

***Zur prozessorientierten
Integration von
Wissensmanagement in das
Engineering Data Management***

Dissertation

von

Dipl.-Ing. Wilhelm Dietrich

zur Erlangung des akademischen Grades
„Doktor der technischen Wissenschaften“ (Dr.techn.)

Technische Universität Graz
Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften

Graz, im März 2010

VORWORT

Die vorliegende Arbeit entstand im Zuge meiner Projektarbeiten bei der Firma MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik AG & Co KG und in Kooperation mit den Instituten Industriebetriebslehre und Innovationsforschung (IBL) und Fahrzeugtechnik (FTG) der Technischen Universität Graz.

Durch diese Projekte und Kooperationen war es mir möglich die unternehmensbezogenen Anforderungen mit den wissenschaftlichen Ansprüchen zu diesem Thema zu verbinden und in dieser Arbeit zu behandeln.

Mein herzlicher Dank für das Gelingen dieser Arbeit gilt dafür meinen akademischen Lehrern o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Josef W. Wohinz und Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Wolfgang Hirschberg für die sorgfältige Betreuung meiner Arbeit und die stets kollegiale Beratung.

Meinen Dank möchte ich auch an alle aussprechen, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben. Dieser Dank gilt besonders den wissenschaftlichen Mitstreitern des Instituts für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung der Technischen Universität Graz, des Instituts für Fahrzeugtechnik am Frank Stronach Institut sowie meinen Kollegen der Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG, die mir aus zahlreichen Fachdiskussionen und gemeinsamen Projektarbeiten sehr viele wertvolle Denkansätze zu dieser Arbeit mitgegeben haben.

Wilhelm Dietrich, Graz im März 2010

KURZFASSUNG

Die Entwicklung, Herstellung und Vermarktung innovativer Produkte sowie die Fähigkeit, auf sich dynamisch wandelnde Märkte zu reagieren, ist eine wichtige Voraussetzung zur Aufrechterhaltung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen in einem globalen Umfeld. Verkürzte Durchlaufzeiten, Kostendruck, zunehmende Forderungen bezüglich Produkthaftung und der voranschreitenden internationalen Kooperationen zwischen Zulieferern untereinander sowie mit den OEM führen zu einer starken Vernetzung verschiedener Unternehmenseinheiten im Rahmen einer Kunden/Zulieferer-Beziehung. Daraus leiten sich vollständig neue Anforderungen des Produktentwicklungsprozesses ab.

Das „Engineering Data Management“ (EDM) als strategisches Element zum Management der Produkt- und Entwicklungsdaten kann dazu einen wesentlichen Beitrag leisten. Ziel ist es dabei, Produkt- und Prozessdaten sowohl aus verschiedenen Phasen der Produktentwicklung als auch aus unterschiedlichen Disziplinen unabhängig von Ort und Zeit bereitstellen, verwalten und integriert nutzen zu können. EDM ist somit ein Konzept zur bereichsübergreifenden Integration der Informationsflüsse bzw. Datenflüsse und der Abläufe in den Geschäftsprozessen im gesamten Lebenszyklus von Produkten. Einflussfaktoren, die hierbei zu berücksichtigen sind, sind u. a. eine höhere Produkt- und Prozesskomplexität sowie eine höhere Produktvarianz und immer kürzere Innovationszyklen.

Als Engineering Daten werden dabei alle technisch orientierten produkt- und prozessbeschreibenden Daten und Dokumente bezeichnet, die im Verlauf des Produktentwicklungsprozesses erzeugt oder verwendet und für die Weiterverarbeitung gespeichert werden. Unter EDM-Systeme werden alle Funktionen zusammengefasst, die für die Bearbeitung, Speicherung, Verwaltung und Verteilung dieser Daten erforderlich sind.

Das Management von Geschäftsprozesse als strategischer Treiber des EDM und das Product Lifecycle Management mit dem Fokus auf die Beschreibung, Dokumentation und Steuerung des Produktes über den Verlauf des Produktentwicklungsprozess werden als etablierte Disziplinen für die Modellbildung in diese Arbeit eingebunden.

Der prozessorientierte Zugang ermöglicht eine Integration von Wissensmanagement in das EDM mit dem Fokus auf die Entwicklung des Produktwissens und der Gestaltung von wissensorientierten EDM-Prozessen. Unter Anwendung gültiger wissenschaftlicher Modelle und Konzepte wird durch eine übergreifende Betrachtung des Basismodells des Wissensmanagement im Kontext des EDM ein Modell zur prozessorientierten Integration von Wissensmanagement in das EDM erstellt und somit das EDM als strategisches Element zum Management des Produktwissens definiert. Der wissenschaftliche Schwerpunkt liegt dabei in der Entwicklung von neuartigen Modellen und Konzepten zur Analyse, Entwicklung und Gestaltung eines wissensorientierten EDM-Umfeldes.

Durch diese prozessorientierte Analyse und Betrachtung des Produktwissens zur Gestaltung des EDM-Umfeldes ist eine Steigerung der Qualität sowohl in der strategischen Entwicklung als auch in der operativen Anwendung des EDM möglich. Die aufgestellten Modelle, Konzepte und Referenzprozesse werden schließlich im Produktentwicklungsprozess integriert operativ trachtet. Fallstudien aus dem Bereich der Automobilentwicklung begleiten die wissenschaftlichen Betrachtungen und fließen mit konkreten Ergebnissen in die Gestaltungsansätze des wissensorientierten Engineering Data Managements ein.

Mit dieser Arbeit sollen keine vordergründigen Patentrezepte geliefert werden, aber dennoch klare Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

ABSTRACT

Development, manufacture and sales of innovative products as well as the capability to react to dynamically changing markets is an essential prerequisite to maintain and improve the competitiveness of companies in a global environment. Shorter process times, cost pressure, increasing demands on product liability and international cooperations among suppliers or between OEMs and suppliers lead to increased networking between different company units in the frame of supplier associations or a customer/supplier relation. These facts call for entirely new product development process concepts.

The „Engineering Data Management“(EDM) as a strategic tool can substantially contribute to improve the management of product and development data. The target is the provision, administration and integrated use of product data from different phases of the product development and from various different disciplines independently of time and place. Thus, EDM is a concept for interdepartmental integration of the information flow and data flow as well as for the procedures in the business processes over the entire life cycle of products. Influential factors to be taken into consideration are, a.o., a higher product and process complexity, a higher product variance and consistently reduced innovation cycles.

The term engineering data refers to all technical data and documents drawn up, used or stored for further processing in the course of the product development process. The EDM systems subsume all functions required for processing, storing, administration and distribution of data and documents that describe products and processes.

In this work, the management of business processes as drivers of EDM and the product life-cycle management focusing on description, documentation and steering of the product in the course of the product development process are – as established disciplines - an integral part of model creation.

The process-oriented approach allows the integration of knowledge management in the EDM with focus on the development and management of product know-how as well as the design of knowledge-oriented EDM processes and methods. On the basis of valid scientific models and concepts, a comprehensive view of the basic model for knowledge management in the context of the engineering data management allows to create a model for process-oriented integration of knowledge management in the EDM and thus to define the EDM as strategic element for the management of product knowledge. In this context, the scientific focus lies on the development of new models and concepts for analysis, development and design of the EDM environment.

For designing the EDM environment, the process-oriented analysis of and view on product knowledge improves the quality of the strategic development as well as the operative use of EDM. Finally, the created models, concepts and reference processes are applied for operative product development processes. Case studies in the field of automotive development support the scientific considerations, which means that concrete results are integrated in the design approaches for knowledge-oriented engineering data management.

This paper is not intended to provide superficial panaceas, but to provide recommended procedures.

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 02.03.2010

.....

(Unterschrift)

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
1.1	Ausgangssituation	1
1.2	Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit	2
1.3	Aufbau und Gliederung der Arbeit	4
2	PROZESSORIENTIERUNG IM MANAGEMENT	8
2.1	Der Geschäftsprozess als Untersuchungsobjekt	8
2.2	Prozessorientierung kontra Funktionsorientierung	12
2.3	Realisierungsansätze der Geschäftsprozessorientierung	14
2.4	Geschäftsprozessmanagement - Tools	17
2.5	Zusammenfassung zur Prozessorientierung im Management	18
3	ENGINEERING DATA MANAGEMENT	19
3.1	Der Begriff Engineering Data Management (EDM)	19
3.2	EDM in der virtuellen Produktenwicklung	25
3.3	Die Datenbasis des EDM	30
3.4	Engineering Data Management-Systeme (EDMS)	35
3.5	Computerunterstützung im EDM-Umfeld	47
3.6	Integrierte EDM Anwendungen in der Produktentwicklung	53
3.7	Zusammenfassung zum EDM	59
4	WISSENSMANAGEMENT IN DER PRODUKTENTWICKLUNG	60
4.1	Produktwissen und Produktlebenszyklus	60
4.2	Basismodelle des Wissensmanagements	64
4.3	Wissenstransfer in der Produktentwicklung	80
4.4	Spezifische IuK-Technologien im Wissensmanagement	91
4.5	Zusammenfassung zum Wissensmanagement in der Produktentwicklung	96
5	MODELL ZUR PROZESSORIENTIERTEN INTEGRATION VON WISSENSMANAGEMENT IN DAS ENGINEERING DATA MANAGEMENT	97
5.1	Modell-Ansatz zur Integration von Wissensmanagement in das EDM	97
5.2	Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement	106
5.3	Wissensorientiertes Engineering Data Management	117
5.4	Modellbildung zur prozessorientierten Integration von WM in EDM	134
5.5	Zusammenfassung zur Modellbildung	139

6	GESTALTUNGSANSÄTZE ZUR PROZESSORIENTIERTEN INTEGRATION VON WM IN DAS EDM IN DER AUTOMOBILENTWICKLUNG	140
6.1	Konzept zur prozessorientierten Integration des Datenmanagements durch wissensorientierte Prozessanalyse	140
6.2	Integriertes CAD-Datenmanagement in der Automobilentwicklung	152
6.3	Parametrisch assoziative Geometrieerzeugung zur Konzeptauslegung in der Automobilentwicklung	161
6.4	Gestaltung und Entwicklung des EDM-Umfeldes	173
6.5	Zusammenfassung der Gestaltungsansätze zum wissensorientierten EDM (woEDM) in der Automobilentwicklung	179
7	ZUSAMMENFASSUNG	181
7.1	Beantwortung der Forschungsfragen	181
7.2	Schlussfolgerung zu dieser Arbeit	182
7.3	Chancen für die Entwicklung des EDM	183
	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	184
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	186
	LITERATURVERZEICHNIS	188

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Der Versuch der Differenzierung unterschiedlicher Arten von Wissen mündet bei vielen wissenschaftlichen Arbeiten zum Thema Wissensmanagement in originellen Begriffen, wie zum Beispiel individuelles Wissen, kollektives Wissen, implizites Wissen, explizites Wissen, um nur einige zu nennen.¹

Auf der Ebene von Daten, wo Unterschiede wesentlich einfacher erfassbar wären, wird eine Differenzierung in Verbindung mit dem Fokus „Management von Wissen“ kaum durchgeführt. Dabei wäre gerade dieser Zugang aufgrund der zunehmenden Vielfalt an Daten ein erster Schritt in Richtung Wissensorientierung. Es ist auch anzunehmen, dass mitunter die zunehmende Anzahl verfügbarer und einem Unternehmen zugänglicher Daten und die daraus entstandene Komplexität von Geschäftsprozessen wesentlich zur Notwendigkeit des Wissensmanagements geführt hat. Wissensmanagement und Datenmanagement sollten daher gut aufeinander abgestimmt sein. Dabei geht es beim Datenmanagement vor allem darum, Daten zur Verfügung zu stellen und bei Bedarf zu speichern, die für die Unternehmung von besonderer Relevanz sind.

Da die beiden Disziplinen Wissensmanagement und Engineering Data Management für sich einen sehr hohen wissenschaftlichen Durchdringungsgrad aufweisen, aber es kaum Abhandlungen und Betrachtungen zur Integration beider Themen gibt, bietet es sich an beide Themen in einem übergeordneten Zusammenhang zu betrachten und durch eine Modellbildung miteinander in Bezug zu bringen.

1.1.1 Herausforderung Wissensmanagement im Engineering²

Dynamische Märkte, steigende Kundenanforderungen und der immer stärker wachsende Wettbewerbsdruck stellen viele Unternehmen vor die Aufgabe, die Produktentwicklung als Kern der Wertschöpfungskette effizienter zu gestalten. Dies bedeutet, dass sowohl das im Engineering generierte und verarbeitete Wissen als auch das unternehmensweit vorhandene Wissen intensiver genutzt werden muss. Das Wissensmanagement soll die Rahmenbedingungen dafür schaffen.

1.1.2 Informationsmanagement versus Wissensmanagement

„Wissen“ setzt sich aus Informationen und einem Kontext, in dem diese Informationen stehen, zusammen. Eine isoliert betrachtete Information ist häufig wertlos, in einem bestimmten Kontext betrachtet kann dieselbe Information wertvolles Wissen repräsentieren. Um ein unternehmensweites Wissensmanagement zu ermöglichen, reicht es also nicht aus, Informationen zu vernetzen, sondern diese Informationen in Ihrem Kontext (Situation, Erzeuger, Nutzer,...) unternehmensweit zur Verfügung zu stellen.

1.1.3 EDM als strategisches Element des Wissensmanagements

Engineering Data Management-Systeme, wie sie heute genutzt werden, dienen vorrangig dem Informationsmanagement. EDM-Systeme speichern produkt- bzw. projektbezogene Informationen und verknüpfen diese miteinander. Die Erweiterung dieser Informationsbasis um Beschreibungen ihres jeweiligen Kontextes ermöglicht einerseits die effektivere unternehmensweite Nutzung vorhandenen Wissens und schafft andererseits die Möglichkeit, dieses Wissens um neue, innovative Bestandteile zu erweitern.

¹ Vgl. SAMMER [1999], S. 47

² Vgl. FRAUNHOFER [2000]

1.2 Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit

Ein besonders gutes Betrachtungsumfeld zu diesem Thema bildet der Bereich der Entwicklung in der Automobilindustrie in welchem der Autor mit den eingangs erwähnten Kooperationen an das Thema herangegangen ist.

Aus den Produktentwicklungsprojekten in der Automobilindustrie lassen sich immer wieder ähnliche Problemstellungen im EDM Umfeld erkennen. Konkret können folgende Problem- punkte beispielhaft genannt werden:

- Zu geringe Überführung der Erkenntnisse aus Prozess- und Wissensmanagement in das Engineering Data Management
- Wenig systematische Vorgehensweise in der Gestaltung und Entwicklung von EDM Prozessen und Systemen (Funktionalstrategien, Roadmap,...)
- Wenige Ansätze für die operative und projektorientierte Anwendung von EDM
- Die Implementierung von PLM-Ansätzen gestaltet sich vor allem in großen Unternehmen mit komplexen Strukturen und Prozessen sehr schwierig
- Datenmanagementaktivitäten sind zu wenig prozessorientiert
- Starke Software- / Systemorientierung bei der Gestaltung von EDM

Die wissens- und prozessorientierte Herangehensweise im Handlungsumfeld des EDM soll einen positiven Beitrag zur dieser Problemstellung leisten.

1.2.1 Zielsetzung dieser Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist, durch die integrierte Betrachtung der Themen Wissensmanagement und Engineering Data Management und durch Einwirkung pragmatischer Erkenntnisse ausgewählter Fallstudien, neue Stellhebel für die strategische und operative Gestaltung von EDM zu erheben und diese in konkrete Konzepte, Modelle und Referenzprozesse für die Anwendung im Produktentwicklungsprozess überzuleiten.

Es ist auch Ziel dieser Arbeit, nicht nur theoretische Erkenntnisse zu generieren und wissenschaftlich zu belegen, sondern auch einen maßgeblichen Anteil an Pragmatik und Anwendbarkeit in die Ergebnisse der Arbeitsthematik zu bringen.

1.2.2 Inhaltliche Ziele

Das inhaltliche Ziel dieser Arbeit ist die Bildung eines Modells zur Gestaltung eines wissensorientierten Engineering Data Managements, aufbauend auf pragmatischen Vorgehensmodellen, Referenzprozessen und Konzepten für Wissens- und Datenmanagement.

Konkrete inhaltliche Ziele sind:

- Strategische Ansätze zur Gestaltung von EDM
- Konzept zur systematischen Prozessanalyse für wissensorientiertes EDM
- Konzepte zur Kopplung von wissensrelevanten Elementen der Produktentwicklung an das Engineering Data Management
- Entwicklung eines Referenzprozesses zur Planung und Steuerung des operativen EDM
- Erstellung eines wissensorientierten Datenreferenzmodells

Die inhaltlichen Ziele sollen vor allem mit den Gestaltungsansätzen in Kapitel 6 erreicht werden.

1.2.3 Forschungsziel

Aus der Beschreibung der Problemstellung können zunächst folgende allgemeine Forschungsziele für diese Arbeit formuliert werden.

Wie gelingt es die allgemeinen wissenschaftlichen Erkenntnisse des Wissensmanagements zur effizienten Gestaltung des Engineering Data Managements in dieses zu integrieren. Welche Modelle müssen dabei berücksichtigt bzw. neu aufgestellt werden und wie können diese schließlich zu einem Gesamtmodell zusammengeführt werden?

Im Wesentlichen geht es um Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement und dessen Integration in das Engineering Data Management. Wie der Titel der Arbeit aussagt, sollen im Speziellen die Möglichkeiten einer prozessorientierten Integration beleuchtet werden.

Der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Betrachtungen liegt in der Entwicklung von neuartigen Modellen und Konzepten zur wissensorientierten Analyse, Entwicklung und Gestaltung von EDM Prozessen und Werkzeugen in der Produktentwicklung der Automobilindustrie.

1.2.4 Nicht-Ziele

In dieser Arbeit sollen die wissenschaftlichen Grunderkenntnisse der Kernthemen des Wissensmanagements, des Geschäftsprozessmanagements sowie des klassischen Produktdatenmanagements zwar hinterfragt, aber nicht primär in Frage gestellt werden. Es geht vielmehr darum, aufbauend auf diesen Erkenntnissen unter Einbezug der gestellten Forschungsfragen diese miteinander in Bezug zu bringen, um weitere Erkenntnisse ableiten zu können.

Was das Wissensmanagement an sich betrifft, geht es nicht darum, neue Erkenntnisse zu ergründen oder Modelle dazu aufzustellen, sondern die Aktivitäten des Engineering Data Managements aus der Wissensperspektive zu betrachten.

Wissensorientiertes EDM wird hiermit als jener Teil von Wissensmanagement gesehen, welcher sich mit dem Management des vorhandenen Wissens einer Unternehmung, im engeren Sinne mit dem Management der vorhandenen Wissensbasis durch Datenmanagement zur Erweiterung der Wissensbasis befasst. Die Ergebnisse der Arbeit unterstützen aber gleichzeitig die notwendige Wissensentwicklung eines Unternehmens.

1.2.5 Abgrenzung der Arbeit und der Begrifflichkeiten

Durch die in Literatur sehr unterschiedliche Betrachtung des Begriffes EDM ist der Definition und Abgrenzung dieses Begriffes ein eigenes Kapitel gewidmet. Es sollte hier aber erwähnt sein, dass es sich bei EDM in dieser Arbeit nicht nur um die allgemein bekannte systemorientierte Sicht des EDM handelt. EDM wird hier als eine eigene Disziplin behandelt, in der Prozesse, Systeme und Methoden sowie operative und strategische Ansätze einbezogen sind.

Die Arbeit und die Betrachtungen des Engineering Data Management nehmen im wesentlichen Bezug auf den Entwicklungsprozess in der Automobilentwicklung. Damit wird der Betrachtungsschwerpunkt des Datenmanagements auch auf die konstruktiven Produktdaten gelegt. Die PDM Schwerpunkte wie z.B. das Dokumentenmanagement werden in den theoretischen Grundlagen zwar behandelt, in der Modellbildung wird darauf aber konkret nicht Bezug genommen.

1.2.6 Originäre Forschungsthemen

Aus den gestellten Forschungszielen zur Entwicklung von neuartigen Modellen und Konzepten zur wissensorientierten Analyse, Entwicklung und Gestaltung von EDM Prozessen können weiteren Überlegungen originäre Forschungsthemen zu Grunde gelegt werden:

- Strategische Betrachtung - Entwicklung und Gestaltung des EDM Umfeldes
- Operative Betrachtung - wissensorientierte Prozessanalyse von Prozessbeziehungen
- Die Vernetzung von Prozess- und Datenmanagement durch Integration von Wissensmanagement
- Die unterschiedlichen Modelle zur Integration von Wissensmanagement in das Engineering Data Management
- Notwendige Rahmenbedingungen für die Integration von Wissensmanagement in das Engineering Data Management sind zu beachten.
- Auswirkungen der Integration von Wissensmanagement in das Engineering Data Management auf spezifischen Anforderungen von Transferbeziehungen zwischen wissensintensiven Prozessen

Die originären Forschungsfragen werden zu Beginn des Kapitels 6 mit spezifischen Forschungsfragen zur Modellbildung konkretisiert.

1.3 Aufbau und Gliederung der Arbeit

1.3.1 Entstehung des Arbeitstitels

Im wissenschaftlichen begrifflichen Umfeld des Wissensmanagements und Produktdatenmanagements findet man in den jeweiligen Definitionen immer wechselseitige Bezugnahme zum andern, aber wenige übergreifende Betrachtungen. Man behandelt jeweils prozessorientiertes Wissensmanagement, wissensorientiertes Prozessmanagement, oder prozessorientiertes Produktdatenmanagement.

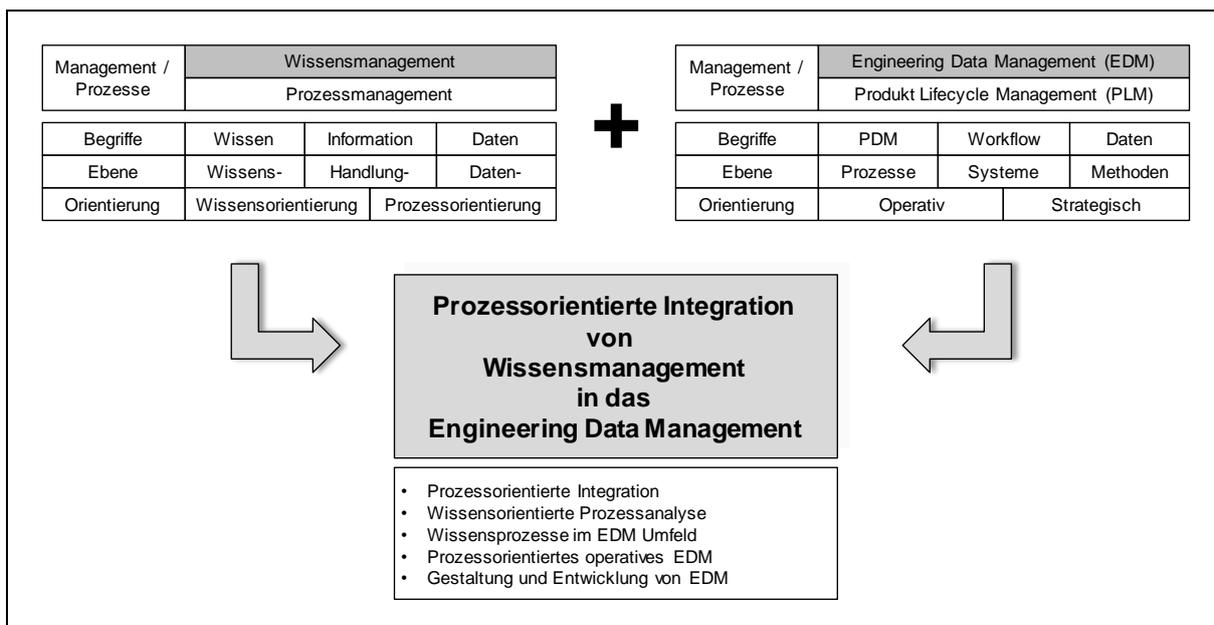


Abbildung 1-1: Entstehung des Arbeitstitels

In Abbildung 1-1 ist die prozessorientierte Zusammenführung von Wissensmanagement und dem Engineering Data Management schematisch dargestellt.

