : Informationszentrum für Technik und Betriebswirtschaft, 1997
- [Luh68] LUHMANN, Niklas: *Soziale Forschung und Praxis*. Bd. 25: *Zweckbegriff und Systemrationalität: Über die Funktion von Zwecken in sozialen Systemen*. Tübingen : Mohr (Siebeck), 1968
- [Luh80] LUHMANN, Niklas: Komplexität. In: GROCHLA, Erwin (Hrsg.): *Handwörterbuch der Organisation* Bd. 2. Stuttgart : Poeschel, 1980, S. 1064–1070
- [Mal89] MALIK, Fredmund: *Schriftenreihe Unternehmung und Unternehmungsführung*. Bd. 12: *Strategie des Managements komplexer Systeme: ein Beitrag zur Management Kybernetik evolutionärer Systeme: Zugl.: St. Gallen, Univ., Habil.-Schr., 1977*. 3. Aufl. Bern, Stuttgart : Haupt, 1989
- [May07] MAYER, Axel: *Modularisierung der Logistik: Ein Gestaltungsmodell zum Management von Komplexität in der industriellen Logistik: Zugl.: Berlin, Techn. Univ., Diss., 2007*. Berlin : Univ.-Verl. der TU, Univ.-Bibliothek, 2007
- [Mef00] MEFFERT, Heribert: *Marketing: Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung: Konzepte, Instrumente, Praxisbeispiele*. 9. Aufl. Wiesbaden, 2000
- [Mey99] MEYER, Jörn-Axel: *Visualisierung von Informationen: Verhaltenswissenschaftliche Grundregeln für das Management*. Wiesbaden : Gabler, 1999
- [MG81] MCCANN, Joseph ; GALBRAITH, Jay R.: Interdepartmental relations. In: NYSTROM, Paul C. (Hrsg.) ; STARBUCK, William H. (Hrsg.): *Handbook of organizational design* Bd. 2. London, Glasgow, New York u.a. : Oxford University Press, 1981, S. 60–84
- [MH77] MAY, Frederick E. ; HOMANS, Richard E.: Evoked Set Size and the Level of Information Processing in Product Comprehension and Choice Criteria. In: *Advances in Consumer Research* 4 (1977), Nr. 1, S. 172–175
- [MHH78] MAYNTZ, Renate ; HOLM, Kurt ; HÜBNER, Peter: *Einführung in die Methoden der empirischen Soziologie*. 5. Aufl. Opladen : Westdeutscher Verlag, 1978

- [Mil67] MILLER, George A.: The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. In: ALEXIS, Marcus (Hrsg.); WILSON, Charles Z. (Hrsg.): *Organizational decision making*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall, 1967, S. 107–121
- [MJT04] MICHEL, Rudolf ; JANDT, Jürgen ; TORSPECKEN, Hans-Dieter: *Neuere Formen der Kostenrechnung mit Prozesskostenrechnung*. 5., überarb. und erw. Aufl. München, Wien : Hanser, 2004
- [MS09] MAEDER, Joachim ; SCHMIDT, Rainer: Perlenkette versus späte Taufe. In: *IT&Production* (2009), Nr. 4, S. 46–48
- [NB96] NALEBUFF, Bary J. ; BRANDENBURGER, Adam M.: *Coopetition - kooperativ konkurrieren: Mit der Spieltheorie zum Unternehmenserfolg: Aus dem Engl. von Hartmut J. H. Rastalsky*. 2., vollst. überarb. Aufl. Frankfurt am Main, New York : Campus-Verl., 1996
- [Nør94] NØRRETRANDERS, Tor: *Spüre die Welt, die Wissenschaft des Bewusstseins: Deutsch von Alken Bruns*. Reinbek bei Hamburg : Rowolth, 1994
- [NP87] NICOLIS, Grégoire ; PRIGOGINE, Ilya: *Die Beherrschung des Komplexen*. Bd. 1: *Die Erforschung des Komplexen: Auf dem Weg zu einem neuen Verständnis der Naturwissenschaften*. München, Zürich : Piper, 1987
- [ONW09] OPHIR, Eyal ; NASS, Clifford ; WAGNER, Anthony D.: Cognitive control in media multitaskers. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 37 (2009), Nr. 106, S. 15583–15587