Die wissenschaftliche Betrachtung des Wissensmanagement beschäftigt sich im Wesentlichen mit den Zusammenhängen zwischen Wissen, Handlungs- und Datenebene, gibt aber nicht überall konkrete Antworten auf die Gestaltung und Anwendung dieser Beziehungssysteme.

Eine durchgängige Betrachtung dieser Thematik in einem abgegrenzten System ist die Motivation dieser Arbeit und soll die Themen Wissensmanagement und Datenmanagement zusammenführen. Aus diesem Anspruch heraus ist auch der Titel dieser Arbeit entstanden.

1.3.2 Methodisches Vorgehen

Die Einleitung und Problemstellung dient der Findung und Begründung von allgemeinen Zielen für die Arbeit. Für die weitere Spezifizierung der gesetzten Ziele empfiehlt das Forschungsdesign eine Behandlung des Problems in der Literatur und die Ableitung von Schlussfolgerungen.

Die ablauforientierte Struktur dieser Arbeit orientiert sich an das Forschungsdesign nach WOHINZ und ist in Abbildung 1-2 dargestellt.

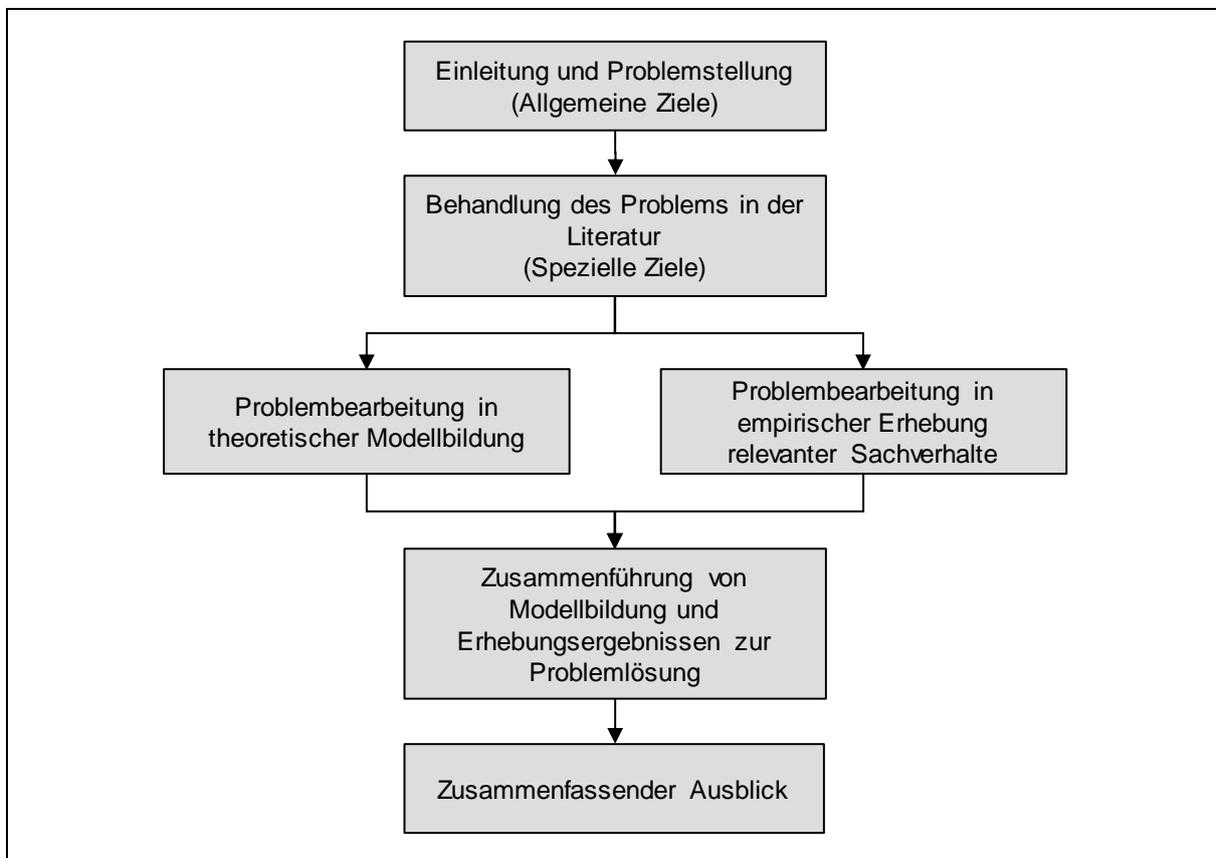


Abbildung 1-2: Forschungsdesign nach WOHINZ³

Die originären Forschungsthemen beziehen sich auf die gewählte Problemstellung im Grundsätzlichen und auf die wissenschaftliche Relevanz dieser Problemstellung. In den besonderen oder spezifischen Forschungsfragen werden unter Rücksichtnahme auf bereits verfügbare Unterlagen die speziellen Forschungsziele, die durch die geplante Arbeit einer Klärung zugeführt werden sollen, ausgelotet.

Aufbauend auf diese Grundstruktur kann nun der Gesamt Ablauf in einzelne Phasen mit unterschiedlichen Schwerpunkten gegliedert werden, siehe Abbildung 1-3.

³ WOHINZ [2003b], S. 10

In der Vorbereitungsphase steht die allgemeine Problemabgrenzung bzw. die Ausarbeitung des Forschungsplanes im Vordergrund. In der darauf folgenden ersten Forschungsphase sollen in entsprechenden „State of the Art“ – Analysen die beiden Schlüsselbegriffe Wissensmanagement und Engineering Data Management interpretiert werden. In der nachfolgenden zweiten Forschungsphase soll die theoretische Modellbildung erfolgen.

Während durch ausgewählte Erkenntnisse aus der Literatur eine theoretische Modellbildung entwickelt wird, liefern empirische Erhebungen relevanter Sachverhalte ergänzenden Input. Die Zusammenführung der theoretischen Modellbildung mit ergänzenden Erhebungsergebnissen führt zu einem Konzept, das vordringlich den originären Anteil dieser Arbeit bildet.

Die empirischen Erhebungen werden in dieser Arbeit besonders stark eingebunden und es wurden dafür bewusst spezielle Fallstudien zur Arbeit entwickelt.

In der Abschlussphase sollen die inhaltlichen Ergebnisse aus den einzelnen Forschungsphasen zusammenfassend dokumentiert werden. Ein Ausblick sowie noch offene Forschungsfragen bilden den Abschluss der Arbeit.

1.3.3 Aufbau und Gliederung der Arbeit

Auf Basis der Zielsetzung für die vorliegende Arbeit werden in Kapitel 1 nach einer Einleitung die Ausgangssituation, Problemstellung und Zielformulierung für diese Arbeit definiert. Die daraus resultierenden originären Forschungsthemen werden in den Kapiteln 2 bis 4 in die Grundlagen der Themen Geschäftsprozess, Engineering Data Management sowie das Wissensmanagement ausführlich übergeführt.

Im Kapitel 2 werden die Grundlagen zum Geschäftsprozessmanagement behandelt. Es geht dabei darum, die wichtigsten Begriffe und Anwendungen zum Geschäftsprozess zu definieren, da dieser als Basis und Hauptnutzer der aufgestellten Überlegungen immer wieder zur Anwendung bzw. in Bezug gebracht wird.

Kapitel 3 bildet den Schwerpunkt der Grundlagen zum Engineering Data Management. Es behandelt die grundlegenden Datenmanagement Begriffe, den Aufbau eines EDM-Systems sowie dessen Anwendungsfunktionen. Dabei kommen auch die betroffenen Engineering Prozesse, Systeme und Methoden in Betracht und es wird eine Definition und Abgrenzung von Begriffen und Disziplinen vorgenommen. PLM bildet durch die Prozessorientierung die Brücke zwischen Geschäftsprozessen und dem Engineering Data Management. Es gibt einen Überblick über die Entwicklung von EDM, der Geschäftsprozessorientierung und EDM in der virtuellen Produktentwicklung.

Das Kapitel 4 beinhaltet die Grundlagen zum Wissensmanagement. Im Anschluss an die Begriffsbestimmung für „Wissen“ und „Wissensmanagement“ werden auch die besonderen Dimensionen und Merkmale von Wissen beschrieben. Darauf aufbauend wird die organisatorische Wissensbasis näher betrachtet. Als Bezugsrahmen für die weiteren Betrachtungen wird eine Ebenen-Betrachtung sowie die Prozess- und Systemorientierung im Wissensmanagement behandelt.

Nach der ausführlichen Beschreibung der Grundlagenthemen werden unter Einbindung der Problemstellung, Zielsetzung und der originären Forschungsthemen die spezifischen Forschungsfragen formuliert.

In Kapitel 5 werden dann auf Basis der spezifischen Forschungsfragen theoretische Ansätze zur Modellbildung einer prozessorientierten Integration von Wissensmanagement in das Engineering Data Management gebildet, welche in Kapitel 6 in die konkrete Gestaltung von wissensorientierten Engineering Data Management übergeführt werden.

Das Kapitel 7 beinhaltet eine Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse und die Beantwortung der gestellten Forschungsfragen.

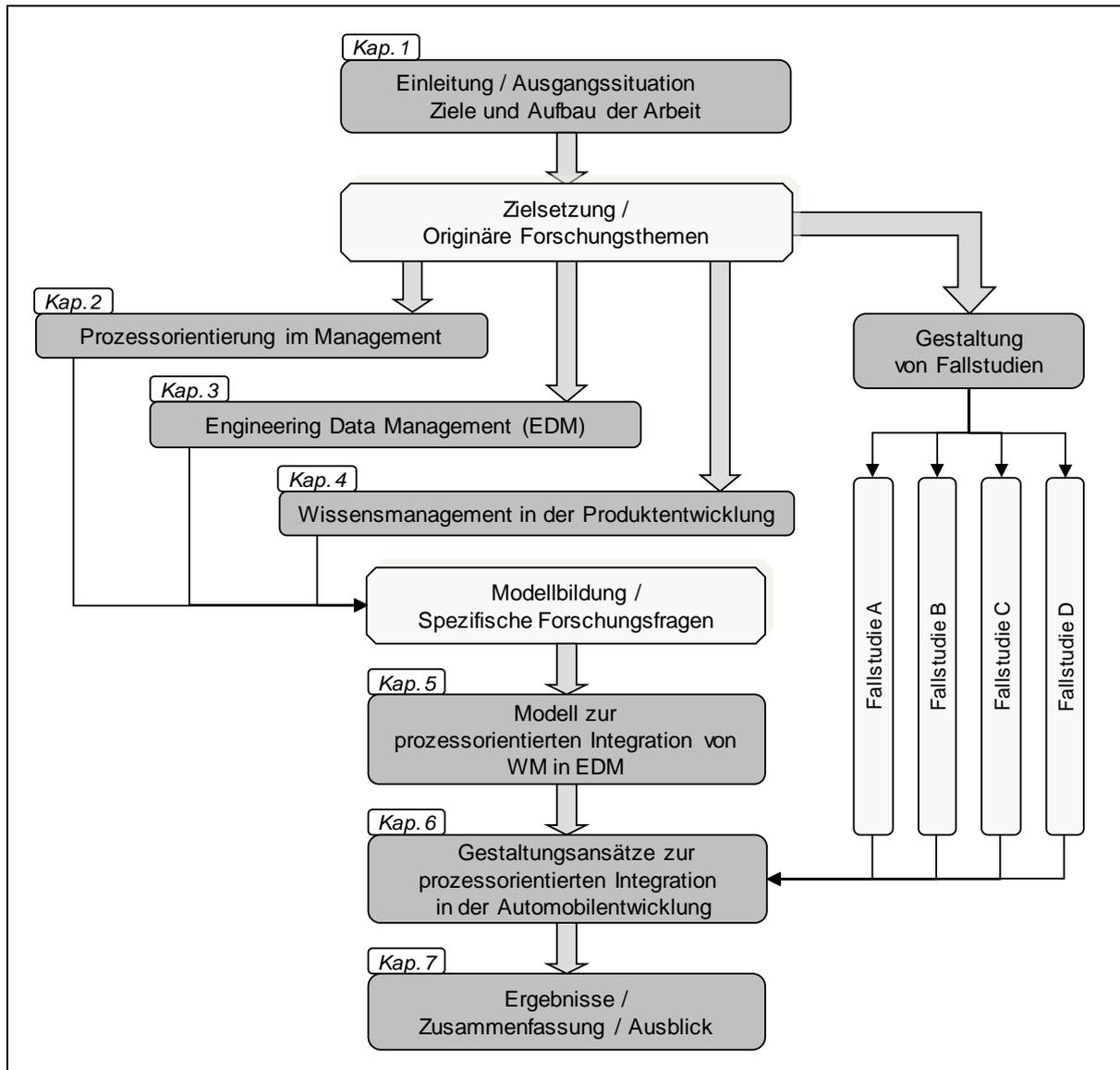


Abbildung 1-3: Aufbau und Gliederung der Arbeit

1.3.4 Einordnung von Fallstudien aus der Automobilentwicklung

Aus den originären Forschungsthemen und mit dem Fortschritt der Arbeit in der Modellbildung zum wissensorientierten Engineering Data Management wurden Fallstudien zu einzelnen Themenstellungen ausgearbeitet mit dem Schwerpunkt, die spezifischen Forschungsfragen in einen Praxisbezug zu bringen, und die Ergebnisse auf die Modellbildung in der Gestaltungsphase dieser Arbeit zu reflektieren. Folgende Fallstudien wurden aufgestellt:

- A) Konzept zur prozessorientierten Integration des Datenmanagements durch wissensorientierte Prozessanalyse
- B) Integriertes CAD Datenmanagement in der Produktentwicklung
- C) Parametrisch assoziative Geometrieerzeugung zur Konzeptauslegung in der Automobilentwicklung
- D) Wissensorientierte Gestaltung von EDM-Systemen

2 Prozessorientierung im Management

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Prozessorientierung des Managements als notwendige Voraussetzung zur prozessorientierten Integration der behandelten Managementdisziplinen. Zunächst soll ein Überblick über gängige Definitionen im Geschäftsprozessmanagement gegeben werden. Danach werden Ansätze zur Geschäftsprozessorientierung im Gegensatz zur Funktionsorientierung behandelt und damit auch die verschiedenen Sichten auf Geschäftsprozesse dargestellt. Ansätze zur Geschäftsprozessmodellierung, welche die Basis für die prozessorientierte Wissensprozessmodellierung bilden, sowie deren Abbildung in Geschäftsprozessmanagements-Tools schließen dieses Kapitel ab.

2.1 Der Geschäftsprozess als Untersuchungsobjekt

Als wichtige Grundlage für die später behandelten Kernthemen des Engineering Data Managements und des Wissensmanagements wird zur Prozessorientierung des Managements der übergeordnete Geschäftsprozess als Untersuchungsobjekt definiert.

„Geschäftsprozessmanagement“ oder „Business Process Management“ vereint alle Entwicklungsphasen der Geschäftsprozessorganisation aus den letzten Jahrzehnten. Diese reichen von radikalen Ansätze wie von HAMMER/CHAMPY⁴ zum „Business Reengineering“ bis zur kontinuierlichen Geschäftsprozessgestaltung im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP).⁵

Ein Geschäftsprozess ist eine sachlogische Abfolge von betrieblichen Tätigkeiten bzw. Aktivitäten mit dem Ziel eines klar festgelegten Outputs zur Erzeugung von Kundennutzen. Er besitzt einen bestimmten Leistungsumfang, ist durch einen definierten, messbaren Input und Output bestimmt, ist wiederholbar, fügt Kundenwert an Geschäftsprozessobjekten hinzu, kann funktionsübergreifend sein, hat einen durchgängig verantwortlichen Geschäftsprozess-Eigner und verfügt über notwendige Ressourcen und Informationen.⁶

Mit dem Begriff Geschäftsprozess wollen einige Autoren betonen, dass Organisationen (meist Unternehmungen) der Gegenstand der Betrachtung sind.⁷

Kategorisierungen der Prozesse wie z. B. jene nach WAGNER⁸ in Managementprozesse, Geschäftsprozesse, Supportprozesse, Mess-, Analyse- und Verbesserungsprozesse werden in dieser Arbeit nicht weiter behandelt. Einzig die Trennung, dass Wissensprozesse nicht zur Menge der Geschäftsprozesse gehören sollen, erscheint für spätere Erarbeitungen in der Arbeit zweckdienlich. (Zur Definition von Wissensprozessen siehe Kapitel 4.2.5)

2.1.1 Geschäftsprozesskomponenten

Aus der Geschäftsprozessdefinition lassen sich mehrere Merkmale eines Geschäftsprozesses ableiten. Diese sind definierte Aktivitäten in sachlogischer Reihenfolge, Inputs und Outputs, Geschäftsprozesskunden, Transformationen im Sinne der Wertschöpfung durchgehende Geschäftsprozessverantwortung, Geschäftsprozess- und Leistungsziele und der Bedarf an Ressourcen.

⁴ Vgl. HAMMER; u. a. [1993]

⁵ Vgl. IMAI [2005]

⁶ Vgl. TIPOTSCH [1997], S. 33

⁷ Vgl. FISCHERMANN [2006], S. 11

⁸ Vgl. WAGNER [2001], S. 21

2.1.1.1 Aktivitäten in sachlogischer Reihenfolge

Der Geschäftsprozess besteht aus einer Menge von Aktivitäten, die zueinander in sachlogischer und zeitlicher Folgebeziehung stehen mit dem Ziel einer Aufgabenerfüllung.⁹ Durch die Beschreibungen und die Folgebeziehungen erhält man die Inhalte und die geforderten Resultate der Aktivitäten.

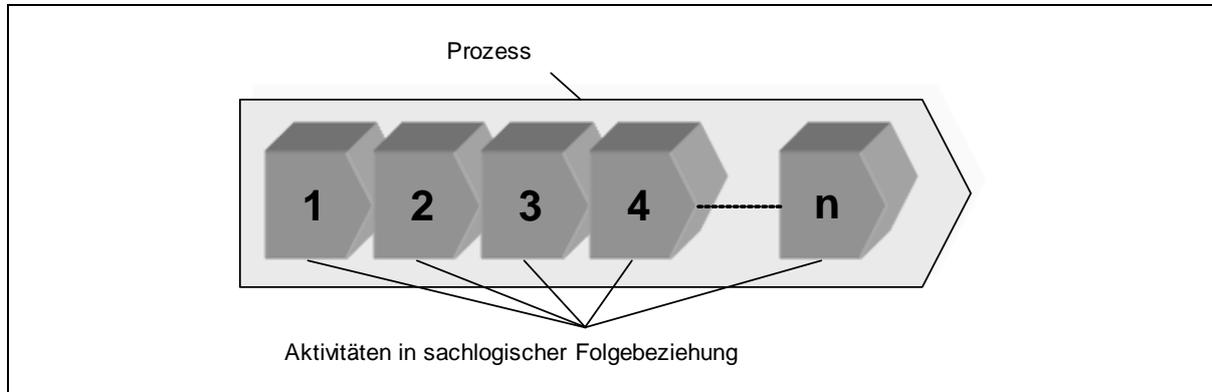


Abbildung 2-1: Aktivitäten im Geschäftsprozess in sachlogischer Folgebeziehung

2.1.1.2 Input und Output

Sowohl materielle als auch immaterielle Objekte können als Input dienen und Ergebnisse (Objekte) als Output liefern. Dabei sind Input-Objekte und Output-Objekte in der realen Welt existent und von verschiedenster Ausprägung: Dinge, Menschen, die Gemeinschaft, Daten, Informationen, Wissen, Markt und Unternehmungen selbst.

Eine weitere Klassifizierung kann in primärer und sekundärer Input und Output erfolgen.¹⁰ Die Unterscheidung existiert, da in den verschiedenen Geschäftsprozessschritten zusätzliche Objekte in den Geschäftsprozess einfließen oder Objekte als sekundärer Output aus dem Geschäftsprozess resultieren können. Jeder definierte Geschäftsprozess besitzt einen primären Input, der diesen startet. Dieser kann als "Geschäftsprozessstrigger" bezeichnet werden. Demgegenüber steht ein primärer Output, welcher das Ende des Geschäftsprozesses markiert.¹¹

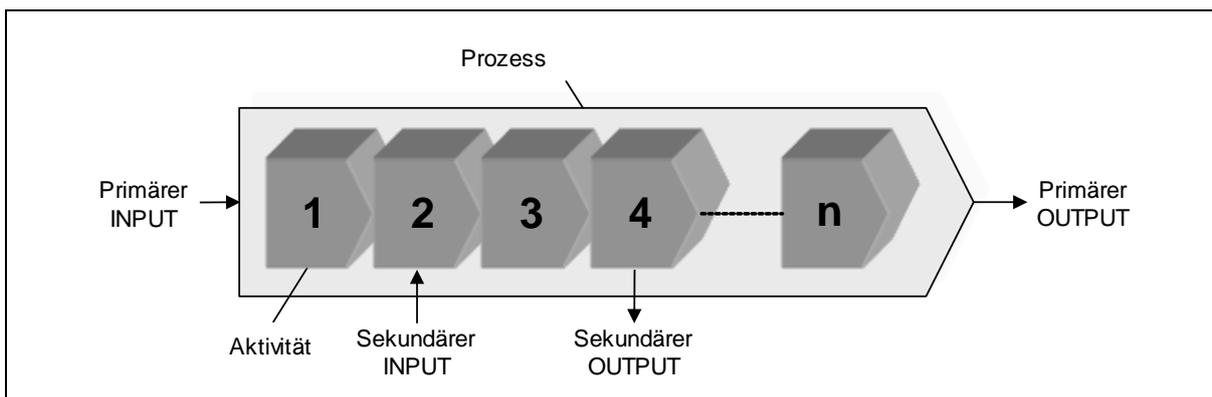


Abbildung 2-2: Primärer und sekundärer Geschäftsprozessinput und Output

Ein sekundärer Input oder Output tritt während des Geschäftsprozesses auf und beeinflusst den Geschäftsprozessanfang bzw. das -ende insofern nicht, dass keine Triggerung und Terminierung des Geschäftsprozesses stattfindet.