- [Oph05] OPHEY, Lothar: *Entwicklungsmanagement: Methoden in der Produktentwicklung*. Berlin, Heidelberg : Springer, 2005
- [PBF05] PAHL, Gerhard ; BEITZ, Wolfgang ; FELDHUSEN, Jörg ; GROTE, Karl-Heinrich: *Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung*. 6. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 2005
- [PDF02] PICOT, Arnold ; DIETL, Helmut ; FRANCK, Egon: *Organisation: Eine ökonomische Perspektive*. 3., überarb. und erw. Aufl. Stuttgart : Schäffer-Poeschel, 2002
- [Pet05] PETERSOHN, Helge: *Data Mining: Verfahren, Prozesse, Anwendungsarchitektur*. München, Wien : Oldenbourg, 2005
- [PH05] PICOT, Arnold ; HESS, Thomas: Geschäftsprozessmanagement im Echtzeitunternehmen. In: KUHLIN, Bernd (Hrsg.) ; THIELMANN, Heinz (Hrsg.): *Real-Time Enterprise in der Praxis: Fakten und Ausblick*. Berlin, Heidelberg : Springer, 2005, S. 31–48
- [Pic07] PICKER, Christoph: *Prospektive Zeitbestimmung für nicht wertschöpfende Montagetätigkeiten: Zugl.: Dortmund, Univ., Diss., 2006*. Aachen : Shaker, 2007 (Berichte aus dem Maschinenbau)

- [PMK98] PIETSCH, Thomas ; MARTINY, Lutz ; KLOTZ, Michael: *Strategisches Informationsmanagement: Bedeutung und organisatorische Umsetzung*. 3., vollst. überarbeitete Aufl. Berlin : Erich Schmidt, 1998
- [Por00] PORTER, M. E.: *Wettbewerbsvorteile: Spitzenleistungen erreichen und behaupten*. 6. Aufl. Frankfurt am Main, New York : Campus-Verlag, 2000
- [Pou92] POUNDSTONE, William: *Im Labyrinth des Denkens: wenn Logik nicht weiterkommt: Paradoxien, Zwickmühlen, Sackgassen, Rätsel und die Hinfälligkeit des Wissens*. Reinbek bei Hamburg : Rowohlt, 1992
- [PP08] PROFF, Heike ; PROFF, Harald V.: *Dynamisches Automobilmanagement: Strategien für Hersteller und Zulieferer im internationalen Wettbewerb*. Wiesbaden : Gabler, 2008
- [PRR06] PROBST, Gilbert ; RAUB, Steffen ; ROMHARDT, Kai: *Wissen managen: Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource nutzen*. 5., überarbeitete Aufl. Wiesbaden : Gabler, 2006
- [Pru05] PRUCKNER, Maria: *Die Komplexitätsfalle: Wie sich Komplexität auf den Menschen auswirkt: vom Informationsmangel bis zum Zusammenbruch*. Norderstedt : Books on Demand GmbH, 2005
- [Pru06] PRUSCHA, Helmut: *Statistisches Methodenbuch: Verfahren, Fallstudien, Programmcodes*. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 2006 (Statistik und ihre Anwendungen)
- [Raa77] RAAIJ, Willem F.: *Consumer Choice Behaviour: An Information Processing Approach*. Tilburg, Diss., 1977
- [Rau89] RAUTERBERG, Matthias: Über das Phänomen: "Information". In: BECKER, Barbara (Hrsg.): *Zur Terminologie in der Kognitionsforschung* Bd. 385, 1989 (Arbeitspapiere der GMD), S. 219–241
- [Rec08] RECKMANN, Bernd: Durchgängige Datennutzung fördert Innovation. In: *ATZ-produktion* (2008), Nr. 5, S. 54–57
- [Rei93a] REISS, M.: Komplexitätsmanagement (I). In: *wisu* (1993), Nr. 1, S. 54–60
- [Rei93b] REISS, M.: Komplexitätsmanagement (II). In: *wisu* (1993), Nr. 2, S. 132–137
- [Rei93c] REISS, Michael: Komplexität beherrschen durch "ORGA-TUNING". In: REISS, Michael (Hrsg.) ; GASSERT, Herbert (Hrsg.) ; HORVÁTH, Péter (Hrsg.): *Komplexität meistern*. Stuttgart : Schäffer-Poeschel, 1993, S. 1–41