⁹ Vgl. SCHANTIN [1999], S. 40

¹⁰ Vgl. FISCHERMANN S. u. a. [2001], S. 24

¹¹ Vgl. ENGELMANN [1995], S. 44

Die Definition von primärem und sekundärem Input bzw. Output stellt keineswegs eine Beurteilung der Wichtigkeit der Objekte für die Durchführung des Geschäftsprozesses dar. Ein sekundärer Input kann ohne dessen Vorhandensein sogar die Unterbrechung eines Geschäftsprozessablaufes bewirken, wenn es sich z.B. um zusätzliche Betriebsmittel oder Information und Wissen handelt. Gleichzeitig ist der sekundäre Output als Input für die Fortsetzung eines anderen Geschäftsprozesses notwendig, da andernfalls die Erstellung des sekundären Outputs entbehrlich wäre. Der sekundäre Input und Output spielen offensichtlich für das Datenmanagement und ablaufende Wissensprozesse eine wesentliche Rolle.

2.1.2 Geschäftsprozesskunde

Jeder Output eines definierten Geschäftsprozesses hat einen Kunden als Senke, an den das primäre Output-Objekt geliefert wird.¹² Sinngemäß besitzt jeder Geschäftsprozess auch eine Quelle, die das Input-Objekt liefert. Analog zu den primären und sekundären Input und Output-Objekten lassen sich auch primäre und sekundäre Kunden unterscheiden.¹³ Laut FISCHERMANNNS sollte ein Geschäftsprozess nur einen primären Kunden besitzen, demzufolge hat der Geschäftsprozess auch nur einen Lieferanten, der gleichzeitig der primäre Kunde ist. Daraus resultiert eine eindeutige Kunden-Kunden-Beziehung.¹⁴

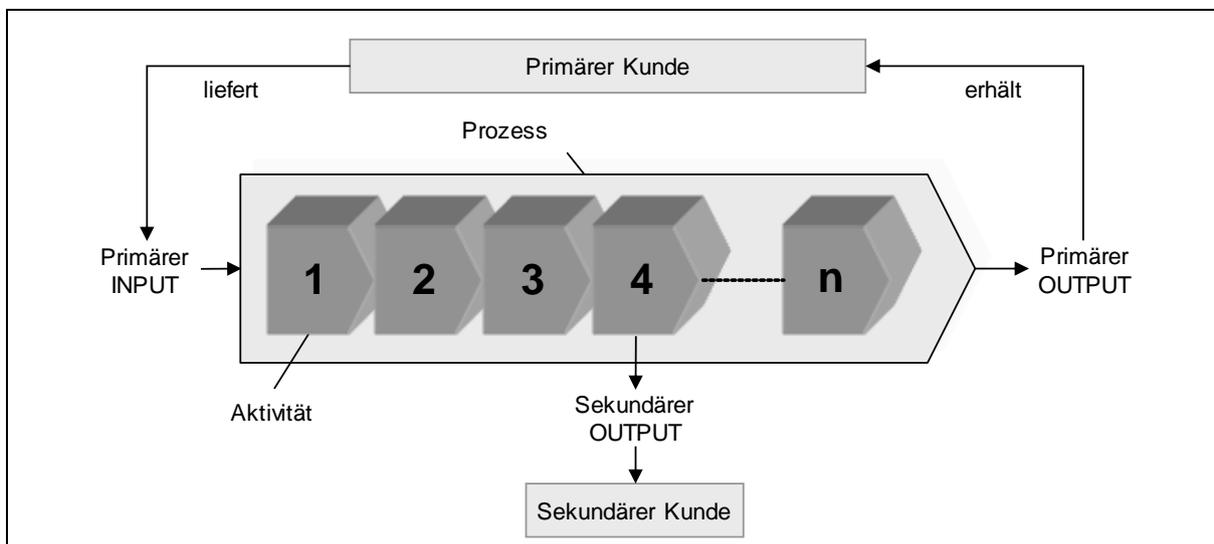


Abbildung 2-3: Primärer und sekundärer Geschäftsprozesskunde ¹⁵

Der primäre Kunde triggert den Geschäftsprozess und markiert mit dem Erhalt des primären Outputs das Geschäftsprozessende. Sekundäre Kunden hingegen nehmen Neben- oder Zwischenergebnisse in Form von sekundären Outputs in Empfang und haben ihre Schnittstelle zum Geschäftsprozess innerhalb der Aktivitätenkette.

Bezüglich des Begriffes Kunde lassen sich mehrere Definitionen interpretieren, da dieser von Organisationseinheiten und Geschäftsprozessen bis zu einzelnen Personen reicht. Wichtigstes Kriterium ist der Leistungsempfang, der aber nicht zwingend mit einer Entschädigung für die erbrachte Leistung in Zusammenhang stehen muss.

¹² Vgl. DAVENPORT u. a. [1990], S. 11-27

¹³ Vgl. HARRINGTON [1991], S. 72

¹⁴ Vgl. FISCHERMANNNS u. a. [2001], S. 24

¹⁵ Vgl. SCHANTIN [1999], S. 43

2.1.3 Transformation im Sinne der Wertschöpfung

Die Transformation von Input in einen Output bezweckt die Erzielung einer Wertschöpfung. Klassisch kann man hierbei in physische (z.B. Bearbeitung eines Werkstoffes), in informationelle (z.B. Erstellung eines Datenbankeintrages), in raumzeitliche (z.B. Transport), physiologische (z.B. Operation an einem Patienten) oder psychologische (z.B. Unterhaltung durch Kinobesuch) Dimensionen als Basis der Transformation unterscheiden.¹⁶ Der Wert ist hierbei Ausdruck der Wichtigkeit, die eine Leistung für den Kunden darstellt. Die aus dem Geschäftsprozess resultierende Leistung muss für den Kunden des Geschäftsprozesses, dem Leistungsempfänger, Nutzen bringen, d.h. Bedürfnisse befriedigen.¹⁷ Im Wesentlichen sind nur jene Aktivitäten des Geschäftsprozesses für die Unternehmung von Bedeutung, die eine Wert- bzw. Nutzensteigerung aus Sicht des Kunden zur Folge haben.¹⁸

2.1.4 Durchgehende Geschäftsprozessverantwortung

Werden die Aktivitäten zur Auftragsabwicklung durchlaufen, so werden diese meist in verschiedenen organisatorischen Einheiten durchgeführt. Grund dafür ist die funktionale Anordnung der Organisationsstruktur, wodurch die Geschäftsprozessverantwortung in erster Linie fragmentiert wird.

Dem entgegenwirkend wird ein Geschäftsprozessverantwortlicher (auch "Business Process Owner" oder "Geschäftsprozess-Eigner") ernannt, der wie der Name schon bezeichnet, Rechenschaft für die Qualität des Geschäftsprozesses geben muss. In seiner Zuständigkeit liegt die durchgängige Verantwortung für den Geschäftsprozess. Dabei spricht HAMMER aber von der Mitverantwortung der Mitarbeiter, die die Tätigkeiten Organisationsstruktur übergreifend erledigen.¹⁹

Diese durchgehende Geschäftsprozessverantwortung ermöglicht es auch, das operative Engineering Data Management zu betreiben und notwendige strategische Anforderungen zu verwirklichen.

2.1.5 Geschäftsprozessressourcen

Um die Transformationsvorgänge während des Geschäftsprozesses zu ermöglichen, werden verschiedene Typen von Ressourcen verwendet. In der Betriebswirtschaftslehre hat sich die Einteilung der Produktionsfaktoren nach GUTENBERG in elementare und dispositive Faktoren durchgesetzt.²⁰

WOHINZ²¹ teilt die genannten Faktoren nach Gebrauchs- und Verbrauchskriterien in zwei Klassen. Die Potentialfaktoren stehen in der Unternehmung zum wiederholten Einsatz in Form von Personenkapazität und Betriebsmittelkapazität zur Verfügung. Demgegenüber stehen die Repetitivfaktoren, die alle Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe sowie Halb- und Fertigerzeugnisse umfassen und die in die erstellten Leistungen direkt eingehen oder zum Einsatz der Betriebsmittel erforderlich sind.

Der Teil der Elementarfaktoren der Systematik von GUTENBERG wurde von anderen Autoren modifiziert und explizit um den Produktionsfaktor Information erweitert.^{22,23} Eine Weiterentwicklung dieser Struktur fand durch die Umbenennung des Produktionsfaktors Information

¹⁶ Vgl. HAUSER [1996], S. 16

¹⁷ Vgl. FISCHERMANN u. a. [2001], S. 26

¹⁸ Vgl. ENGELMANN [1995], S. 45

¹⁹ Vgl. HAMMER [1997], S. 103

²⁰ Vgl. GUTENBERG [1997]

²¹ Vgl. WOHINZ [2003a], S. 226

²² Vgl. PICOT [1990], S. 16-14

²³ Vgl. WITTE [1972], S. 64

in den Produktionsfaktor Wissen statt.²⁴ Dies wird dadurch begründet, dass der Kombinationsprozess der klassischen Elementarfaktoren nach GUTENBERG den Einsatz von Wissen erfordert, da die über das gesamte betriebswirtschaftliche Geschehen vorliegenden Informationen zweckorientiert vernetzt werden müssen.

Mit dem Wandel zur "Wissensgesellschaft" gewinnt der Produktionsfaktor Wissen zunehmend an Bedeutung, weshalb neue Managementtechniken zur Planung, Steuerung, Organisation und Kontrolle der Ressource Wissen vorausgesetzt werden.²⁵

2.2 Prozessorientierung kontra Funktionsorientierung

Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts wurden nach TAYLOR die Schwerpunkte der Organisationslehre auf arbeitstechnische Probleme auf untersten Managementebenen der Fertigung und Verwaltung gelegt. FORD legte sein Augenmerk auf die Rationalisierung der Massenfertigung, die durch eine extreme Form der Spezialisierung erreicht wurde. Im Bereich Unternehmungsführung definierte SLOAN, dass es zur Anwendung der Grundsätze der Arbeitsteilung auf das Management kommen muss und somit war die funktionale Organisation geschaffen.²⁶

Später, ab den dreißiger Jahren, stellte NORDSIECK erstmals eine dualistische Sichtweise auf die Unternehmung vor, bei der er in Aufbau- und Ablauforganisation unterschied. Dabei wurde unter dem Begriff der Aufbauorganisation eine Gliederung der Unternehmung in arbeitsteilige Einheiten und in Koordination unterschieden. Die Ablauforganisation war sinngemäß die Strukturierung von Arbeits- und Bewegungsvorgängen.²⁷

Ab den achtziger Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts gewinnt die Flussorientierung eine größere Bedeutung. Die Unternehmung und deren Umfeld können als Fließsystem betrachtet werden.²⁸ Dabei wird eine durchgängige Orientierung der Unternehmung beim Lieferanten beginnend bis zum Kunden verstanden.

2.2.1 Geschäftsprozessorientierung

Folgende Kennzeichen können der Geschäftsprozessorientierung zugewiesen werden:

Die Geschäftsprozesse werden von der Geschäftsstrategie abgeleitet. Diese ergeben sich aus der strategischen Unternehmensanalyse und den daraus abgeleiteten Aufgaben.²⁹ Dabei stellen die Geschäftsprozesse die Verknüpfung zwischen der strategischen Ebene und der anwendungsorientierten (Informationssystem-) Ebene, wie das im Business Engineering nach ÖSTERLE³⁰ der Fall ist, dar.

Die Kundenorientierung dominiert die Gestaltung der Geschäftsprozesse. Der Kunde ist der "Trigger" für den Geschäftsprozess. Er empfängt den Leistungsoutput und muss einen wahrnehmbaren Nutzen erfahren.³¹

Die Gliederung der Organisation erfolgt nach den in der Unternehmung durchgeführten Geschäftsprozessen und die strenge funktionale Struktur weicht einer geschäftsprozessorientierten.³²

²⁴ Vgl. STEWART [1998]

²⁵ Vgl. REHÄUSER u. a. [1996], S. 6

²⁶ Vgl. zitiert in BECKER u. a. [2000a], S. 3

²⁷ Vgl. zitiert in KRALLMANN u. a. [2002], S. 245ff

²⁸ Vgl. KLAUS [1994], S. 331-348

²⁹ Vgl. BECKER u. a. [2000b], S. 111ff

³⁰ Vgl. ÖSTERLE [1997], S. 16ff

³¹ Vgl. REMUS [2002b], S. 14

³² Vgl. ALLWEYER [2005], S. 17

In den Geschäftsprozessen findet Wertschöpfung statt. Demzufolge sind wertschöpfende von nicht wertschöpfenden Geschäftsprozessen zu unterscheiden und nach Möglichkeit müssen nicht wertschöpfende Tätigkeiten eliminiert werden.³³ PORTER differenziert in seinem Modell der Wertkette in primäre und unterstützende Aktivitäten. Primäre Aktivitäten sind wertschöpfende Tätigkeiten mit einem direkten Bezug zum Produkt oder der Dienstleistung. Sekundäre Aktivitäten sind Supportprozesse die notwendig sind, um Kernprozesse auszuführen.³⁴ Für eine erfolgreiche Einführung und Aufrechterhaltung der Geschäftsprozessorientierung müssen Lernprozesse etabliert werden. Ein kontinuierlich durchgeführter Verbesserungsprozess sichert die nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmung.

Neben dieser Reihe von Vorteilen hat sich in der Vergangenheit vermehrt der Trend gezeigt, dass eine zu fundamentale, radikale und dramatische Einführung der Geschäftsprozessorientierung, wie sie HAMMER/CHAMPY in einer "Radikalkur" für die Unternehmung prolongiert hatten, nur selten zum Erfolg führte. Gerade diese radikalen „Business Reengineering“ Projekte scheiterten.

2.2.2 Geschäftsprozesse kontra Funktionen

Unter der Orientierung nach Funktionen versteht man traditionell die hierarchisch bzw. vertikal ausgerichtete Organisation. Leistungserstellung entsteht in den Abteilungen isoliert und dezentral.

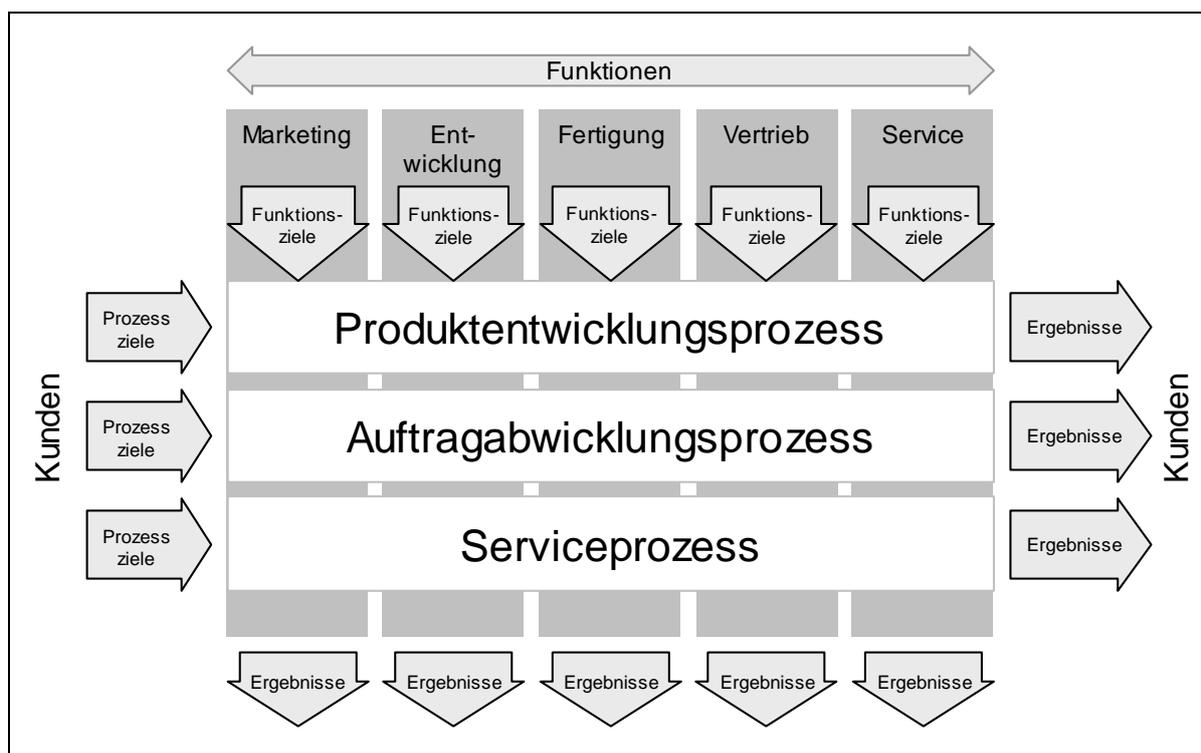


Abbildung 2-4: Geschäftsprozesse kontra Funktionen ³⁵

Erst die durchgängige Kundenorientierung schaffte einen geschlossenen Kreislauf ausgehend von den Kundenwünschen bis zu den Leistungen, die der Kunde empfängt. Dadurch sind für den Geschäftsprozess das Geschäftsprozessziel und der Output in Form von Ergebnissen fixiert.

³³ Vgl. KRALLMANN u. a. [2002], S. 249

³⁴ Vgl. PORTER [1989], S. 63ff

³⁵ Vgl. SCHMELZER u. a. [2001], S. 38

Um in funktionalen Strukturen mehr Flexibilität und Durchgängigkeit zu erhalten, werden oft Matrixorganisationen ähnlich den Matrix-Projektorganisationen³⁶ installiert.

Dadurch wird man der horizontalen bzw. geschäftsprozessorientierten Ausrichtung teilweise gerecht. Die nicht gelöste Problematik der zugewiesenen Verantwortlichkeit für den Geschäftsprozess bleibt aber bestehen und sorgt in nicht eindeutigen Situationen für verstärkte Kommunikationskomplikationen.

In reinen Geschäftsprozessorganisationen werden funktionale Gliederungen aufgelöst und durch Geschäftsprozesse ersetzt. Die kundenorientierte durchgängige Sichtweise wird durch Geschäftsprozessverantwortliche verstärkt, indem diese für die Erreichung der Geschäftsprozessziele verantwortlich sind.³⁷

2.3 Realisierungsansätze der Geschäftsprozessorientierung

Seit Beginn der neunziger Jahre wurden mehrere Ansätze zur Einführung der Geschäftsprozessorientierung in Unternehmungen entwickelt und angewandt. Im Folgenden sollen die wichtigsten Vertreter erläutert werden.

2.3.1 Business Reengineering (BR)

Dieses Konzept der Umstrukturierung von Organisationen sieht ein radikales Redesign von Unternehmungsprozessen vor. Als berühmteste Vertreter des Business Reengineering (BR) sprachen sich HAMMER/CHAMPY³⁸ und DAVENPORT³⁹ für die rasche Transformation der Organisation in eine geschäftsprozessorientierte Unternehmung aus. Gemessen an den Zielgrößen Kosten, Zeit, Qualität und der verstärkten Kundenorientierung sollen Kernprozesse der Unternehmung neu geordnet und modelliert und anschließend in einem straffen Umsetzungsprojekt realisiert werden. Entscheidend sind der Abbau von nicht wertschöpfenden Geschäftsprozessen und die Fokussierung auf bestehende oder neu zu erschließende Kernkompetenzen.

Die Ansätze des Business Reengineering wurden von anderen Autoren aufgegriffen und weiterentwickelt. Synonym verwendete Begriffe sind z.B. Business Process Reengineering, Business Engineering, Business Process Redesign. Für den deutschsprachigen Raum konnten sich vor allem die Ansätze von ÖSTERLE und SCHEER durchsetzen.

2.3.2 Business Engineering (BE)

Für ÖSTERLE⁴⁰ verläuft Business Engineering nach einem Top-down Prinzip, bei dem ausgehend von der Geschäftsstrategie über den Geschäftsprozess die Verbindung zum Informationssystem geschaffen wird. Er erweitert dieses Vorgehen aber um die praxisüblichen Gegebenheiten, dass ein Projekt zum Business Engineering auf jeder der drei Ebenen positioniert sein kann, wenn die beiden anderen Ebenen mit einbezogen werden.

Abbildung 2-5 zeigt schematisch die Integration der von Geschäftsstrategie, Prozesse und Informationssysteme mit den verschiedenen Disziplinen eines Unternehmens. Demnach ist zu jedem Themenbereich eine Strategie-, Prozess- und Systembetrachtung vorzunehmen, auch wenn diese auf unterschiedlichen Unternehmensebenen laufen.

³⁶ Vgl. WOHINZ u. a. [2005], S. 118

³⁷ Vgl. SCHMELZER u. a. [2001], S. 38

³⁸ Vgl. HAMMER u. a. [1993]

³⁹ Vgl. DAVENPORT [1993]

⁴⁰ Vgl. ÖSTERLE [1995], S. 24

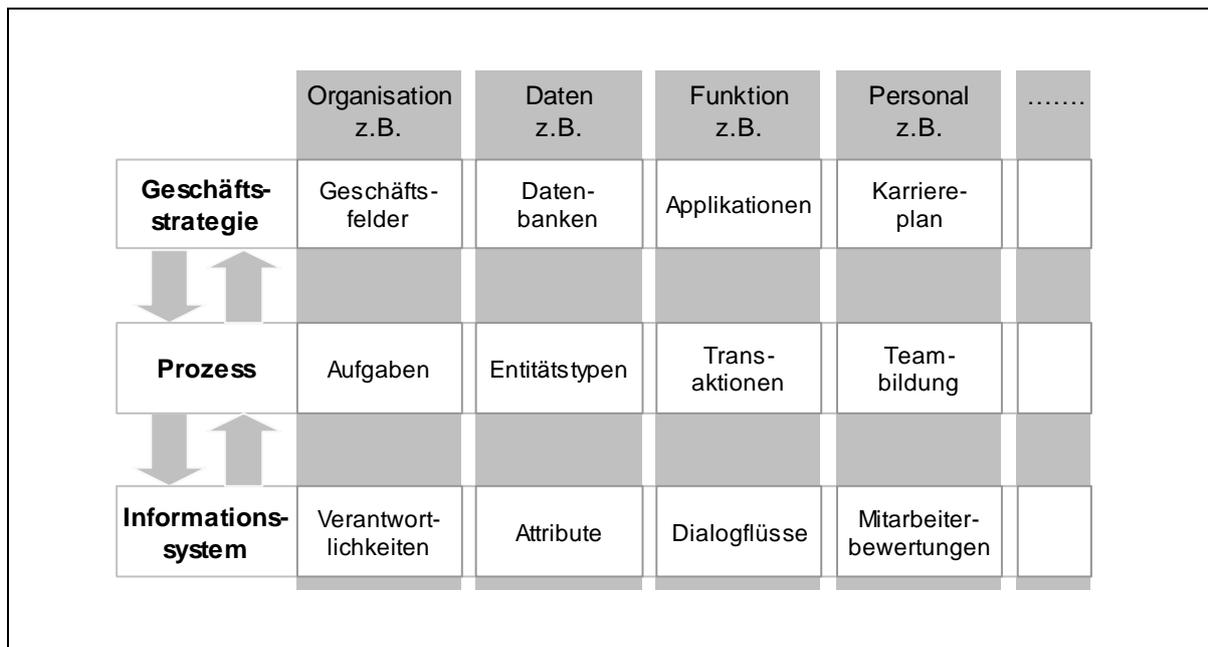


Abbildung 2-5: Dimensionen des Business Engineerings ⁴¹

Die Geschäftsstrategie bestimmt die Rahmenbedingungen für die Unternehmung, wobei auf dieser Ebene Entscheidungen für z.B. Geschäftsfelder IT Strukturen, etc. zu treffen sind. In der Geschäftsprozessebene werden Aufgaben, Personenzuweisungen zu Teams festgelegt. Diese Definitionen bilden den Rahmen für die nächste Detaillierungsstufe, nämlich die Ebene der Informationssysteme. Modellierte Geschäftsprozesse werden in Anwendungen der Informationssysteme umgesetzt und beide bilden so die Basis für EDM Prozesse und Systeme.