- [RG95] REISS, Michael ; GRIMMELSEN, Markus: Komplexitätsmanagement im Dienste des Controlling: Optimierte Projektstrukturen durch komplexitätsorientiertes Schnittstellenmanagement. In: STEINLE, Claus (Hrsg.): *Zukunftsgerichtetes Controlling*. Wiesbaden : Gabler, 1995, S. 40–59

- [RK96] REHÄUSER, Jakob ; KRUMHOLTZ, Helmut: Wissensmanagement im Unternehmen. In: SCHREYÖGG, Georg (Hrsg.) ; CONRAD, Peter (Hrsg.): *Wissensmanagement* Bd. 6. Berlin, New York : de Gruyter, 1996, S. 1–40
- [RMSE00] REICHWALD, Ralf ; MÖSLEIN, Kathrin ; SACHENBACHER HANS ; ENGELBERGER HERMANN: *Telekooperation: verteilte Arbeits- und Organisationsformen*. 2., Neubearb. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York u.a. : Springer, 2000
- [SBM⁺06] SCHEER, August-Wilhelm ; BOCZANSKI, Manfred ; MUTH, Michael ; SCHMITZ, Willi-Gerd ; SEGELBACHER, Uwe: *Prozessorientiertes Product Lifecycle Management*. Berlin, Heidelberg : Springer, 2006
- [Sch60] SCHWANINGER, M.: Systemtheorie. In: KERN, Werner (Hrsg.): *Handwörterbuch der Produktionswirtschaft* Bd. 7. Stuttgart : Schaeffer-Poeschel, 1996, Sp. 1946–1960
- [Sch98] SCHWARZE, Jochen: *Informationsmanagement: Planung, Steuerung, Koordination und Kontrolle der Informationsversorgung im Unternehmen*. Herne, Berlin : Verl. Neue Wirtschafts-Briefe, 1998
- [Sch99] SCHÖTTNER, Josef: *Produktdatenmanagement in der Fertigungsindustrie: Prinzip, Konzepte, Strategien*. München, Wien : Hanser, 1999
- [Sch02] SCHWANKL, Ludwig: *Analyse und Dokumentation in den frühen Phasen der Produktentwicklung: Zugl.: München, Techn. Univ., Diss., 2002*. München : Verlag Dr. Hut, 2002
- [Sch08] SCHMIDT, Matthias: Produktionsplanung und -steuerung. In: ARNOLD, Dieter (Hrsg.) ; ISERMANN, Heinz (Hrsg.) ; KUHN, Axel (Hrsg.) ; TEMPELMEIER, Horst (Hrsg.) ; FURMANS, Kai (Hrsg.): *Handbuch Logistik*. Berlin, Heidelberg : Springer, 2008, S. 323–343
- [Sch09] SCHMIDT, Sabine: *Die Diffusion komplexer Produkte und Systeme: Ein systemdynamischer Ansatz: Zugl.: Cottbus, Techn. Univ., Diss., 2008*. Wiesbaden : Gabler, 2009
- [SDS75] SCHRODER, Harold M. ; DRIVER, Michael J. ; STREUFERT, Siegfried: *Menschliche Informationsverarbeitung: die Strukturen der Informationsverarbeitung bei Einzelpersonen und Gruppen in komplexen sozialen Situationen: Aus d. Amerikan. übers. von Gisela Rentrop*. Weinheim, Basel : Beltz, 1975
- [Sei73] SEILER, Thomas B.: Die Theorie der kognitiven Strukturiertheit von Harvey, Schroder und Mitarbeitern: Präsentation und Diskussion. In: SEILER, Thomas B. (Hrsg.): *Kognitive Strukturiertheit*. Stuttgart, Berlin, Köln u.a. : Kohlhammer, 1973 (Kohlhammer-Skripten Psychologie), S. 27–62
- [Ser91] SERVATIUS, Hans-Gerd: *Vom strategischen Management zur evolutionären Führung: Auf dem Wege zu einem ganzheitlichen Denken und Handeln: Zugl.: Stuttgart, Univ., Habil.-Schr., 1991*. Stuttgart : Poeschel, 1991

- [SHB07] SONG, Mike ; HALSEY, Vicki ; BURREN, Tim: *Die Hamster-Revolution: Vier Strategien gegen das tägliche E-Mail-Chaos: Aus dem Amerikanischen von Günter D. Franke*. Offenbach : GABAL, 2007
- [SLC46] SMITH, Bruce L. ; LASSWELL, Harold D. ; CASEY, Ralph D.: *Propaganda, communication, and public opinion : a comprehensive reference guide*. Princeton : Princeton University Press, 1946