Mit dieser Systematik ist in eine Verbindung von der Strategie zur operativen Applikation geschaffen. Demnach transformiert das Business Engineering die Industriegesellschaft in eine Informationsgesellschaft und damit wird in den theoretischen Betrachtungen (siehe Kapitel 5.1.4) auch ein Bezug vom Geschäftsprozessmanagement zum Engineering Data Management hergestellt.

2.3.3 Prozessorientiertes EDM als integrierter Management-Ansatz

EDM als integrierter Management-Ansatz im Engineering hat wie bereits erwähnt einen entscheidenden Einfluss auf den Unternehmenserfolg. Die erfolgreiche Einführung von EDM-Lösungen wird daher in Zukunft eine wichtige Komponente der Unternehmensstrategie bilden. Eine systematische Entwicklung und Umsetzung einer langfristigen EDM-Strategie als Teil der gesamten Unternehmens-Strategie wird dabei hilfreich sein.

Die strategische EDM-Einführung ist unternehmensindividuell. Dabei kann heute auf zahlreiche Methoden und Erfahrungen erfolgreicher EDM-Anwender zugegriffen werden. Best-Practice-Erfahrungen können dabei vor Fehlern und Fehlentscheidungen schützen, reichen aber nicht aus, um Wettbewerbsvorteile zu generieren. Daher sollte ein Unternehmen bestehende Erfahrungen kritisch überprüfen und selektiv übernehmen, aber auch neue, innovative Konzepte wagen und umsetzen. Manager von Unternehmen, die auch in Zukunft überleben und erfolgreich sein wollen, müssen trotz des enormen operativen Drucks die Bedeutung des strategischen Managements erkennen und ihm Aufmerksamkeit und Zeit widmen.

⁴¹ Vgl. ÖSTERLE [1995], S. 30

Zur Bewältigung bzw. zum erfolgreichen Ablauf dieser sehr komplexen, verteilten und wissensbasierten Engineering-Prozesse mit den beteiligten Mitarbeitern und unterstützenden IT-Systemen ist die Einführung eines effizienten Engineering Managements unabdingbar. Als integrierter Ansatz für das Engineering Management im gesamten Lebenslauf eines Produktes hat sich in den letzten Jahren das Product Lifecycle Management durchgesetzt. PLM umfasst wie bereits erwähnt Konzepte, Methoden und Werkzeuge zum Management von produktdefinierenden Daten und von Engineering- Prozessen sowie zur Integration operativer Methoden und Anwendungssysteme (z.B. CAD, CAE, CAM) in kooperativen, global verteilten Produktlebenszyklen unter Einbeziehung von Herstellern, Kunden, Zulieferern und Partnern.

Engineering Data Management – in diesem Begriff steckt zwar das Wort Management, doch fühlt sich die obere Managementebene von Industrieunternehmen davon selten angesprochen. Der Begriff enthält auch das Wort Daten, das eher nach Management von Computersystemen, Softwareapplikationen, oder nach Systemadministration auf einem speziellen Gebiet klingt, also nach einer Aufgabe, um die sich einer der Verantwortlichen für die Informationstechnologie im Unternehmen kümmern sollte.

Aber EDM erscheint als etwas, das sich sehr gründlich von rein technischen Aufgabenstellungen unterscheidet und auf der Prioritätenliste eines Geschäftsführers oder Bereichsleiters hoch angesiedelt sein sollte. Ein strategisches Thema eben, von dessen richtiger Behandlung wichtige Bestandteile der Firmenstrategie in hohem Maße abhängen.

EDM ist deshalb ein Thema für das Management, da ohne den sinnvollen und intensiven Gebrauch der modernen Technologien nämlich die notwendigen organisatorischen Voraussetzungen für die Entwicklung innovativer Produkte zu vertretbaren Preisen und in der geforderten Kürze der Zeit nicht zu schaffen sind. EDM kommt hier eine Schlüsselrolle zu, denn ohne den richtigen Einsatz von innovativen Technologien gibt es auch keine innovativen Prozesse und ohne innovative Prozesse gibt es schwerlich innovative Produkte. Und ohne letztere gibt es auch keine Wettbewerbsfähigkeit, erst recht keine Marktführerschaft. Es hängt also eine ganze Menge daran, wie die Manager sich diesen Aufgaben stellen.

Die Unternehmensführung kann den Fachbereichen die Entscheidung über das Produktdatenmanagement nicht einfach so überlassen. Denn es gibt eine Reihe von Gründen, dass gerade in dieser Frage der einzelne Fachbereich eine andere Sichtweise hat, als das Unternehmen. EDM betrifft in erster Linie die Produktentwicklung, aber seine Bedeutung trifft im Zusammenwirken mit PLM fast alle Bereiche eines Unternehmens.

Wie bereits erörtert, werden entlang eines Geschäftsprozesses Daten und Informationen erzeugt und benötigt. Die Abbildung dieser Prozesse mit allen Funktionen, Daten, Informationen und IT-Systemen bildet somit eine ideale Grundlage für EDM-Strategien und darüber hinaus eine ideale Plattform zur Pflege und Kontrolle implementierter EDM-Prozesse. Von dieser Vorgehensweise profitieren nicht nur Anwender der IT-Systeme, sondern es wird auch eine „schlanke“ IT-Infrastruktur möglich mit ebenfalls „schlanken“ Datenstrukturen.

Mit der generischer Darstellung der EDM-Prozesse kann ein Überblick über die EDM-Thematik in Wechselwirkung zu den Geschäftsprozessen gegeben werden, wobei der Prozesslandkarte eine besondere Bedeutung zukommt.

Mit Hilfe einer Prozesslandkarte lassen sich Geschäftsprozesse im Rahmen von EDM-Strategien visualisieren und nach Managementprozessen, Kern- und Supportprozessen gliedern. Durch Unterprozesse beliebiger Tiefe kann man in den Einzelsegmenten alle Prozesse erreichen, die den Product Lifecycle eines Produktes beschreiben, im Kontext EDM speziell die des Produktentwicklungsprozesses.

2.4 Geschäftsprozessmanagement - Tools

Unter Geschäftsprozessmanagement-Tools (GPM-Tools) oder Business Process Management Systeme (BPMS) werden Applikationen verstanden, welche die Modellierung, Analyse, Simulation, Optimierung und Steuerung von Prozessen unterstützen. Die verschiedenen Tools betrachten in der Regel Organisation, Aufgaben bzw. Ablauf der Aufgaben und die zugrunde liegenden Datenmodelle.

Zentrale Business Process Engines (BPE) ermöglichen die Abbildung und Koordination der relevanten Wertschöpfungsaktivitäten im Sinne einer Orchestrierung. Im Zusammenspiel mit Workflow-Funktionalitäten dienen diese primär der operativen Prozesssteuerung, z.B. durch den Transport der in einem Geschäftsprozess zu bearbeitenden elektronischen Bearbeitungsmappen von einem Arbeitsplatz zum anderen.

Die Geschäftsprozessabbildung und -ausführung sind integrale Bestandteile der Business Process Engine. Die darauf aufbauenden Anwendungssysteme erhalten automatisch eine stärkere Geschäftsprozessorientierung. Die Kombination von Gestaltung, Ausführung und Überwachung der betrieblichen Wertschöpfungsaktivitäten macht eine Unterstützung des gesamten Prozesslebenszyklus möglich. Insbesondere ermöglichen sie eine applikationsübergreifende Produktdaten-Integration und stellen den konsistenten Zugriff in verteilten Umgebungen sicher. Die Steuerung des Entwicklungsprozesses kann durch die Workflow-Funktion der Prozess-Plattform bzw. durch Workflow-Management-System (WFMS) wahrgenommen werden.

Sie bilden aber auch die Basis für die prozessorientierte Steuerung des Engineering Data Managements. Entsprechende Parameter und Trigger des BPMS müssen daher durch Schnittstellen oder in entsprechende Datenmodelle integriert auf das EDM einwirken bzw. an dieses übergeben werden. Je nach Funktionsumfang und Komplexität der Tools werden nur einzelne Teilbereiche (z.B. nur Modellierung) oder alle funktionalen Ausprägungen unterstützt und sind daher auch mit verschiedenen Integrationstiefen in EDM-Systemen (EDMS) implementiert. Die grundlegende Funktion der „Workflow Steuerung“ ist in einem EDM - System bereits integriert. Es gibt verstärkte Bemühungen die Schnittstellen von GPM-Tools zu WFMS und EDMS zu standardisieren bzw. die GPM Funktionen noch besser in diese zu integrieren.

BPMS unterstützen auch bei der Durchführung von operativem Geschäftsprozesscontrolling wobei primär die Effizienzsteigerung von Geschäftsprozessen verfolgt wird. Diese Optimierung von Geschäftsprozessen hat vor allem auch Auswirkung auf das operative Engineering Data Management. Das operative Geschäftsprozesscontrolling kann umgekehrt durch das EDM-Tracking und -Monitoring-System mit Kennzahlen des operativen Datenmanagements beliefert werden und somit rekursiv zumindest auf die Gestaltung der Teilprozesse von Geschäftsprozessen Einfluss nehmen. Erkenntnisse des Geschäftsprozesscontrollings sind unter anderem auch als Grundlage für die strategische Ausrichtung der Systementwicklung sowie der Entwicklung einer unternehmensweiten EDM Road-Map heranzuziehen. Dabei geht es vor allem darum, die Ausrichtung der Systeme auf funktionaler Ebene mittelfristig zu gestalten. Voraussetzung für diesen kontinuierlichen wechselseitigen Verbesserungsprozess zwischen Geschäftsprozess, Systementwicklung und Datenmanagement ist jedoch ein hoher Implementierungsgrad all dieser Elemente im Unternehmen.

Geschäftsprozesse werden vor allem, wenn auch Unternehmensressourcen, Produktionsfaktoren und Logistikprozesse Berücksichtigung finden, in so genannten Enterprise Resource Planning Systemen (ERP) verwaltet. Sie werden dabei aber eher abgebildet und gesteuert als modelliert.

2.5 Zusammenfassung zur Prozessorientierung im Management

Dieses Kapitel beschreibt die wesentlichen Aspekte der Prozessorientierung im Management mit dem Geschäftsprozess als Untersuchungsobjekt. Zunächst wird eine Definition des Begriffes „Geschäftsprozess“ gegeben und auf die Komponenten, den Kunden und die erforderlichen Ressourcen eines Geschäftsprozesses eingegangen.

Es zeigt die Vorteile der Geschäftsprozessorientierung im Vergleich zur Funktionsorientierung. Die Funktionsorientierung hatte für die Rationalisierung der Massenfertigung und Fließbandarbeit ihre Berechtigung, wird aber durch eine notwendige flexiblere Gestaltung der Produktentwicklung immer mehr in Frage gestellt. Stattdessen wird die Geschäftsprozessorientierung aufgrund der besseren Kundenorientierung und der verbesserten koordinierten Abwicklung von Arbeitsgängen in der Literatur bevorzugt. Auch mögliche Realisierungsansätze für das Geschäftsprozessmanagement werden kurz behandelt. Business Engineering und Business Reengineering sowie das prozessorientierte EDM als integrierter Management-Ansatz wurden vorgestellt.

Die Funktionen und Anwendungen von Geschäftsprozessmanagement-Tools sowie deren mögliche Schnittstellen zu WFMS und EDMS zeigen, dass aus systemtechnischer Sicht nichts gegen eine stärkere Integration von GPM und Datenmanagement spricht.

Damit ist ein effizientes Geschäftsprozessmanagement eine wichtige Basis und Schnittstelle zur prozessorientierten Integration von Wissensmanagement in das Engineering Data Management.

3 Engineering Data Management

In diesem Kapitel sollen die grundlegenden Aspekte des Engineering Data Management (EDM) im speziellen Zusammenhang mit dem Arbeitstitel beleuchtet und bearbeitet werden.

Um hierfür den richtigen Zugang zu finden, kann neben der grundlegend funktionsorientierten Betrachtung des EDM dieses auch aus der prozessorientierten und aus der systemtechnischen Sicht betrachtet werden. Die systemtechnische Sicht beschäftigt sich vorwiegend mit den Funktionen, Methoden und Systemen welche im EDM zum Einsatz kommen. Die prozessorientierten Ansätze des EDM ordnen sich in dieser Arbeit grundsätzlich den Erkenntnissen des PLM-Ansatzes unter.

Das Kapitel zeigt die Entwicklung des EDM und gibt eine Definition des Begriffes. Des Weiteren werden die Datenbasis des EDM und deren Rolle in der Produktentwicklung sowie der Aufbau eines EDM-Systems mit seinen wichtigsten Funktionen gezeigt. Beispiele zu integrierten EDM-Anwendungen in der Produktentwicklung zeigen das Potential zum effizienten Einsatz von EDM.

Abschließend zu diesem Kapitel sollen die beiden EDM-Sichten als Überleitung zu den folgenden Hauptkapiteln wieder zu einer Gesamtsicht zusammengeführt und als Basis für die weiteren Betrachtungen zur prozessorientierten Integration des Wissensmanagement in das Engineering Data Management definiert werden.

3.1 Der Begriff Engineering Data Management (EDM)

EDM ist ein Konzept zur bereichsübergreifenden Integration der Informationsflüsse bzw. Datenflüsse und der Abläufe in den Geschäftsprozessen im gesamten Lebenszyklus von Produkten. Als Engineering Daten werden dabei alle technisch orientierten Daten und Dokumente bezeichnet, die im Verlauf des Produktentwicklungsprozesses erzeugt oder verwendet und für die Weiterverarbeitung gespeichert werden. Sie werden stets produktbezogen strukturiert und gehandhabt, so dass man auch von Produktdaten bzw. Produktdatenmanagement (PDM) spricht. Die Produkt- und Prozessdaten sind Inhalt von Metadateien und von verschiedenen Formen von Dokumenten. Unter EDM werden alle Funktionen zusammengefasst, die für die Bearbeitung und Verteilung der Produkt- und Prozessdaten sowie von Dokumenten erforderlich sind. EDM-Systeme übernehmen hierbei die Speicherung, Verwaltung und Bereitstellung aller produkt- und prozessbeschreibenden Daten und Dokumente als Teilmenge im gesamten Produkt-Lebenszyklus.⁴²

3.1.1 Das Y-CIM-Modell

Mit der Entwicklung des Computer Integrated Manufacturing (CIM) zu Beginn der 80er Jahre begann der Versuch, industrielle Geschäftsprozesse mittels Informationstechnologien integriert zu steuern. Insbesondere sollten logistische Teilfunktionen eines Unternehmens sowie Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten ganzheitlich betrachtet und gesteuert werden. Die technische Prozesskette fokussiert den Entwicklungs- und Herstellungsprozess der tatsächlichen Produkte. Aufgabe hier ist die Planung und Realisierung des Produktportfolios. Dies beinhaltet auf Planungsebene die Konstruktion und Absicherung der Produkte. Darüber hinaus muss aber auch das Produktionsumfeld zur Fertigung der konstruierten Produkte geschaffen werden. Hierunter fällt insbesondere die Definition der Arbeitspläne für die Mitarbeiter sowie die Implementierung der Steuerprogramme für die Fertigungsmaschinen. Beides wird auf Fertigungsebene zur Herstellung umgesetzt, also die Arbeitspläne von Mitarbeitern sowie die Steuerprogramme von den Maschinen aufgeführt.

⁴² In Anlehnung an ABRAMOVICI u. a. [1993]

Nach SCHEER⁴³ betrachtet das Y-CIM-Modell im Kern die betriebswirtschaftliche und die technische Prozesskette in der Fertigung, siehe Abbildung 3-1.

Die betriebswirtschaftlichen Aufgaben zielen dabei auf die Planung und Durchführung von Fertigungsaufträgen. Im Rahmen der Planungsebene wird hier die Gesamtheit der Aufträge zeitlich eingeplant sowie die für die Fertigung notwendigen Materialien ermittelt und disponiert. Auf Fertigungsebene erfolgen dann die Feinplanung der Aufträge, die Realisierung der Fertigungsaufträge sowie die Rückmeldung des Auftragsfortschrittes.

Die betriebswirtschaftliche und technische Prozesskette sind in ihrem Anfang unabhängig. Dies bedeutet allgemein, dass betriebswirtschaftliche Planung im Sinne der Auftragsplanung und technische Planung im Sinne der Produktentwicklung als entkoppelt angesehen werden können.

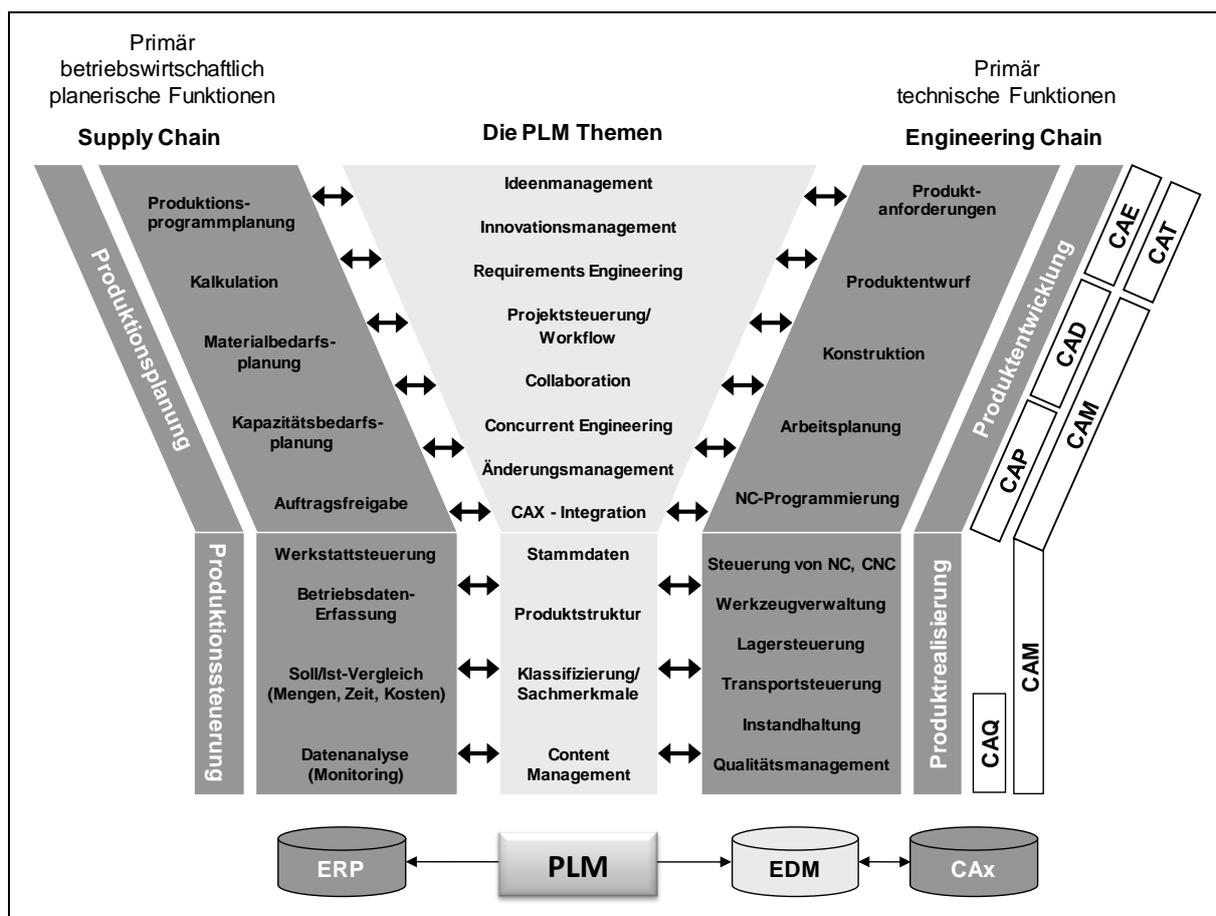


Abbildung 3-1: Y-CIM Modell für den Industriebetrieb

Aufgrund der dargestellten Beziehungen zwischen betriebswirtschaftlicher und technischer Prozesskette können im Rahmen einer graphischen Repräsentation beide Ketten auf Fertigungsebene als zusammenliegend beschrieben werden. Unter Voraussetzung einer sachlogischen und zeitlichen Flussrichtung von oben nach unten lassen sich die Sachverhalte als Y darstellen. Es symbolisiert, dass auf Planungsebene beide Prozessketten unabhängig sind, auf Fertigungsebene jedoch zusammenlaufen.

⁴³ Vgl. SCHEER u. a. [2005], S. 5

Abgrenzung von Produktionsplanung und -steuerung

Der linke Ast des Y-CIM-Modells stellt die betriebswirtschaftlich-logistische Prozesskette in Industrieunternehmen dar. Ausgehend von Absatzprognosen und Auftragsextrapolationen werden die Produktions- und Dispositionsplanungen vorgenommen. Auf Basis dieser längerfristigen Grobplanungen wird der Zeithorizont sukzessive verkleinert und die Planung somit weiter präzisiert. Der letzte Schritt innerhalb der industriellen Planungsaufgaben ist die Auftragsfreigabe, die gleichzeitig die Schnittstelle zur Produktherstellung darstellt.

Der rechte Ast des Y-CIM-Modells dominiert die Fragestellungen zur Konstruktionsunterstützung, Exploration von Kundenanforderungen oder die Methoden zur Produktabsicherung. So versucht das Marketing zu eruieren, welche grundlegenden Eigenschaften die Kundenzielgruppe von dem zukünftigen Produkt fordert bzw. welche Defizite aus Kundensicht an den bestehenden Produkten bestehen, die in neuen Produkten bestätigt werden sollen.

Diese Anforderungen gehen im Rahmen des Computer-Aided Engineering (CAE) in den frühen Produktentwurf ein. Die eigentliche Produktdefinition im Sinne einer Konstruktionsleistung erfolgt durch das Computer-Aided Design (CAD). Hier werden sowohl die Produktbestandteile spezifiziert als auch konstruktiv beschrieben. Dies umfasst neben Größen- und Gewichtsangaben auch Leistungsanforderungen, Materialvorgaben und Toleranzmaße für die Fertigung. Diese Produktdaten werden dann unter Einsatz von Konzepten und Anwendungssystemen des Computer-Aided Planning (CAP) in Fertigungsprogramme umgesetzt. Das Datenmanagement für diese Anwendungssysteme wird durch EDM zusammengeführt und gesteuert. Die Positionierung dieser Anwendungssysteme im Y-CIM Modell sind in Abbildung 3-1 dargestellt, eine genauere Beschreibung erfolgt in Kapitel 3.4.6.

Das Y-CIM Modell als allgemein gültige Darstellung dieser Themen lässt auch eine gute Abgrenzung und sachliche Positionierung des EDM-Ansatzes für diese Arbeit zu. EDM orientiert sich demnach auf die Seite der Leistungsgestaltung durch die primär technischen Funktionen mit dem Fokus auf den Engineering Prozess im Sinne der Produktplanung als Abgrenzung zur Produktrealisierung.

3.1.2 PLM als Grundlage für das EDM ⁴⁴

Globalisierung, Unternehmenskonzentration und Auslagerung von Prozessen oder kompletten Unternehmensbereichen haben in den letzten Jahren den Bedarf geweckt, die Kernprozesse von Unternehmen besser miteinander zu integrieren, zu optimieren und dazu die Möglichkeiten moderner Technologien noch effektiver zu nutzen. Höchste Priorität hat in diesem Zusammenhang die Gewährleistung der Konsistenz der Daten aus dem Produktentwicklungsprozess für alle weiteren Lebensphasen wie Produktion und Logistik sowie für die Kundenprozesse in Vertrieb, Marketing und Kundendienst, und Recycling.

Die Industrie sucht nach Konzepten, um die Produkte über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg in allen Geschäftsprozessen möglichst effektiv managen zu können. Für dieses strategische Konzept hat sich der Begriff Product Lifecycle Management (PLM) etabliert. Es sollte Branchen- und unternehmensspezifische Rahmenbedingungen berücksichtigen.

Der Lebenszyklus eines Produktes reicht von der ersten Produktidee und der Produktentwicklung über Produktion und Vertrieb bis hin zu Wartung und Marktentnahme. In diesen gesamten Prozess ist eine Vielzahl von Abteilungen involviert, die unterschiedlichen Informationsbedarf haben.

⁴⁴ Vgl. SCHEER u. a. [2005], S. 13ff

Ziel des PLM ist deshalb die optimale Gestaltung der Prozesse, insbesondere des Produktentwicklungsprozesses sowie die Bereitstellung aller erforderlichen Produktinformationen über den gesamten Lebenszyklus des Produktes hinweg.

Abbildung 3-2 zeigt einen typischen Lebenszyklus eines Produktes in der Automobilentwicklung. In dieser Darstellung sind auch die Anforderungen an das EDM und CAx für die jeweilige Phase des Lebenszyklus dargestellt.

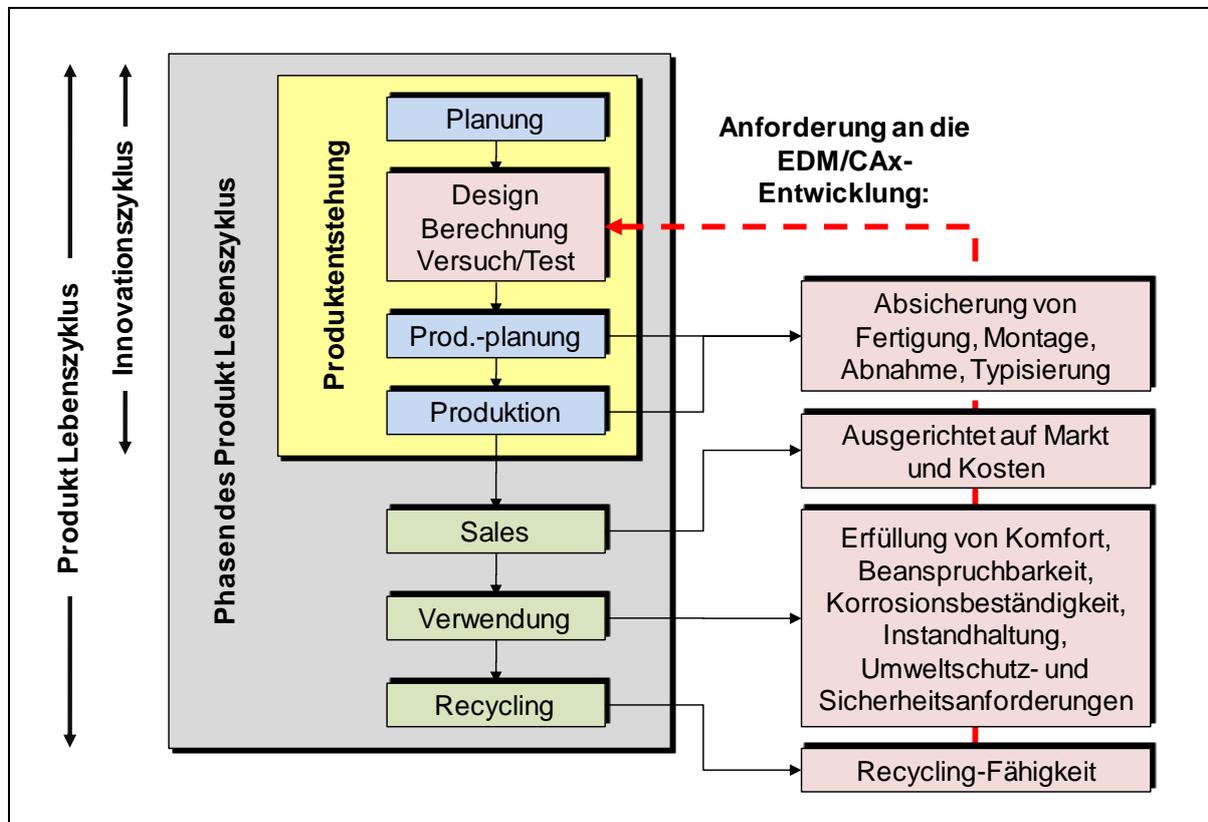


Abbildung 3-2: Product Life Cycle in der Automobilentwicklung⁴⁵

Das Management der Produktdaten und der Engineering-Prozesse im gesamten Produktlebenszyklus gehört heute zu den wichtigsten Managementinitiativen in der Industrie. So ist in nächster Zukunft mit einer starken Ausbreitung von PLM-Anwendungen vor allem auf mittelständische Unternehmen zu rechnen.

Entwicklung der PLM-Technologien

Die Ursprünge des Product Lifecycle Managements liegen ca. 25 Jahre zurück. Damals boten so genannte Ingenieurdatenbanken (Engineering Data Bases) informationstechnische Unterstützung bei der Verwaltung von Informationen und Daten, die im Bereich der Konstruktion entstanden. Der Schwerpunkt dieser Lösungen lag zu Beginn auf der Datenhaltung und der Integration von Systemen. Im Laufe der Zeit verstand man aber, dass hierbei nicht nur eine informationstechnische Aufgabe zu bewältigen war.

Der Begriff PLM - Product Lifecycle Management oder Produktlebenszyklus Management sorgt für einige Verwirrung durch verschiedene Sichten und Verwendung in unterschiedlichen Bereichen. Der PLM-Begriff ist heute nicht nur unterschiedlich, ungenau und unscharf definiert, sondern unterliegt auch einer permanenten Dynamik.

⁴⁵ Vgl. GRABOWSKI u. a. [2009]

PLM ist also ein Begriff, der von den Anwendern und den Anbietern von Software unterschiedlich verwendet wird.

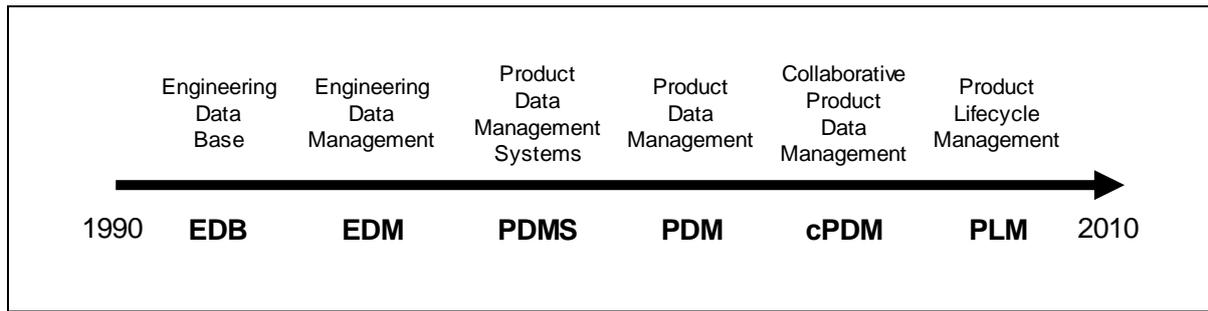


Abbildung 3-3: Entwicklung der PLM-Technologien ⁴⁶

Abbildung 3-3 zeigt die Entwicklung der PLM-Technologien und ihrer Begriffe über die letzten Jahre. So betrachten industrielle Softwareentwickler die eigenen angebotenen Systeme (z.B. CAD-, CAE-, DMU-, PDM-, oder ERP-Software) als PLM-Lösungen. Für IT-Integratoren ist PLM kein IT-System, sondern eine Integrationsplattform für Engineering - Anwendungen. Strategie-Berater dagegen definieren PLM als Vision, Strategie bzw. Management-Konzept. Auch systemneutrale Wissenschaftseinrichtungen oder Marktanalysten positionieren PLM je nach eigener Sicht entweder als Engineering- oder als Business-Ansatz bzw. als Lösung zum Management aller produktbezogenen Daten und Prozesse.

3.1.3 Definition Engineering Data Management (EDM)

Eine allgemein gültige und anerkannte Definition von EDM ist in der Literatur nicht zu finden. Sie lehnt sich immer an die Begriffe von PLM und PDM an, da diese auch die Kernelemente des EDM darstellen. Das Thema PDM wird noch in diesem Abschnitt genauer definiert. Es gibt in der Literatur aber doch den Versuch verschiedene Formulierungen für EDM zu finden:

- EDM bietet einen Ansatz zur Integration von Daten und Prozessen während des gesamten Produktentwicklungsprozesses und dienen als Rückrat der technischen und administrativen Informationsverarbeitung, indem sie Schnittstellen zu CAD- und PPS-Systemen sowie anderen CA-Applikationen bereitstellen.⁴⁷
- Engineering Data Management (EDM) bezeichnet die ganzheitliche, strukturierte und konsistente Verwaltung aller Daten und Prozesse, die bei der Entwicklung neuer oder der Modifizierung bestehender Produkte über den gesamten Produktlebenszyklus generiert, benötigt und weitergeleitet werden müssen.⁴⁸

Engineering Data Management System (EDMS)

EDMS agieren als Integrationsplattform, welche die über den Produktenwicklungsprozess benötigten Applikationssysteme (z.B. CAx-Anwendungen, Office-Programme, NC-Tools) über Schnittstellen zu einem Gesamtsystem verbinden. Neben den Daten der betreffenden Systeme wird auch der Prozess sowie die damit verbundenen Tätigkeiten verwaltet und gesteuert. Die Datenverwaltung bezieht sich auf die Definition, Generierung, Sicherung, Steuerung, Kontrolle und Verteilung der betreffenden Unternehmensdaten. Die über den Produktlebenszyklus anfallenden und durch EDMS verwalteten Daten können u. a. sein: Produktkonfigurationen (z.B. Stücklisten), CAD-Modelle und -Zeichnungen, beliebige Arten von Dokumenten in elektronischer und nicht elektronischer Form, Projekt- und Arbeitspläne.

⁴⁶ Vgl. PLM-PORTAL [2008]

⁴⁷ Aus BULLINGER [1999], S.37

⁴⁸ Vgl. EIGNER u. a. [2001], S.18

Neben der Verwaltung der Daten wird gemäß Definition auch der Prozess der Produktentwicklung bzw. -entstehung von EDMS definiert, gesteuert und kontrolliert. Dies geschieht über die Definition der Abläufe, der damit verbundenen „Stati“ und Statusübergänge, der Zugriffsberechtigungen und anderer Aktivitäten entlang der Prozessketten. Auch das Projektmanagement und die Terminplanung können in das EDMS integriert werden.

Der Einsatz von EDMS kann dabei in Teilbereichen oder unternehmensweit vollzogen werden. Damit ist der Einsatz nicht nur auf die klassischen Engineering-Bereiche in der Fertigungsindustrie beschränkt, sondern auch bei generellen Anforderungen hinsichtlich Informationsverwaltung und Vorgangssteuerung denkbar.

Das Potential von EDMS die integrierte Produkt- und Prozessgestaltung liegt somit einerseits im zentralen Management von Meta-Daten, die einen verteilten Zugriff auf stets konsistente Produktdaten ermöglichen und andererseits in der aktiven Steuerung der Erstellung, Änderung und Verteilung von Daten, wodurch ein systematisches Prozessmanagement auf Arbeits-, Team- und Managementebene ermöglicht wird.⁴⁹

Schwächen weisen EDMS heute vor allem noch in den Bereichen des standardisierten Datenaustausches, der Integration von Fremdapplikationen und der parallelen Bearbeitung von Dokumenten auf, was größtenteils aus der Heterogenität der einzubindenden CAx-Systeme resultiert. Ein weiteres Problem ist die Datenredundanz zwischen EDMS, PPS und ERP, wodurch ein durchgängiger Informationsfluss von der Produkt- und Prozessgestaltung in die Realisierungsphase erheblich behindert wird.⁵⁰

Verwandte Begriffe zu EDM

Bereits bei der Definition von PLM hat die Begrifflichkeit für Verwirrung gesorgt, welche durch die implizierte Systemorientierung von EDM und den dadurch hergestellten Bezug zu PDM noch verstärkt wird.

Der Begriff Engineering Data Management steht daher als Synonym für eine Reihe von Begriffen, die im Kern dieselbe Zielsetzung aufweisen: Diese sind u. a.:

- Produkt Daten Management (PDM)
- Engineering Database (EDB)
- Technische Informations-System (TIS)

Andere synonyme und verwandte Begriffe sind:

- Document Management (DM)
- Product Information Management (PIM)
- Technical Data Management (TDM)
- Technical Information Management (TIM)

In Amerika wiederum wird Engineering Data Management (EDM) als Product Data Management (PDM) verwendet.

Engineering Data Management im Sinne dieser Arbeit versteht sich, vereinfacht dargestellt, als Disziplin des Datenmanagements im Engineering Prozess, in Anlehnung an das PLM durch den Einsatz von EDM/PDM-Systemen.

⁴⁹ Vgl. ABRAMOVICI u. a. [1993], S. 21-28

⁵⁰ Vgl. SPUR u. a. [1997], S. 273

3.2 EDM in der virtuellen Produktentwicklung

3.2.1 Der Produktentwicklungsprozess

Das Resultat des Produktentwicklungsprozess (PEP) ist das intellektuelle Produkt, d.h. die Produktbeschreibung mit allen dazugehörigen Dokumenten, Beschreibungen, Spezifikationen, digitalen Modellen und Entwurfsunterlagen aller zugehörigen Betriebsmittel (z.B. Werkzeuge, Maschinen, Anlagen). Weitere Prozesse sind die Produktherstellung, deren Resultat das durch Fertigung und Montage sowie Einkauf entstandene physische Produkt ist, und die Bereitstellung der notwendigen operativen Ressourcen (Anlagen, Betriebsmittel, Personal, Finanzmittel).

Der PEP umfasst das Anforderungsmanagement, die Portfolio- bzw. Produktplanung, das Produktdesign, die eigentliche Produktentwicklung und -konstruktion, die Analyse, Berechnung, Simulation und Erprobung. Am Ende dieses Prozessabschnittes existiert eine vollständige Beschreibung des zunächst virtuellen Produkts. Darüber hinaus ist der Ingenieur im Rahmen der Produktdefinition in den Beschaffungsprozess Supply Chain Management (SCM), in die Konstruktion bzw. die Beschaffung der gesamten Betriebsmittel, die Planung der Fertigungs- und Montageprozesse (Prozessplanung) und in die technische Dokumentation involviert. All die daraus ableitbaren Anforderungen an die technische Produktdokumentation sind durch ein integriertes EDM-Konzept abzubilden.

Im Rahmen dieser Engineering-Prozesse werden Produkte sowie deren Realisierung, Herstellung, Nutzung und Entsorgung überwiegend von Ingenieuren technisch geplant, konzipiert, definiert, verifiziert und dokumentiert. Die meisten Engineering-Aktivitäten finden am Anfang des Produktlebens vor dem Realisierungs-/Herstellungsstart statt. Engineering-Aufgaben begleiten aber darüber hinaus das gesamte Produktleben. Die operativen Engineering-Prozesse und –Aufgaben werden durch eine Vielzahl von Methoden (z.B. Konstruktionsmethoden) und Werkzeugen (z.B. CAD-, CAE-, CAM-Anwendungen) unterstützt. Die durchgängig durch EDM unterstützten Engineering-Aufgaben werden auch unter dem Begriff „Digital Engineering“ oder „Virtual Engineering“ zusammengefasst.

Die Wandlung des Industrieumfeldes wird bei produzierenden Unternehmen in den nächsten Jahren zu folgenden wichtigen Veränderungen des Engineerings führen:

- Zunahme der ort- und disziplinübergreifenden Engineering-Kooperationen
- Fokus auf das Engineering innovativer multidisziplinärer Produkte bzw. auf Produkte mit eingebetteten Rechnerkomponenten und eigener „Intelligenz“
- Fokus auf das Engineering produktbezogener Services und von gesamten Kundenlösungen, bestehend aus Sach- und Dienstleistungen
- Verstärkte Einbindung von Kunden in den frühen Phasen des Produktlebens
- Zunehmende Bedeutung des Engineering in der Produktnutzungsphase und am Produktlebensende (wegen neuer Regelungen zur Produktrücknahme, Produktrecycling etc.)
- Zunehmender Schutz des geistigen Eigentums (wegen zunehmenden Diebstahls von Ideen und der Produktpiraterie)
- Zunehmende Berücksichtigung neuer Gesetze und Regulierungen (z.B. Produkthaftungsgesetz)
- Zunehmende Effizienzsteigerung der Engineering-Aufgaben (wegen des verstärkten Wettbewerbs)

3.2.2 Virtuelle Produktentwicklung

Unter virtueller Produktentwicklung wird eine umfassende, möglichst vollständige Beschreibung eines Produktes am Rechner verstanden, sodass auf Basis dieses Modells nur mehr wenige physische Prototypen entwickelt werden müssen. Die Produkte, die man entwickelt, sind jedoch nach wie vor real. Alle für die Produktentwicklung notwendigen Entscheidungen sollten auf Basis dieser Informationen getroffen werden können. Alle Ergebnisse sollten dazu beitragen schneller und kostengünstiger zu sein. Digitale Packaging- und Baubarkeitsprüfungen bringen konstruktive Probleme wie etwa Kollisionen von Bauteilen schon weit vor dem Fahrzeugaufbau an den Tag. Wenn man Karosserie-Prototypen für einen Crash-Test bauen muss, dann ist das weitaus kostenintensiver, als wenn man versucht die Ergebnisse durch Crash-Simulation am Rechner zu erlangen. Im Bereich Product Life-cycle Management versucht man alle Daten (z.B. CAD-Modelle) und Arbeitsformen, die im Zuge der Produktentwicklung entstehen, möglichst umfassend zu managen und die Fäden zusammenlaufen zu lassen. Früher war es im Automobilbereich so, dass viele Komponenten einzeln zugekauft wurden. Heute ist ein Zulieferer verantwortlich für ein komplettes System, beispielsweise für die Innenausstattung oder die gesamte Lichttechnik. Die Daten zwischen den beteiligten Projektpartnern müssen ausgetauscht und gemanagt werden.

Die virtuelle Produktentwicklung stärkt die Innovationskraft der Unternehmen in der Automobilindustrie. Fachwissen wird durch eine möglichst weitgehende digitale Abbildung von Prozessen und Produktdaten für verschiedene Sichten zielgruppengerecht aufbereitet und unternehmensweit zugänglich. Es geht also nicht nur um die Abbildung des Entwicklungsprozesses bis zur Fertigung, sondern um einen vollständigen, digitalen Produktlebenszyklus. Unternehmen können damit beliebig viele Partner und Zulieferer in ihre lokale Arbeitsumgebung einbinden. Das Ergebnis sind erheblich verkürzte Innovationszyklen und enorme Kosteneinsparungen.

Die Verkürzung der Modellzyklen, Reduzierung der Produktentwicklungszeit, Verlagerung von Entwicklungsaufgaben, Zunahme von Varianten und der Trend zu Systemen sind wesentliche Faktoren, die bei den Automobilzulieferern zu einer dramatischen Erhöhung der Anzahl der Komplexität von Entwicklungsprojekten und Produkten führen. Die Anforderungen an das EDM werden dadurch für die Zukunft entsprechend geprägt.

EDM in der virtuellen Produktentwicklung

Um die virtuelle Produktentwicklung auch systematisch aufbauen und ablaufen lassen zu können ist einer den Fachprozessen angepasster prinzipieller Prozessablauf zu definieren. Der Ablauf ist so aufgebaut, dass wesentliche und grundsätzliche Funktionsbereiche des Engineerings in eine entwicklungslogische Reihenfolge gebracht werden, welche als Referenzablauf festgehalten die Basis für die EDM-Ansätze bilden.

Auf das Produkt bezogen fasst der EDM-Ansatz die dazu aktuellen Produktdaten in einer EDM-Struktur zusammen. Diese ist die Basis für die Konfiguration von spezifischen Produkten, die Generierung virtueller Prototypen und somit für eine frühe Validierung beispielsweise für Fertigung, Fabrikplanung und Service. Die relevanten Produktinformationen werden derzeit zum einen phasenspezifisch (in der Fahrzeugentstehung beispielsweise bezogen auf Konzept-, Struktur- und Produktionsfahrzeuge) und zum anderen modell- bzw. variantenspezifisch jeweils innerhalb der einzelnen Phasen generiert und gespeichert. Während die Produktdefinition in diesen Strukturen top-down vorgenommen wird, vollzieht sich die Produktvalidierung bottom-up. Es existieren insofern mehrere modellspezifische und phasenspezifische Produktstrukturen nebeneinander. Diese können derzeit nicht auf eine gemeinsame, lebenszyklusorientierte Produktstruktur zurückgeführt werden.

Die Entwicklung einer solchen Produktstruktur stellt eine der wesentlichen Herausforderungen vor dem Hintergrund der virtuellen Produktentwicklung dar. Die immersive Visualisierung unterstützt dabei die Entscheidungsfindung in komplexen Problemsituationen, beispielsweise bei Styling Review, Konstruktionsüberprüfung, Simulationsdatenauswertung, Montage- / Demontage-Untersuchungen, Werkzeugabnahme und Fabrikplanung.

3.2.3 Simultaneous Engineering

Mit "Simultaneous Engineering" (SE) bezeichnet man die abteilungs- /firmenübergreifende Zusammenarbeit bei den Ingenieursaufgaben. Die verschiedenen, fachspezifischen Arbeiten werden eigenverantwortlich und zeitlich soweit sinnvoll parallel durchgeführt. Ziel ist es, Arbeitsschritte von der Konzeption bis zur Produktionsvorbereitung in der Fertigung, die klassisch nacheinander ausgeführt werden, möglichst parallel zu bearbeiten und so die Gesamtlaufzeit zu reduzieren. Erreichbar ist dies durch ein zentrales 3D-CAD-Datenmodell, über das die Kommunikation aller an der Entwicklung beteiligter Stellen läuft. Durch die geänderten Arbeitsabläufe erhält der Konstrukteur viel früher Informationen aus der Fertigung und kann diese in seine Tätigkeit einfließen lassen. Technologisch bedingte Nacharbeiten nach und während des Konstruktionsprozesses entfallen dadurch oftmals. Der Nachteil liegt darin, dass oftmals mit unsicheren Daten entwickelt bzw. gearbeitet wird.

3.2.4 Frontloading

Unter „Frontloading“ versteht man die Verlagerung von ergebniskritischen Teilprozessen und Ressourcen in die frühen Phasen der Entwicklung um damit eine Verkürzung der Entwicklungszeit zu erreichen.