- [SM74] SLOVIC, Paul ; MACPHILLAMY, Douglas: Dimensional commensurability and cue utilization in comparative judgment. In: *Organizational Behavior & Human Performance* 11 (1974), Nr. 2, S. 172–194
- [SM07] SEMMLER, Klaus ; MAHLER, Daniel: Von Beschaffung zum Wertschöpfungsmanagement: Gestaltungsdimensionen einer Funktion im Wandel. In: GARCIA SANZ, Francisco J. (Hrsg.) ; SEMMLER, Klaus (Hrsg.) ; WALTHER, Johannes (Hrsg.): *Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz*. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 2007, S. 25–48
- [SP67] SANDERS PEIRCE, Charles: *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. 4. Aufl. Harvard University Press, 1967
- [SS01] SCHUH, Günther ; SCHWENK, Urs: *Produktkomplexität managen: Strategien, Methoden, Tools*. München, Wien : Hanser, 2001
- [SS06] STRUNK, Guido ; SCHIEPEK, Günter: *Systemische Psychologie: Eine Einführung in die komplexen Grundlagen menschlichen Verhaltens*. München, Heidelberg : Elsevier, Spektrum, Akad. Verl., 2006
- [Stü99] STÜTTGEN, Manfred: *Strategien der Komplexitätsbewältigung in Unternehmen: Ein transdisziplinärer Bezugsrahmen: Zugl.: St. Gallen, Univ., Diss., 1999*. Bern : Paul Haupt Verlag, 1999
- [SW76] SHANNON, Claude E. ; WEAVER, Warren: *Mathematische Grundlagen der Informationstheorie*. München, Wien : Oldenbourg, 1976
- [SW93] SCHULTE, Helmut ; WUNN, Christoph: Sind unsere Manager durch die zunehmende Komplexität überfordert? In: *IO-Management* 62 (1993), Nr. 4, S. 33–37
- [SW06] SCHULZ-WALZ, Franziska: *Mitgliederorientierte Organisationsgestaltung in Wirtschaftsverbänden: Bedeutung, Herausforderungen und Konzeptionen: Zugl.: München, Techn. Univ., Diss., 2006*. Wiesbaden : Dt. Univ.-Verl., 2006 (Gabler Edition Wissenschaft : NPO-Management)
- [Sys06] SYSKA, Andreas: *Produktionsmanagement: Das A-Z wichtiger Methoden und Konzepte für die Produktion von heute*. Wiesbaden : Gabler, 2006
- [SZ10] SCHULTE-ZURHAUSEN, Manfred: *Organisation*. 5., überarb. und aktualisierte Aufl. München : Vahlen, 2010

- [Tan07] TANGERMANN, Ole: *Information Dynamics: Informationen, deren Auswirkungen und Management in Wertschöpfungsketten*. Berlin, Techn. Univ., Diss., 2007
- [Tho67] THOMPSON, James D.: *Organizations in Action: Social Science Bases of Administrative Theory*. New York, St. Louis, San Francisco u.a. : mc graw-hill, 1967
- [Tie03] TIETZE, Oliver: *Strategische Positionierung in der Automobilbranche: Der Einsatz von virtueller Produktentwicklung und Wertschöpfungsnetzwerken: Zugl.: Darmstadt, Techn. Univ, Diss., 2003*. Wiesbaden : Dt. Univ.-Verl., 2003 (Gabler Edition Wissenschaft : Strategisches Kompetenz-Management)
- [Töl83] TÖLLE, Klaus: *Das Informationsverhalten der Konsumenten: Zur Nutzung und Wirkung von Warentestinformationen: Zugl.: Frankfurt (Main), Univ., Diss., 1982*. Frankfurt am Main, New York : Campus-Verlag, 1983
- [TMC87] TURNER, Wayne C. ; MIZE, Joe H. ; CASE, Kenneth E.: *Introduction to industrial and systems engineering*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall, 1987 (Prentice-Hall international series in industrial and systems engineering)
- [Tri02] TRIPPNER, Dietmar: *Forschungsberichte aus dem Institut für Rechneranwendung in Planung und Konstruktion der Universität Karlsruhe*. Bd. 2002,5: *Vorgehensmodell zum Management von Produktdaten in komplexen und dynamischen Produktentwicklungsprozessen: Zugl.: Karlsruhe, Univ., Diss., 2002*. Aachen : Shaker, 2002
- [Tro09] TROMMSDORFF, Volker: *Konsumentenverhalten*. 7., vollst. überarb. und erw. Aufl. Stuttgart : Kohlhammer, 2009 (Kohlhammer-Edition Marketing)
- [UP01] ULRICH, Hans ; PROBST, Gilbert: *Gesammelte Schriften*. Bd. 3: *Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln: Ein Brevier für Führungskräfte*. Bern, Stuttgart, Wien : Haupt, 2001
- [VDI79] VDI-FACHBEREICH PRODUKTENTWICKLUNG UND MECHATRONIK ; VDI-GESELLSCHAFT PRODUKT- UND PROZESSGESTALTUNG (Hrsg.): *Datenverarbeitung in der Konstruktion; Begriffserläuterungen*. Berlin, 01.03.1979
- [VDI93] VDI-FACHBEREICH PRODUKTENTWICKLUNG UND MECHATRONIK ; VDI-GESELLSCHAFT PRODUKT- UND PROZESSGESTALTUNG (Hrsg.): *Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*. Berlin, 01.05.1993
- [VDI08] VDI-FACHBEREICH FABRIKPLANUNG UND -BETRIEB ; VDI-GESELLSCHAFT PRODUKTION UND LOGISTIK (Hrsg.): *Digitale Fabrik - Grundlagen*. Berlin, 01.02.2008
- [Ver10] VERBAND DER AUTOMOBILINDUSTRIE (Hrsg.): *Jahresbericht 2010*. Frankfurt am Main, 2010
- [Wea48] WEAVER, Warren: Science and Complexity. In: *American Scientist* 36 (1948), S. 536–544

- [Weh00] WEHLITZ, Pamela: *Nutzenorientierte Einführung eines Produktdatenmanagement-Systems: Zugl.: München, Techn. Univ., Diss., 2000*. München : Utz, Wiss., 2000
- [Wei86] WEIZSÄCKER, Ernst U.: Erstmaligkeit und Bestätigung als Komponenten der pragmatischen Information. In: WEIZSÄCKER, Ernst U. (Hrsg.): *Offene Systeme: Beiträge zur Zeitstruktur, Entropie und Evolution*. Stuttgart : Klett-Cotta, 1986, S. 82–113
- [Wes06] WESTKÄMPER, Engelbert: *Einführung in die Organisation der Produktion*. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 2006
- [Wil98] WILDEMANN, Horst: Komplexitätsmanagement durch Prozeß- und Produktgestaltung. In: ADAM, Dietrich (Hrsg.): *Komplexitätsmanagement* Bd. 61. Wiesbaden : Gabler, 1998
- [Wil01] WILLKE, Helmut: Wissensgesellschaft: Klassische Gesellschaftsbegriffe der Soziologie. München : Wilhelm Fink Verlag, 2001, S. 379–398
- [Wit59] WITTMANN, Waldemar: *Unternehmung und unvollkommene Information*. Köln, Opladen : Westdt. Verl., 1959
- [Wit82] WITTMANN, Waldemar: *Grundlagen, Elemente, Instrumente*. Bd. 1: *Betriebswirtschaftslehre: Ein einführendes Lehrbuch*. Tübingen : Mohr, 1982
- [Wit10] WITZANY, Günther: *Biocommunication and Natural Genome Editing*. Dordrecht, Heidelberg, London u.a. : Springer Netherlands, 2010
- [Wür03] WÜRTHELE, Volker G.: *Datenqualitätsmetrik für Informationsprozesse: Zugl.: Zürich, Eidgenössische Techn. Hochsch., Diss., 2003*. Zürich : Books on Demand GmbH, 2003
- [WS94] WIENDAHL, Hans-Peter ; SCHOLTISSEK, Peter: Management and Control of Complexity in Manufacturing. In: *Annuals of the CIRP* 43 (1994), Nr. 2, S. 533–540
- [WS01] WEYER, Matthias ; SPATH, Dieter: Das Produktionssteuerungskonzept "Perlenkette". In: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 96 (2001), Nr. 1-2, S. 17-19