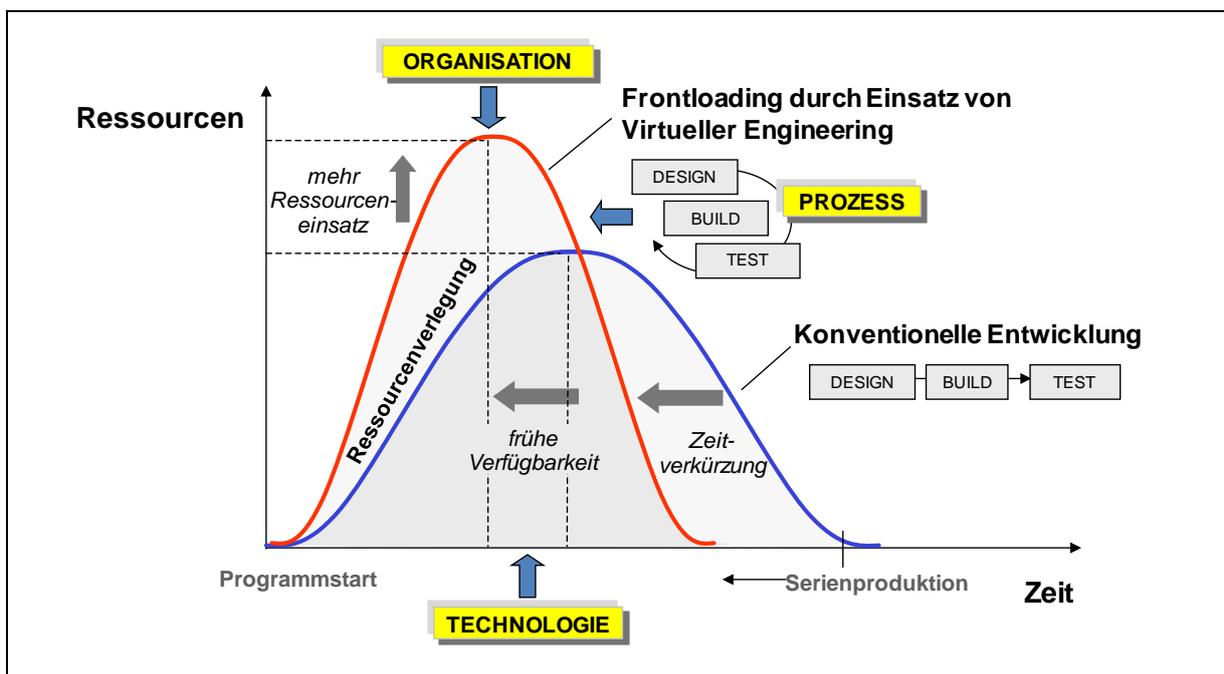


Abbildung 3-4: „Frontloading“ durch Einsatz von virtueller Produktentwicklung (qualitative Darstellung)

Abbildung 3-4 zeigt die Verlagerung des Ressourceneinsatzes im Projekt durch organisatorische, prozess- und systemtechnische Maßnahmen.⁵¹ Durch das Bereitstellen von qualitativ hochwertigen Produktdaten schon zu Beginn der Entwicklung lassen sich Fehler frühzeitig erkennen und Änderungskosten vermeiden.

⁵¹ Vgl. SENDLER u. a. [2008], S. 20

Die Aufgabe des EDM ist es, die notwendigen Rahmenbedingungen zu schaffen um diese Ressourcenverschiebung zu unterstützen und möglichst schnell das Wissen und die und Daten eines Produktes zu kumulieren, um sehr früh eine hohe Produktionsreife zu erlangen.

3.2.5 Engineering Workflow

Engineering Workflow stellt die detaillierte Verbindung aller Aktivitäten dar, die in Zusammenhang mit der Entstehung, der Beschreibung und der Änderung eines Produktes stehen. Dies sind Prozesse im gesamten Lebenszyklus des Produktes. Dazu gehören die Arbeitsfolgen innerhalb der Planung, Konstruktion und Anpassung des Produktes sowie die damit zusammenhängenden Abläufe zur Änderung und Freigabe. Der Workflow unterstützt die unterste Detaillierungsebene von Prozessen.

3.2.6 Collaboration

„Collaboration“ ermöglicht Zusammenarbeit und den Austausch von Informationen unternehmensinterner und unternehmensübergreifender Abteilungen und Standorte entlang des Produktentwicklungsprozesses.

Die Zusammenarbeit unterschiedlicher Unternehmen mit einer gemeinsamen Zielsetzung führt zu wertschöpfungsorientierten Netzwerken mit Zulieferern, Kunden und Entwicklungspartnern. Eine Neuausrichtung zu kooperationsförderlichen Aufbau- und Ablauforganisationen wird bei allen am Prozess Beteiligten unumgänglich.

Hieraus entstehen Herausforderungen wie:

- Kooperative, virtuelle und integrierte Produktentstehungsprozesse
- Frühe und enge Einbeziehung von Engineering-Partnern
- Wachsende Anzahl von Experten und deren Wissen
- Projektorientierte Technologieentwicklung
- Gemeinsames Kosten- und Zeitmanagement
- Hohe Transparenz der Entscheidungsprozesse
- Synchronisation der Produktionsnetzwerke
- Flexible und leistungsstarke Systemintegration und Systemschnittstellen
- Effiziente und überschaubare Datenmanagementkonzepte

3.2.7 Prozessorientierung im EDM ⁵²

Der wichtigste Wandel im Produktentstehungsprozess zeigt sich in diesem Begriff selbst. Die Konstruktion ist ein Arbeitsschritt in einem übergeordneten Prozess, der Konstrukteur ein Mitglied in einem Projektteam, das sich aus unterschiedlichen Disziplinen zusammensetzt. Das Team hat den Prozess erfolgreich zu beherrschen. Das verlangt vom Fertigungsplaner, sich frühzeitig für die Konstruktion zu interessieren. Und es fordert beim Konstrukteur Interesse an Kriterien aus Fertigung, Einkauf oder Kundendienst. Die geometrische Gestaltung des Produktes ist ein logisches Resultat in diesem Prozess.

EDM übernimmt bei der Neugestaltung der Prozesse eine Schlüsselfunktion. Hier werden die Rollen der Beteiligten immer wieder neu definiert, hier nehmen die Abläufe neue Konturen an, hier entsteht das Gerüst, das von allen Mitarbeitern des Projektteams nach und nach mit den Produktdaten ausgefüllt wird.

⁵² Vgl. SENDLER u. a. [2008], S. 155

War früher Konzept und Design, Konstruktion und Versuch, Werkzeug- und Formenbau, Produktionsplanung und Fertigung wie selbstverständlich in einem Haus angesiedelt, so gilt dies heute nur noch in Ausnahmefällen. Im firmenübergreifenden Netzwerk von Projektpartnern führen diese Aufgaben zum spezifischen Rollenverständnis des einzelnen Glieds.

Das eine Unternehmen mag innovative Konzepte entwickeln und die Fäden der Projektleitung in der Hand halten, die letztlich im eigenen Haus auch zur Serienproduktion führen; ein anderes liefert auf Basis exakter Anforderungen Komponenten oder Teilprodukte; ein drittes ist für Berechnung, Simulation und eventuell den Aufbau von Prüfständen unterschiedlichster Art verantwortlich. Je nach Branche, je nach Produkt, je nach Größe der Unternehmen kann diese Aufgabenverteilung äußerst unterschiedlich ausfallen.

Umfangreiche, internationale und interkontinentale Vernetzungen mit Ingenieurbüros, Entwicklungspartnern und Zulieferern haben dabei die Aufgabe des Managements dieses Prozesses in einer Weise verkompliziert, die noch vor Jahren kaum jemand hat voraussagen können. In diesem Netzwerk ist EDM als Engineering Backbone ein unverzichtbar Bestandteil geworden.

EDM Prozessintegration ⁵³

Jede Abfolge von Tätigkeiten welche Ressourcen verwendet um Eingaben in Ergebnisse umzuwandeln, kann als Prozess angesehen werden. Damit sich Organisationen bei der Einführung von EDM-Systemlösungen wirksam betätigen können, müssen sie zahlreiche miteinander verknüpfte und in Wechselwirkung zueinander stehende Prozesse erkennen und handhaben. Das systematische Erkennen sowie Handhaben dieser verschiedenen Prozesse innerhalb einer Organisation, vor allem aber der Wechselwirkungen zwischen solchen Prozessen, wird als prozessintegrierender Ansatz bezeichnet.

Zur Unterstützung der Prozessintegration werden Methoden bereitgestellt. Die Notwendigkeit methodischer und informationstechnologischer Unterstützung steht in engem Zusammenhang mit der erhöhten Produkt- und Prozesskomplexität infolge der globalen Trends. Auf Prozesseite sind vernetzte Arbeitsabläufe in unternehmensübergreifenden, multikulturellen Kollaborationen zu realisieren, in denen die Entwicklung sich gegenseitig beeinflussender Komponenten räumlich verteilt und zeitlich parallel erfolgt. Auf Produktseite resultiert die geforderte Flexibilität und Vielseitigkeit in einer Vielfalt von Modellen und Optionen.

Die Umsetzung der Prozessintegration erfordert die Schaffung einer systemübergreifenden methodischen Ebene in Unternehmen, die mit organisatorischen und kulturellen Veränderungen verbunden ist. Primäre Aufgabe dieser Ebene ist eine Übersetzung von strategischen Unternehmenszielen in Prozessanforderungen, in welchen entsprechende Arbeitsmethoden in Form von geeigneten Prozessmodellen (Sollprozesse) definiert werden können.

Ausgehend von diesen Sollprozessen und gegebenen Nutzeranforderungen können Konzepte für eine IT-Unterstützung entworfen werden. Auf Grundlage dieser Konzepte erfolgt eine Kommunikation mit den IT-Systementwicklern bei der weiteren Konkretisierung der Systemanforderungen. Die Prozessintegrationsebene begleitet Entwicklung, Tests, Einführung und Einsatz von Systemlösungen in den entsprechend der Sollprozesse implementierten operativen Prozessen. Aufgabe der Prozessintegrationsebene ist darüber hinausgehend die Verfolgung der operativen Ergebnisse zum Zwecke des Abgleichs mit den vorgegebenen Unternehmenszielen.

⁵³ Vgl. EIGNER u. a. [1991]

3.3 Die Datenbasis des EDM

3.3.1 Die Rolle der Entwicklungsdaten⁵⁴

Produktdaten und Entwicklungsdaten entstehen und wachsen im Bereich der Entwicklung und eine effiziente und sichere, elektronische Verwaltung ist eine der zentralen Voraussetzungen für den Erfolg des Engineering. Aber mit der Freigabe eines Produktes für die Produktion haben diese Daten ihre Rolle noch nicht ausgespielt. Auch darin liegt ein wichtiges Argument, warum das Thema EDM in der Führungsetage eines Unternehmens mit hoher Priorität versehen werden soll. Die unternehmensweiten Auswirkungen, erst recht sogar die Auswirkungen bis hin zum Kunden, die ein mangelndes EDM nach sich zieht, sind nämlich allein aus der Warte der Produktentwickler nicht zu übersehen.

Warum spielen Produktentwicklungsdaten überhaupt einer andere Rolle als früher? Weil die heute mögliche vollständige, allgemein verständliche, dreidimensionale Beschreibung des Produktes für eine Vielzahl von Aufgaben genutzt werden kann, die nicht direkt im Entwicklungsbereich angesiedelt sind. Und weil sie die Voraussetzung sind für eine Reihe von weiteren Prozessoptimierungen in anderen Kernbereichen, vor allem aber in der Fertigung und in der Montage. Diese verstärkte Rolle von EDM zeigt sich auch in der zunehmenden Anwendung der 3D-CAD-System in diesen Bereichen.

EDM ist insofern nicht nur ein Instrument für die bessere und effizientere Organisation der Entwicklungsprozesse, sondern eine Drehscheibe, die es erlaubt, die Produktdaten als Wissensressource dem gesamten Unternehmen bereitzustellen. EDM bildet eine entscheidende Schnittstelle zwischen den Ingenieuren und Konstrukteuren sowie den Spezialisten diverser weiterer Disziplinen im Produktlebenszyklus. Damit ist EDM auch ein entscheidendes Bindeglied für den Zusammenhalt und für das Funktionieren von interdisziplinären Projektteams, wie sie in fortschrittlichen Unternehmen zu finden sind.

Unternehmensspezifische Daten

Dies sind Daten, die für die Unternehmung und seine Leistungserstellung in Geschäftsprozessen von besonderer Bedeutung sind. Diese Daten werden aus der organisatorischen Wissensbasis abgeleitet und dokumentiert, um im Prozess der Information einen Wissenstransfer zu anderen Wissensträgern zu ermöglichen. Damit Daten als unternehmensspezifische Daten klassifiziert werden können, müssen diese innerhalb von Informationsprozessen von Systemelementen der organisatorischen Wissensbasis - den Mitarbeitern - auf diese Eigenschaft hin überprüft werden.

Durch die laufende Veränderung des unternehmerischen Umfeldes gilt es Überlegungen anzustellen, wie man die Aktualität der unternehmensrelevanten Daten sicherstellen kann.

Dokumente intelligent managen⁵⁵

Es gibt auch in Fertigungsunternehmen eine Welt von Dokumenten jenseits des Artikels, jenseits von Teilstamm und produktrelevanten Daten und Dateien und diese Welt wird immer unübersichtlicher und größer. Ihre Bedeutung für das Unternehmen und seine Wettbewerbsfähigkeit, für seine Organisation und seine internen Prozesse, für die Kommunikation nach außen zu Partnern und Kunden – sie ist längst nur noch zu schätzen, nicht mehr genau zu erfassen. Das allgemeine Dokumentenmanagement unterscheidet sich daher in mehrerer Hinsicht von den besonderen Bedingungen im Engineering.

⁵⁴ Vgl. SENDLER u. a. [2008], S. 20f

⁵⁵ Vgl. SENDLER u. a. [2008], S. 81

Der Ingenieur⁵⁶ arbeitet in der Regel in speziellen Autorensystemen zur Konstruktion und die Ergebnisse seiner Arbeit sind direkt oder indirekt ein wichtiger Bestandteil der Produktbeschreibung.

Die Flut von digitalen Dokumenten, die weder exakt einer Artikelnummer zuzuordnen sind noch einem einzelnen Projekt, hat ein Ausmaß erreicht, das Unternehmen zum Handeln zwingt.

- Erstens müssen alle relevanten Informationen geordnet verwaltet werden können und nicht nur die Produktdaten im engeren Sinne.
- Zweitens muss die Ablage von Dokumenten so einfach und sicher sein, dass sie von allen Mitarbeitern ohne weiteres zu beherrschen ist.
- Drittens muss die Datenverwaltung ein rasches Finden und einen schnellen Zugriff gestatten, und zwar ohne nähere Kenntnis der Dokumenteninhalte, ihrer Herkunft oder ihrer Autoren.

EDM hilft ihm, die dabei entstehenden Daten strukturiert abzulegen und zu verwalten. Er weiß z.B. sehr genau, zu welcher Baugruppe ein Bauteil gehört, das er gerade entwirft und die Struktur die er zur Ablage nutzt, entspricht in der Regel der Struktur des Produktes.

Im Fachbereich Entwicklung wissen die Mitarbeiter deshalb im Allgemeinen, wie und wo sie nach relevanten Informationen suchen müssen und ihre Suche ist mit Hilfe von EDM in der Regel erfolgreich. Dieser Spezialbereich ist heute in den meisten Unternehmen der Hauptnutzer von EDM. Aber damit sind längst nicht alle Daten erfasst, die hier entstehen oder eine Rolle spielen.

Die Tätigkeiten, denen die Entwickler abseits der Anwendung ihrer Spezialsoftware nachgehen – Tabellenkalkulation, Terminplanung, Berichte schreiben, Präsentationen erstellen -, sind für sie im Sinne von „Datenmanagement“ eher Nebentätigkeiten. Wenn sie die Ergebnisse dieser Tätigkeiten in irgendwelchen manuell erstellten Verzeichnissen am Arbeitsplatzrechner oder auf einem zentralen Datenspeicher aufbewahren, dann beeinflusst das zwar nicht unmittelbar die Produktentwicklung, aber mittelbar führt auch hier mangelnde Ordnung zu fehlender Übersicht und zu einer Dateninkonsistenz.

Aus dieser Problemstellung kam nun ursprünglich das Bedürfnis nach Dokumentenmanagement. Nach einem System, das dem Sachbearbeiter hilft, seine Dokumente einfach strukturiert zu verwalten und ihm so das Suchen nach diesen wieder zu erleichtern.

Die Bandbreite der beteiligten Applikationen, deren Daten von einem solchen Programm verwaltet werden müssen, ist in der Regel größer als bei einem EDM-System. Aber die Aufgabenstellung ist eigentlich sehr ähnlich. Was liegt also näher als der Wunsch, mit einem EDM-System nicht nur Artikel zu verwalten, sondern auch alle anderen Dokumente, die in der Produktentwicklung entstehen.

⁵⁶ Ingenieur steht für einen Ingenieur und eine Ingenieurin

3.3.2 Dokumente im EDMS⁵⁷

Es gibt viele Dokumente die in der Produktentwicklung entstehen und sorgfältig zu verwalten sind. Mit zunehmender Durchdringung der Unternehmen mit Informationstechnologie nimmt ihre Zahl und unterschiedliche Ausprägung kontinuierlich zu. Im ganzen Unternehmen müssen immer mehr Dokumente verwaltet werden, mal mit und mal ohne Verknüpfung zu Produktdaten. Fotos, Präsentationen, Briefe, E-Mails, Animationen, Digital Mock-Up (DMU), Videos, Zeichnungen, Berichte und Protokolle um nur einige wichtige zu erwähnen. Auch ganz unabhängig vom Thema 2D und 3D CAD, für das PDM ursprünglich entwickelt wurde, gibt es einen enormen Bedarf an Management von Daten, die irgendein Ereignis, einen Arbeitsschritt, einen Vorgang oder einen Vertrag dokumentieren. Bis vor kurzem wurden sie in ihrer Mehrzahl manuell erstellt und in Ordnern abgeheftet. Und oft werden sie zwar mit Programmen zur Textverarbeitung und Tabellenkalkulation am Computer erzeugt, schlussendlich aber doch ausgedruckt, eventuell unterzeichnet und in Papierform abgelegt, ohne dass dies irgendwo vermerkt oder der Speicherort registriert wäre.

3.3.3 CAD-Daten im EDMS

Die Verwaltung der Konstruktionsdaten sollte bei der Einführung eines datenbankbasierten Verwaltungssystems im Vordergrund stehen. Die Systeme bieten zwar weitaus mehr Möglichkeiten, die man bei der Auswahl im Hinblick auf zukünftige Erweiterungen beachten sollte. Erhebliche Potentiale erschließen sich aber bereits aus der primären Anwendung als CAD-Daten-Verwaltungssystem. Sind der zentrale Zugriff auf Konstruktionsdaten und die Pflege einer zentralen Zusammenbaustruktur im Projekt etabliert, dann können weitere Schritte folgen. Dem Anwender muss die Gesamtkomplexität in kleinen Schritten näher gebracht werden, um die Akzeptanz des Systems sicherzustellen. Geeignete Schnittstellen bzw. Integrationen bieten den bidirektionalen Abgleich zwischen EDM- und CAD-System. Der Anwender kann dadurch in seiner gewohnten CAD-Umgebung arbeiten und dort alle notwendigen Eingaben vornehmen. Funktionen, die über den Umfang eines CAD-Systems hinausgehen, wie z.B. das Frieren oder Revisionieren eines Datensatzes, werden direkt im EDM-System ausgelöst. Bei Sicherstellung dieses Prozesses wird das häufige "Suchen nach aktuellen Daten" vermieden sowie die Integration von weltweiten Entwicklungsstandorten und Zulieferern ermöglicht.

3.3.4 Digital Mock-Up (DMU)

Hinter dem Begriff Digital Mock-Up (DMU) steckt mehr als nur ein „digital dargestelltes Fahrzeug“. Der DMU ist die Basis einer konstruktiven Entwicklung, da individuelle Ergebnisse der verschiedenen Fachbereiche stets in einer Gesamtheit betrachtet und beurteilt werden müssen. Der DMU stellt eine digitale 1:1-Attrappe eines Fahrzeuges dar, die herangezogen werden kann, um verschiedene Untersuchungen, Simulationen oder Beurteilungen durchführen zu können (Kollisionen, funktionale Mindestabstände, Geometrieigenschaften, Gesetzes-, Montage-, und Kundendienstanforderungen).

Die Basis für eine derartige Darstellung ist ein Geometriedaten-Managementsystem, das eine strukturierte Ablage von CAD-Daten und Attributen für ein Gesamtfahrzeug ermöglicht. Dieses entspricht in den meisten Fällen nicht dem Produktdaten-Managementsystem, in dem die produktbeschreibenden Daten verwaltet werden. Durch diese Strukturierung ist es möglich, verschiedene Varianten von Fahrzeugen zu definieren und entsprechend zu verwalten. Mit der Anzahl der darzustellenden Varianten steigt aber auch die Komplexität der vom System zu bewältigenden Anforderungen. Der Digital Mock-Up stellt die Basis einer fachbereichsübergreifenden „Kommunikationsplattform“ und „Informationsdrehscheibe“ dar.

⁵⁷ Vgl. SENDLER u. a. [2008], S. 43ff

3.3.5 Das virtuelle Produkt

Ausgehend von der Leistungsfähigkeit der modernen Informations- und Kommunikationssysteme gibt es die Vision von einem durchgehenden digitalen Produktentstehungsprozess, welcher es erlaubt, die Produktentwicklung soweit sinnvoll in die virtuelle Welt zu verlagern. Man spricht daher auch von Virtueller Produktentstehung, dessen verschiedene Informationsintegrationsstufen⁵⁸ die Abbildung 3-5 zeigt.

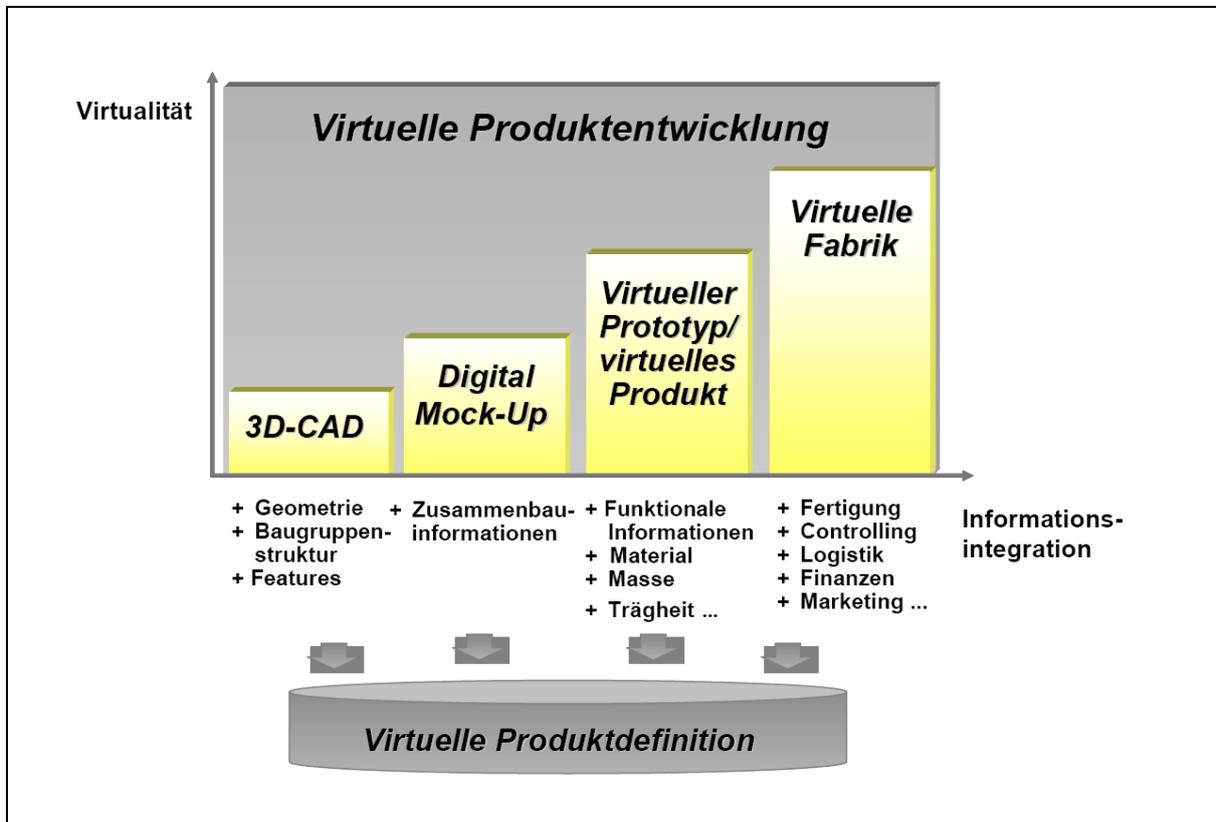


Abbildung 3-5: Integrationsstufen der virtuellen Produktentstehung

Deutlich erkennbar wächst mit der Integration weiterer Produktinformationskategorien in virtuellen Produktmodellen der Grad und damit die Komplexität der geschaffenen Virtualität.

Folglich lässt sich das virtuelle Produkt, d. h. seine rechnerinterne Darstellung, als das Ergebnis der Simulation aller Phasen eines technischen Produkts und somit als ein zentraler Informationsträger einer vollständig rechnerbasierten, virtuellen Produktentwicklung sehen.

Im Rahmen der Optimierung des Produktentwicklungsprozesses im PLM und dem damit verbunden EDM-System ist eine Validierung der Funktionseinheiten auf Basis virtueller Modelle vorzunehmen. Das virtuelle Produkt beinhaltet damit die komplette rechnerbasierte und integrierte Modellbildung eines Produkts über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg unter Nutzung der Technologien der Virtual Reality als Arbeitsumgebung. Das virtuelle Modell ermöglicht es verschiedenen Teilnehmergruppen, wie z.B. den Entwicklern, Lieferanten, Herstellern und Kunden gleichermaßen, das zukünftige Produkt von der Spezifikation bis hin zu Service und Recycling rein virtuell zu handhaben und hinsichtlich seiner Eigenschaften und Funktionen realitätsnah zu beurteilen. Dieses virtuelle Produkt wird auch als virtueller oder digitaler Prototype bezeichnet.

⁵⁸ Vgl. ANDERL [2003b]

Auch der Begriff des Virtual Mock-Up (VMU) wird verwendet, wobei man darunter die Erweiterung des DMU zu einem virtuellen Prototypen versteht, welcher zusätzlich zur geometrischen (DMU) die funktionelle und produktionstechnische Absicherung eines Produkts, weitgehend ohne Verwendung von realen Prototypen, abbilden soll.

Seine Schaffung ist das vorrangig strategische Ziel heutiger moderner rechnergestützter Produktentwicklungsprozesse zur gemeinsamen Kommunikation und Entscheidungsfindung, denn anhand dessen kann auch die virtuelle Qualität des zukünftigen Produkts bereits in all ihren Facetten im Vorfeld getestet und im Vergleich zu Kundenwünschen bestimmt sowie ihre Herstellbarkeit vorab nachgeprüft werden. Der Produktumgang ist bis dato nur im Rechner manipulierbar, nur durch Modellier- und Verifikationsfunktionalitäten, also virtuell, möglich; das virtuelle Produkt ist als das rechnerbasierte realistische Abbild eines technischen Produkts mit allen geforderten Funktionen des Produktlebenslaufs definierbar und demnach ein realitätsnahes Simulationsmodell eines Produkts, welches dann sämtliche Produktinformationen und -funktionen sowie alle Eigenschaften seines späteren wirklichen Verhaltens enthält.

Digitale Prototypen (DPT)

Das Ziel digitaler Prototypen (DPT) ist die frühzeitige Prüfung aller Teile eines neuen Produktes im Zusammenwirken und in ihrer Funktionsweise. Zum Beispiel sollen Dauerlaufversuche die Zuverlässigkeit oder die Bruchfestigkeit bestimmter Elemente testen.⁵⁹

Je ausgereifter die 3D-Modellierung wurde und je weiter sich diese Technik als Standardwerkzeug industrieller Produktentwicklung ausbreitete, desto mehr verlagerte sich die Versuchs- und Testphase weg vom Prototyp hin zum digitalen Prototyp als virtuelles Produkt.

Über die letzten Jahre sind auch die Methoden des Testens und der Berechnung digitalisiert worden. Neben den Möglichkeiten der Finite-Elemente-Methode (FEM) zur Berechnung von Bauteilbelastungen gibt es heute eine schier unüberschaubare Zahl von Programmen, die den Entwicklungsteams gestatten, nahezu alle Arten von Produktfunktionalitäten bereits am digitalen Modell des Produktes zu simulieren.

Wie weit die Möglichkeiten der Simulation inzwischen reichen, zeigen Beispiele von Automobilfirmen, die virtuell bereits die Geräuschentwicklung in den verschiedensten Fahrsituationen simulieren können.

Ein Manko hat diese Seite der modernen Produktentwicklung allerdings noch, da das Datenmanagement dieser Disziplinen nicht durchgängig über den Produktentwicklungsprozess integriert ist.

3.3.6 Das Datenvolumen

Mit zunehmendem Datenvolumen und erweiterter Komplexität von Fahrzeug-Projekten steigen ebenso die Anforderungen an die Verwaltung der Konstruktionsdaten. Fahrzeugvarianten und -derivate, Synchronisations- und Freigabe-Meilensteine in den Projekten und das weltweit verteilte Arbeiten an Projekten lassen eine Nachvollziehbarkeit bei einer Datenablage im File-System nicht mehr zu. An dieser Stelle ist es sinnvoll ein Datenmanagement-System einzusetzen, mit dessen Hilfe zunächst die grundlegenden Probleme der CAD-Datenverwaltung bezüglich Zugriffsrechten, des Auffindens aktueller Daten und der gesteuerten Verteilung dieser Informationen gelöst werden können. Die Datenbank selbst stellt als zentrales System allerdings nicht die Gesamtlösung dar, vielmehr sind an dieser Stelle gezielte Schulungs- und Coaching-Maßnahmen erforderlich, um aus dem Mehraufwand zur Datenpflege in Summe einen Benefit im Projekt zu erwirtschaften.

⁵⁹ Vgl. SENDLER u. a. [2008], S. 150

3.3.7 Die Datensicherheit⁶⁰

Ein großes Thema in Zusammenhang mit dem Management von Entwicklungsdaten ist die Sicherheit dieser Daten und das gleich in sehr unterschiedlicher Hinsicht.

- Einmal ist ein zentraler Zweck von EDMS, alle in Zusammenhang mit einer Produktentwicklung anfallenden Daten zu speichern und das heißt auch, sie zu sichern. Sie bleiben nicht nur erhalten, sondern sind auch jederzeit verfügbar. Was von abgelegten Zeichnungen oder verteilten Arbeitsplänen nicht immer behauptet werden kann. Ohne elektronisches Datenmanagement ist auch nie ausgeschlossen, dass irgendeine kleine Änderung an einer Zeichnung oder einem Teilmodell schlicht verloren geht.
- Zum Zweiten sind mit EDMS verwaltete Daten sicher gegen unbefugte Nutzung oder Veränderung, denn die Zugriffsrechte eines PDM regeln zuverlässig, wer welche Daten unter welchen Voraussetzungen sehen oder bearbeiten darf und wer nicht.
- Zum Dritten bieten Daten aus EDMS eine hohe Informationssicherheit, denn das System weiß immer, in welchem Status sich jedes Dokument befindet, um welche Version es sich handelt, wie aktuell die gespeicherten Daten sind, wer der Autor ist und welches System für die Erzeugung genutzt wurde.

Diese Informationssicherheit ist gleichzeitig ein wichtiger Faktor zur Erhöhung der Prozesssicherheit, denn nur mit den richtigen Daten und Dateien können Projekte sicher zum Ziel geführt werden.

Schließlich gibt es in diesem Zusammenhang aber noch ein Thema, das besondere Beachtung verdient, denn nicht jede Art von Sicherheit ist schon durch den Einsatz von EDMS gewährleistet. Es ist dies die Sicherheit gegen Diebstahl von Daten, worauf hier aber nicht näher eingegangen wird.

3.4 Engineering Data Management-Systeme (EDMS)

Bevor auf die spezifischen Funktionen und Anwendungen von EDM-Systemen genauer eingegangen wird, sollten einige grundlegende Begriffe aus der systemtechnischen Betrachtung des Datenmanagements abgehandelt werden. Grundlegend stehen hinter allen EDM-Funktionen die Technologien von Informationssystemen, wie sie im allgemeinen Sprachgebrauch bekannt sind.

3.4.1 Informationssysteme

Ein Informationssystem dient der rechnergestützten Erfassung, Speicherung, Verarbeitung, Pflege, Analyse, Benutzung, Verbreitung, Disposition, Übertragung und Anzeige von Information bzw. Daten. Es besteht aus Hardware (Rechner oder Rechnerverbund), Datenbank(en), Software, Daten und all deren Anwendungen.

Informationssysteme sind soziotechnische Systeme, die aus Teilsystemen für optimale Bereitstellung von Information und (technischer) Kommunikation dienen. Diese Beschreibung lässt viel Spielraum für Interpretationen. Sie zielt eher auf betriebliche Informationssysteme ab, ist aber unter Einschränkung auch für raumbezogene oder personenbezogene Informationssysteme anwendbar.

Das technische System ist nur Mittler von Informationen zwischen Informationsanbietern und Informationsabnehmern. Die dafür notwendige Kommunikation beschränkt sich im Allgemeinen auf technische Vorgänge, ohne auf die daran beteiligten Personen stärker einzugehen.

⁶⁰ Vgl. SENDLER u. a. [2008], S. 137

Nach HEINRICH⁶¹ - Wirtschaftsinformatik-Lexikon handelt es sich bei Informationssystemen um ein Mensch/Aufgabe/Technik-System zur Information und Kommunikation. Jedes System unterliegt einer Zweckbestimmung oder mehreren Zweckbestimmungen, die durch Begriffszusätze zum Ausdruck gebracht werden (z.B. Verkehrssystem, Versorgungssystem, soziales System). Die Zusätze Information und Kommunikation, die zwei Sichten auf ein und dasselbe Objekt sind und die es folglich notwendig machen, sie in einem Informations- und Kommunikationssystem miteinander verbunden zu betrachten, drücken die Zwecke dieses spezifischen Systems aus. Die Beziehungen zwischen den Elementen Mensch, Aufgabe und Technik beschreiben ihre gegenseitige Beeinflussung. Die Gesamtheit aller Bemühungen, in einem gegebenen Kontext aus diesen Elementen und ihren Beziehungen ein Informations- und Kommunikationssystem zu gestalten, wird als Systemplanung bezeichnet.

Je nachdem, welche Art von Aufgabe (z.B. betriebliche Aufgabe) Element eines Informations- und Kommunikationssystems ist, werden weitere Zusätze zur Kennzeichnung seiner spezifischen Zwecksetzung verwendet (z.B. betriebliches Informations- und Kommunikationssystem).

Informationssysteme sind dadurch gekennzeichnet, dass sie ein bestimmtes Informationsangebot auf Grund einer bestimmten Informationsnachfrage bereitstellen und dass sie zur Deckung der Informationsnachfrage von den Aufgabenträgern genutzt werden. Die Informationsnachfrage wird durch alle Aufgabenträger ausgeübt, die Benutzer des Informationssystems sind. Praktische Erfahrungen der Nutzung von Informationssystemen zeigen, dass das Informationsangebot und die Informationsnachfrage nur selten übereinstimmen, vielmehr gibt es einerseits häufig eine Nachfrage nach Informationen, die nicht angeboten werden, also ein Informationsdefizit und andererseits kann es ein Angebot an Informationen geben, die nicht nachgefragt werden, also einen Informationsüberschuss. Da sich Aufgaben, Aufgabenträger und verfügbare Informations- und Kommunikationstechnologien ständig verändern, wird ein Veränderungsdruck auf bestehende Informationssysteme ausgeübt. Diese Tatsache kann als der entscheidende Antrieb für einen permanent vorhandenen Bedarf nach Veränderung bestehender und nach Schaffung neuer Informationssysteme angesehen werden.

Eine spezielle Ausprägung dieser Informationsmanagementsysteme sind Wissensmanagementsysteme welche in Kapitel 4.4 beschrieben werden.

Betriebliche Informationssysteme

Ein betriebliches Informationssystem ist ein Informationssystem, dessen vorrangige Rolle es ist, den betrieblichen Funktionen Daten effizient zur Verfügung zu stellen.

Es gibt unterschiedliche Ansätze, ein betriebliches Informationssystem zu schaffen:

- Funktionsorientierte Vorgehensweise
- Datenorientierte Vorgehensweise

Funktionsorientierte Vorgehensweise

Bei der funktionsorientierten Realisierung eines betrieblichen Informationssystems werden zunächst die betrieblichen Funktionen betrachtet. Zu jeder Funktion werden nun Datenstrukturen bestimmt, die sich in getrennten Datenbeständen widerspiegeln.

Da die Daten für alle unterschiedlichen Funktionen gesondert gespeichert werden müssen, ist die Konsequenz einer solchen Realisierung Redundanz. Dies führt zudem zu Schwierigkeiten bei der Integritätssicherung. Die funktionsübergreifende Auswertung der Daten wird erschwert. Aufwändige Aktualisierungen müssen den Abgleich der Daten sicherstellen.

⁶¹ Aus HEINRICH u. a. [2007]

Datenorientierte Vorgehensweise

Bei der datenorientierten Realisierung eines betrieblichen Informationssystems hingegen werden zunächst funktionsunabhängig die Daten betrachtet, die für die untersuchten betrieblichen Funktionen relevant sind. Es wird somit ein globales konzeptionelles Datenmodell angestrebt, das sich in einer gemeinsamen Datenbasis widerspiegelt. Auf diese Weise wird eine Redundanz vermieden, die Integritätssicherung erleichtert und die Systemstabilität erhöht. Ein Ergebnis einer solchen datenorientierten Vorgehensweise zu Entwicklung von Informationssystemen sind Produktdatenmanagement-Systeme.

3.4.2 Produkt Daten Management-System (PDMS)

Grundlegend und für die weiteren Betrachtungen in dieser Arbeit steht hinter dem Begriff Engineering Data Management System (EDMS) ein klassisches PDM-System. Deshalb erfolgt die funktionale Beschreibung des Systems in Sinne eines PDMS.

Alle übergreifenden EDM Betrachtungen in dieser Arbeit werden im Kontext des in Kapitel 3.1.3 festgelegten EDM-Begriffes vorgenommen. Dabei wird das PDMS als wesentliches Element des EDM definiert. Für den generellen systemtechnischen Bezug des EDM wird in den weiteren Ausführungen dieser Arbeit der Begriff EDMS verwendet werden, außer es handelt sich explizit und konkret um das System des PDM.

Untersuchungen haben ergeben, dass die Suche nach relevanten Informationen zwischen 30 und 70 % der Projektarbeit eines Ingenieurs betragen kann.⁶² Ist dieser also in der Lage, von Anfang an mit den aktuellsten verfügbaren Produktinformationen zu arbeiten, führt dies im Allgemeinen zu einer höheren Produktqualität, da Fehlentwicklungen aufgrund veralteter Datenstände größtenteils vermieden werden können. Denn hierzu gehört nicht nur die bloße Bereitstellung produktspezifischer Informationen, sondern ebenso die Einbeziehung der "indirekten" produktbezogenen Informationen wie beispielsweise die Angabe von Wissensträgern innerhalb der eigenen Organisation, die ggf. für die Lösung eines Teilproblems ein entsprechendes Fachwissen besitzen könnten, jedoch in den Entwicklungsprozess nicht unmittelbar involviert sind.

Die Ursprünge von Produktdatenmanagement-Systemen (PDMS) reichen weit über zehn Jahre zurück, ihre Wurzeln haben sie in dem Bemühen, CAD-Zeichnungen zu verwalten. Aus ihrem steigenden Bedarf erwuchs die Nachfrage nach Datenmanagementtools, welche digitale Dokumente verschiedener Erzeugungssysteme gemeinsam handhaben können, d.h., speichern, verwalten und verteilen. Sie wurden zunächst als Engineering Data Base (EDB) oder Technische Informationssysteme (TIS) bezeichnet; andere vor allem in den USA gebräuchliche Benennungen waren Engineering Document Management System (EDMS), Product Information Management (PIM) und Product Data Management System (PDMS)⁶³. Sie stellten die wesentlichen Komponenten zur zentralen Verwaltung und Organisation technischer Daten und Unterlagen in den CIM-Konzepten der neunziger Jahre dar.

Ihre Funktionalität hat sich bis heute von ihren ersten Ansätzen reiner Dokumentenverwaltung über die Verwaltung aller anfallenden Entwicklungsdaten von Produktentstehungen bis hin zum Management sämtlicher relevanter Produktdaten und Abläufe ganzer Produktentstehungsprozesse und Produktlebenszyklen entwickelt. Und auch wenn sich letztlich der Begriff des Produktdatenmanagement-Systems (PDMS) weitgehend durchgesetzt hat, so existiert doch weiterhin eine große Begriffsvielfalt über seine Sachverhalte, welche z. B. KRASTEL⁶⁴ anschaulich abgrenzt.

⁶² Vgl. DOBLIES [2003]

⁶³ Vgl. EIGNER u. a. [1991], S. 51

⁶⁴ Vgl. KRASTEL [2002], S. 67

Der Aufbau eines PDMS

Ein PDM-System bietet seinem Nutzer eine Vielzahl anwendungsbezogener Funktionen, welche ihm das Organisieren, Verwalten und Verteilen aller seiner elektronischen Daten und Dokumente produkt- und projektbezogen im eigenen Unternehmen bzw. in wirtschaftlichen unternehmensübergreifenden Kooperationen ermöglicht.

Im Wesentlichen sind dies nach ANDERL⁶⁵ die Funktionen zur Objekt- bzw. Elementverwaltung, zur Privilegien- und Zugriffsverwaltung, zur Ablaufverwaltung und Dateiverwaltung. Anwendungsübergreifende Funktionen erlauben ferner das Administrieren und Customizing des PDM-Systems und gewährleisten das Ein- und Auschecken der eingelagerten Dateien in der Systemdatenbank und das Archivieren auf den Systemvolumens.

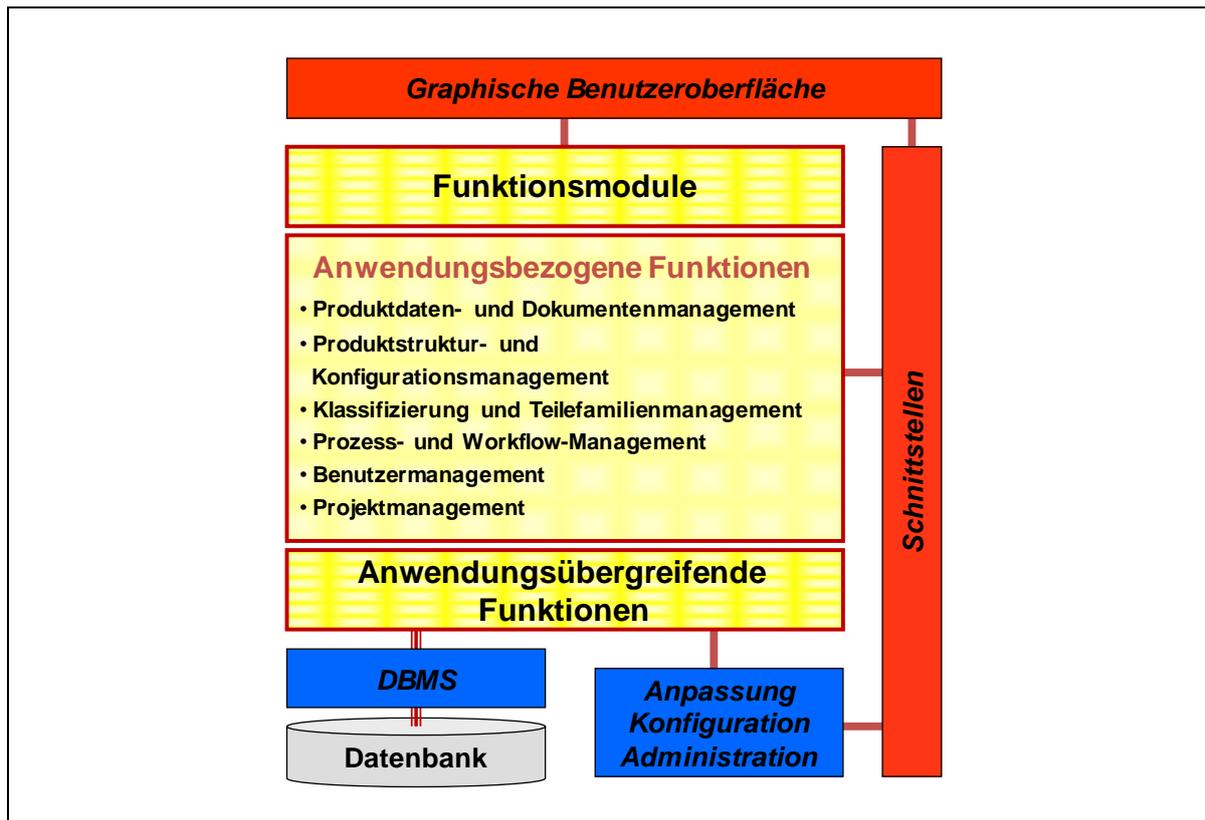


Abbildung 3-6: Prinzipieller Aufbau eines PDMS

Eine einfache Übersicht über den prinzipiellen Aufbau eines PDM-Systems in Anlehnung an ANDERL zeigt die Abbildung 3-6.

Es zeigt im Kern die beiden Funktionsmodule welche in anwendungsübergreifende und anwendungsbezogene unterschieden werden, aufbauend auf einer Datenbasis mit einer Datenbank und einem Datenbankmanagement-System (DBMS). Zu Kommunikation mit Mensch und Maschinen dienen eine Benutzeroberfläche und Systemschnittstellen.

⁶⁵ Vgl. ANDERL [2003a]

Nach BULLINGER⁶⁶ ist PDM sogar schlechthin die Schlüsseltechnologie für ein gezieltes Wissensmanagement in der Produktentwicklung. Daher sollten seiner Auffassung nach Produktinformationen in PDMS prinzipiell nicht nur den direkt an der Produktentwicklung beteiligten Personen zur Verfügung gestellt werden, sondern zu ihrer umfassenden Kenntnisgabe auch systemübergreifend denjenigen, die außerhalb des eigentlichen Produktentwicklungsprozesses mit dem Produkt in Verbindung stehen wie z. B. die Zulieferer oder Kunden, damit man auch wirklich gemeinsam die jeweils anvisierten Unternehmensziele verfolgt.

Zwar wurden PDMS gerade auch für Aufgaben der zentralen Langzeitarchivierung von Produktdaten als eine Form des Produktwissensmanagement entwickelt, doch enden ihre Archivierungsleistungen bislang voraussichtlich mit dem technischen Ende oder Verlust der datenschreibenden und -lesenden Systeme selbst. Auch existieren noch keine integrierten Konzepte, um eigens zur generellen Bewahrung von Produktdokumentationen ausgewählte Dateien von prinzipiellem beispielhaften Charakter aus der allgemeinen „PDM-Informationsflut“ gesondert im System zu archivieren und zu pflegen, um diese bei Bedarf, beispielsweise aus Anlass eines PDM-Systemwechsels, bewusst auskoppeln und gezielt transferieren zu können.

3.4.3 Anwendungsbezogene Funktionen des EDMS

Aufbauend auf ein PDMS kann mit einigen erweiterten Funktionen ein EDMS definiert werden. Diese Erweiterungen liegen vor allem in einem verbesserten Anwendungsbezug, die stärkere Integration von Autorensystemen, der Einsatz von Simulations- und Viewing-Tools sowie in einem übergreifenden (Projekt - Prozess - Daten) Workflow Management. In Anlehnung an den Aufbau eines PDMS (siehe Abbildung 3-6) können nun die einzelnen Funktionseinheiten eines EDMS beschrieben werden.

Aus der Fülle von anwendungsbezogenen Funktionen des EDMS werden als Repräsentanz für die Produktentwicklung in der Automobilindustrie nun das Stammdaten-Management, das Dokumenten-Management, die Änderungsfreigabe und der DMU-Prozess näher beschrieben.

3.4.3.1 Stammdaten-Management

Das Stammdaten- oder Produktdatenmanagement umfasst die Verwaltung aller produktbeschreibenden Stammdaten wie Dokumente, Artikelstämme, Stücklisten, Produktstrukturen, aber auch Spezifikationen und klassifizierende Sachmerkmale. Zu verwalten sind neben dem Datenaufwuchs (z.B. vom CAD Startmodell bis zum auskonstruierten Freigabemodell) im Produktentwicklungsprozess auch Änderungsstände und Konfigurationen über die im Produktlebenszyklus durchgeführten Änderungen⁶⁷.

Stammdatenmanagement setzt die abgestimmte Definition von Datenobjekten und ihren Datenfeldern voraus, um über den gesamten Produktlebenszyklus konsistente, widerspruchsfreie, nachvollziehbare und harmonisierte Stammdaten zu garantieren.

Neben den Daten sind im Stammdatenmanagement auch die Pflegeprozesse zur Entstehung und Änderung der Daten und die verantwortlichen Organisationseinheiten zu definieren. Hier haben sich in der Praxis Prozesse bewährt, die eine Datenpflege am Ort der Entstehung (in der Fachabteilung) vorsehen und diese mit einer zentralen Stammdatenpflegestelle (Technische Produktdokumentation) kombinieren welche auch die Verantwortung für den Gesamtprozess (im Sinne einer permanenten Kontrolle und Optimierung) trägt und eventuell auch wesentliche Dateninhalte selbst pflegt (z.B. Sachnummernvergabe).

⁶⁶ Vgl. BULLINGER [1999]

⁶⁷ Vgl. SCHEER u. a. [2005], S. 18

Schließlich gehört zum Stammdatenmanagement die Definition einer Stammdaten-IT-Architektur mit Datenflüssen und Datenverteilung an alle Systeme, in denen die Stammdaten für nachgelagerte Prozesse benötigt werden. Hier bewährt es sich, für die Stammdatenobjekte jeweils eindeutig führende Systeme zu definieren, in denen die Objekte gepflegt und geänderte werden und von wo eine Verteilung ihren Ausgang nimmt.

Weitere generische PLM Prozesse, die vorwiegend im Bereich Produktion und Logistik ablaufen wie z.B.

- Enterprise Content Management
- Asset Lifecycle Management / Instandhaltung
- Qualitätsmanagement

werden in dieser Arbeit nicht weiter behandelt.

3.4.3.2 Dokumenten Management System (DMS)

Die Aufgabe des Dokumenten-Managements (DM) umfasst das Scannen, Erstellen, Verwalten, Weiterleiten, Ablegen, Archivieren, Abrufen und Suchen von Dokumenten. Es soll den Menschen bei Bearbeitung, Verwaltung, Weitergabe und Ablage von Informationen und Dokumenten unterstützen. Es hat zum Ziel, die Produktivität durch eine Verkürzung der Dokumentendurchlaufzeit und eine sofortige Bereitstellung notwendiger Informationen zu erhöhen. Dokumenten Management Systeme (DMS) können Bürovorgänge nicht nur unterstützen sondern auch durch die Definition und Unterstützung dynamischer Sequenzen von Tätigkeiten und die Integration von statischen Informationsobjekten optimieren.

Im Büro von heute finden sich ineffiziente Arbeitsabläufe und Doppelarbeit. Zeitaufwendige Suche nach Dokumenten, lange Durchlaufzeiten, Mehrfachablage, mangelnde Transparenz der Systeme und Abläufe, Medienbrüche und Inkompatibilitäten der Teilsysteme machen ein integriertes, kundenorientiertes und reibungsloses Arbeiten unmöglich. Dazu kommt, dass das Dokumentenaufkommen in den letzten Jahren stark gewachsen ist und noch weiter anwachsen wird. Diese Situation legt den Einsatz eines computergestützten Dokumenten-Management-Systems nahe.

Effektive und effiziente Büroarbeit setzt ein unternehmensspezifisches, geschäftsprozessunterstützendes Technologiemanagement und ein effektives Informationsmanagement voraus. Das Informationsmanagement bestimmt den Informationsfluss in Produktion und Verwaltung. Eine Verbesserung des Informationsmanagements wird von einer wachsenden Zahl von Unternehmen als wichtiger Wettbewerbsfaktor eingeschätzt. Sie schließt insbesondere eine sinnvolle und umfassende Verwaltung und Bearbeitung aller im Unternehmen produzierten und notwendigen Dokumente ein.

Imaging ist die Umsetzung eines Papierdokumentes in ein digitales Abbild. Der Begriff Imaging lässt nur einen ersten groben Schluss über die Funktionalität solcher Systeme zu. Imaging-Systeme ermöglichen dem Benutzer eine „elektronische Kopie“ von Papierdokumenten durch Einsatz eines Scanners anzufertigen und das digitale Abbild im Computer zu speichern. Damit lässt sich der Medienbruch zwischen Rechnerwelt und Papierwelt beseitigen. Es handelt sich dabei lediglich um ein digitales nicht editierbares Abbild einer Seite, das vom Rechner nicht „verstanden“ wird.

DMS haben sich im Laufe der letzten Jahre zu einem stark wachsenden Markt entwickelt. Von der Einführung solcher Systeme erhoffen sich viele Unternehmen Kostensenkungen sowie Produktivitäts- und Qualitätsverbesserungen. Dass dies nicht nur Werbesprüche der Anbieter sind, sondern realistisch erreichbare Ziele, wird von einer großen und zunehmenden Zahl von mittleren und größeren Unternehmen, die elektronisches Dokumenten-Management bereits eingeführt haben, belegt. So unterstützen DMS im technischen Büro die Ablage von Konstruktionszeichnungen, bei Banken die Speicherung von Belegen, bei Zeitschriftverlagen und Presseagenturen die Archivierung und Wiederauffindung von vielfältigem Text- und Bildmaterial sowie bei Versicherungen und in öffentlichen Verwaltungen den Fluss von Texten und Anträgen. So wie im Umfeld der Produktentwicklung PDMS als passendes Tool zur Verwaltung der entwicklungsspezifischen, also in erster Linie der Konstruktionsdaten entstand, gab es zur Verwaltung allgemeiner Dokumente ebenfalls recht früh Softwareprogramme, die unter dem Begriff Dokumentenmanagementsysteme (DMS) eine besondere IT-Sparte bildeten.

Während PDM sich bald auf die saubere, zuverlässige Abbildung komplexer 3D-Produktstrukturen konzentrierte und auf die automatische Ableitung von Stücklisten, stand bei DMS die Versionierung und Verknüpfung von beliebigen Dokumenten im Vordergrund.

Gleichgültig, ob zuerst ein DMS im Hause war oder ob zuerst die Produktentwicklung PDM eingeführt hat – irgendwann stellt sich immer häufiger die Frage, ob es denn im Interesse optimierter Abläufe nicht sinnvoll ist, nur eine einzige Datenbank zu verwenden, in der alle Dokumente zusammen mit den Produktdaten verwaltet werden. Die Fähigkeit zu solch umfassenden Datenmanagement wird zu einem weiteren Entscheidungskriterium bei der Auswahl von PDM-Systemen.

3.4.3.3 Verwendungsfreigabe

Die Nachvollziehbarkeit des Entwicklungsstatus und eine Verknüpfung zu definierten Produktentwicklungsprozessen (PEP) werden durch den Einsatz von Verwendungsfreigaben ermöglicht. Die Frage nach einem „aktuellen Datensatz“ kann grundsätzlich nicht eindeutig beantwortet werden, da zur Identifikation ein Kontext notwendig ist.

Die Frage, ob der gesuchte Datensatz der „aktuelle“ Prototypen-Stand oder der Konstruktionsstand, der als Basis für den Aufbau eines FE-Berechnungsmodells diene oder der aktuelle Serien-Entwicklungsstand ist, muss beantwortet werden. Jede Bauteil-Revision enthält entsprechende Attribute, die eine direkte Zuordnung ermöglichen. Änderungen können durch Abbildung von Prozessen im EDM-System nachvollzogen werden.

3.4.3.4 DMU Prozess

Ein weiteres sinnvolles Feature ist die Integration und Etablierung eines DMU-Prozesses. Im EDM-System wird es möglich, komplette Fahrzeugstrukturen auf Basis von Meta-Informationen zu erstellen, d.h. Bauteile müssen nicht als CAD-Modelle vorliegen und können dennoch in die Produktstruktur als Gesamt-Stückliste integriert werden. Automatisierte Übersetzungen zu Viewing-Dateiformaten sowie integrierte Viewing-Mechanismen erlauben auf dieser Basis die 3D-Darstellung der konfigurierten Zusammenbauten ohne zusätzliche Software-Installationen.

Zusammenbauten bestehen in der Fahrzeugentwicklung aus sehr vielen Varianten und Kombinationsmöglichkeiten. Mit Hilfe des Variantenmanagements im EDM-System kann nach Definition der Bauteilzugehörigkeit ein spezieller Zusammenbau aus einer „150%-Stückliste“ gefiltert werden. Konkret definierte Fahrzeugvarianten des Fahrzeuges dienen dann zur Beurteilung von Package, geometrischen und funktionalen Abständen oder als CAE Basisfahrzeug.

3.4.4 Anwendungsübergreifende Funktionen des EDM

Zu den anwendungsübergreifenden Funktionen des EDMS sind folgende anzuführen:

- Änderungs-Management
- Workflow-Management
- Kommunikation
- Recherche, Visualisierung
- Benutzerverwaltung
- Datenschutz, Datensicherung
- Archivierung
- In weiterer Folge wird nur mehr auf die für den wissensorientierten EDM-Ansatz relevanten Funktionen des EDMS eingegangen.

3.4.4.1 Projekt- und Änderungs-Management

Die Projektmanagement-Funktion dient der Definition des Entwicklungsprozesses sowie dessen Controlling, beispielsweise zur Kontrolle der Ressourcenauslastung oder des Projektstatus-Monitorings.

Das Änderungsmanagement hingegen soll den jedem Entwicklungsprozess inhärenten Änderungsnotwendigkeiten Rechnung tragen. Änderungsbedarfe, die auftreten, können nun integriert angestoßen, bewertet sowie die Änderungsmaßnahme selbst durchgeführt und abgeschlossen werden. Insbesondere wird der Änderungsprozess damit transparent und somit plan- und steuerbar.

3.4.4.2 Workflow-Management

Unter dem Begriff Workflow-Management werden Systeme verstanden, die den zeitlichen und standortbezogenen Ablauf der Bearbeitung von Aufgaben und den dazu notwendigen Informationsfluss steuern. Die zu steuernden Prozesse reichen von stark strukturierten Abläufen bis zu sehr unstrukturierten Abläufen mit hohem Änderungsanteil.

Synonym werden dabei z.B. die Begriffe Vorgangsteuerung, Ablaufsteuerung und Automatisierung des Arbeitsflusses verwendet.

Die Workflow-Management Systeme (WFMS) bestehen grob betrachtet aus einer Definitions- und einer Laufzeitkomponente. Die Definitionskomponente existiert in verschiedenen Ausprägungen und reicht von der Skriptsprache bis zu einem graphischen Editor. Innerhalb dieser Komponente werden vor allem die Ablaufstruktur und das Organisationsmodell definiert. In der Laufzeitkomponente erfolgt neben der Ablaufsteuerung auch eine Historiendokumentation.

Im Engineering Data Management steuern WFMS Projekt-, Prozess-, Office- und Datenmanagement Abläufe.

Der Begriff Office Workflow umfasst Systeme, die ihr Haupteinsatzgebiet im Büro-, kaufmännischen und administrativen Bereich besitzen. Beim Einsatz dieser Systeme sind Integrationen mit der vorhandenen Office-Umgebung und dem Dokumenten-Management-Systemen zu betrachten.

3.4.4.3 Recherche

Die Aufgabe der Recherche, auch Retrieval genannt, ist das Wiederfinden von Informationen, die in einem Informationssystem gespeichert sind. Um ein Dokument suchen zu können, muss es beim Abspeichern entsprechend aufbereitet werden. Dies geschieht mit Hilfe von Stichwörtern, die einem Dokument entweder manuell oder durch eine automatische Textindexierung vergeben werden. Für die Suche werden Formulardialoge oder spezielle Abfragesprachen angeboten, mit denen Schlüsselwörter mit Bool'schen und eventuell weiteren Vergleichs- und Kontextoperatoren verknüpft werden können. Um Suchergebnisse erweitern oder verengen zu können, hilft ein Thesaurus, der Stichwörter durch Oberbegriffe, Unterbegriffe oder Synonyme ersetzt.

Rechercheanwendungen dienen der Informationssuche in großen Dokumentenbeständen wie Literaturdatenbanken oder Pressearchiven. Die Dokumente werden wegen ihres Informationsgehaltes gespeichert.

Die Anwendung der Recherche erfolgt aber nicht nur auf Dokumente sondern auf Meta-, Struktur- und Native-Daten. Die Funktion der Recherche hat auch Einfluss auf die Qualität des Wissenstransfers im Prozess der Information.

3.4.4.4 Visualisierung

In der mechanischen Konstruktion hat sich 3D CAD in den vergangenen Jahren in vielen Branchen flächendeckend durchgesetzt. Nach wie vor folgt der 3D Konstruktion jedoch ein zeitraubender Arbeitsschritt zur Erzeugung von technischen Zeichnungen, da diese immer noch das zentrale Medium zur Weiterverwendung der Konstruktionsdaten und meist das einzige Medium zur Kommunikation sind. Eine durchgängige Visualisierung von 3D Daten bietet die Chance, alle am Produktentwicklungsprozess beteiligten Personen/Funktionen frühzeitig zu informieren und früher als bislang in Abstimmungsprozesse einzubinden. Damit werden Potentiale für Zeit- (Kosten-) und Qualitätsverbesserungen erschlossen. Die flächendeckende Bereitstellung für Nicht-Konstrukteure (Einkauf, Verkauf, Fertigungsvorbereitung, Qualitätssicherung,...) bedingt den Einsatz einfach zu bedienender Werkzeuge wie z.B. leistungsfähige 3D Viewer, welche auch kostengünstiger als 3D CAD sind. Diese ergänzen bzw. ersetzen schrittweise den Einsatz der heute in diesem Bereich üblichen Rastertechnik. Damit entwickelt sich hier ein neuer Standard zunächst für die firmeninterne Kooperation, welcher jedoch im Rahmen der bereits heute üblichen Entwicklungspartnerschaften sehr schnell Bedeutung für den firmenübergreifenden Datenaustausch sowie die Online-Nutzung in virtuellen Konferenzen erhalten wird.

3.4.4.5 Archivierung

Archivierung umfasst Erfassung von Daten, die Attributierung von Daten, die das spätere Wiederauffinden erlauben, die Ablage auf optischen Platten, Wiederfinden und Abrufen von abgelegten Daten, die Anzeige und die Ausgabe abgelegter Daten (Sortierung).

Archivierungsanwendungen dienen hauptsächlich zur Ablage von Massenbelegen und sind mit einer schnellen Eingabeschnittstelle ausgestattet. Sie erfassen die Dokumente mit Hilfe leistungsstarker Scanner und legen die erfassten Dokumente platz sparend auf (meistens optischen) Speichern ab. Der Zugriff auf die Dokumente ist meistens beschränkt - was sowohl Zugriffshäufigkeit als auch Zugriffsschlüssel betrifft. Sie brauchen daher nur wenige Funktionen zur Verwaltung der Dokumente. Die langfristige Speicherung der Dokumente geschieht meistens nur aus gesetzlichen Gründen (Aufbewahrungspflichten und -fristen).

Es lassen sich auch weitere Dokumente wie z.B. Korrespondenzen (schriftliche Kundenanfragen, Reklamationen, Rückantworten des Sachbearbeiters) auf die gleiche Weise an gewisse Buchungsvorgänge anbinden.

3.4.5 Schnittstellen des EDM⁶⁸

In den Anfängen der Computerunterstützung im Bereich der Produktentwicklung gab es kaum Schnittstellen. Schlüsselfertig nannte man die Systeme, bei denen die Software gegenüber anderen Bereichen so abgeschottet war, dass sie sogar nur auf einer einzigen speziellen Hardware eingesetzt werden konnten. Die Ausgabe der Daten erfolgte auf dem Bildschirm oder über einen Drucker oder Plotter und gespeichert wurden sie auf Datenbänder oder auf – für heutige Begriffe riesigen – Platten.

Auch wenn solche Umstände längst Geschichte sind, hat sich in den großen Unternehmen über lange Jahre doch eine Insellandschaft herausgebildet, mit vielen unterschiedlichen Produkten unterschiedlicher Hersteller auf unterschiedlicher Hardware. Je mehr diese Unternehmen auch noch daran arbeiten ihre Prozesse zu optimieren, umso spezieller entwickeln sich auch die Systeme und die Software in diesen prozessorientierten Organisationseinheiten und umso wichtiger werden auch die Verbindungen zwischen diesen.

Schnittstellen werden daher weiter an Bedeutung gewinnen. Dies gilt ganz besonders für EDM, sodass neben der Fähigkeit zur Strukturierung, Versionierung und Verwaltung von Entwicklungsdaten und -dokumenten auch die Qualität der Schnittstellen ein EDMS auszeichnet.

In Zusammenhang mit dem Produktdatenmanagement haben Schnittstellen nämlich nicht nur wie in vielen anderen Fällen die Aufgabe, Daten mit anderen Systemen auszutauschen. Sie sollen auch sicherstellen, dass Daten auch über Systemgrenzen hinweg dieselbe Aktualität und denselben Wert haben.

Einen Großteil dieser Funktionen müssen Schnittstellen aber gleichsam unmerklich im Hintergrund, d.h. ohne großen Aufwand für den Benutzer erfüllen. Je besser dies systemtechnisch gelöst ist, desto mehr funktionieren die Schnittstellen eher wie Integrationsbausteine. Und genau das ist es was von EDM in seiner vollen Funktion erwartet wird – die Integration aller am Produktentwicklungsprozess beteiligten Systeme und Applikationen.

3.4.5.1 Die Schnittstelle von EDM zu ERP⁶⁹

Diese Schnittstelle ist eine andere Art von Schnittstelle da sie nicht nur unterschiedliche Applikationen, die in erster Linie innerhalb der Produktentwicklung im Einsatz sind, wie CAD, Textverarbeitung, oder Mail-System verbindet. Sie verbindet verschiedene Bereiche, die unterschiedliche Sprachen sprechen und unterschiedliche Anforderungen haben. Auch und gerade hinsichtlich der Produktdaten.

Je mehr ein Unternehmen in Richtung PLM-Strategie denkt, desto gründlicher müssen die Aufgaben analysiert und definiert werden, welche die Schnittstellen zwischen EDM und ERP erfüllen sollen.

Worum geht es prinzipiell und was muss von einer Standardschnittstelle mindestens erwartet werden? Im Grundsatz handelt es sich eben um mehr als die Speicherung von oder Zugriff auf Daten aus einem anderen System. Es handelt sich um den Abgleich sehr unterschiedlicher Datensätze, die verschiedene Sichten auf dasselbe Produkt haben und vom Abgleich zwischen den Materialstammdaten im ERP-System zu den Teilstammdaten im PDMS.

⁶⁸ Vgl. SENDLER u. a. [2008], S. 103

⁶⁹ Vgl. SENDLER u. a. [2008], S. 123

Definiert werden muss, welche Stammdaten des einen Systems welchen Stammdaten des anderen entsprechen. Auf dieser Basis kann sichergestellt werden, dass bei jedem Anlegen, Ändern oder Löschen eines Datensatzes ein Mapping auf die festgelegten Felder erfolgt, das beide Systeme wieder auf den aktuellen Stand bringt. Hinsichtlich der Strukturen, die ja in beiden Welten auch unterschiedlich abgebildet sind, gilt auch der Anspruch eines automatischen Abgleiches.

Darüber hinaus muss hier aber noch bestimmt werden, welche Daten der Fertigungsstückliste im PDMS als Daten ohne Geometrie übernommen werden. Umgekehrt werden einige Teile automatisch in einer Konstruktionsstückliste zum Vorschein kommen, weil die Produktstruktur bis ins Einzelteil verzweigt ist und für jedes Teil auch eine Positionsnummer erzeugt wird. Auf der ERP Seite werden aber nur solche Bauteile eine eigene Positionsnummer bekommen, die für die Fertigung oder Montage ein separates Teil darstellen.

Einen deutlichen Schritt weiter geht die Integration, wenn das PDMS von der anderen Seite auch genutzt werden kann, um über Viewer Geometriedaten anzeigen zu lassen, die auf der ERP-Seite üblicherweise nicht gespeichert sind.

Das alles ist möglich, machbar und vielfach auch schon realisiert. Wie der Abgleich der Daten erfolgt, ob automatisch oder nicht, von wem er angestoßen wird und welche Daten von „wo nach wo“ gelangen sollen – das ist ein weites Feld, auf dem leider zu oft noch die alten Grabenkriege entfesselt werden, statt die Schnittstellen als Brücken zu nutzen.

3.4.5.2 EDM Schnittstelle zum Datenaustausch

Dabei geht es um einen kontrollierten, dokumentierten, nachvollziehbaren durch Datenaustausch-Methoden unterstützten Datentransfer zwischen internen und externen Kunden bzw. Lieferanten eines Unternehmens:

- *Interne Kunden / Lieferanten:* Konstruktion, CAE, Produktionsplanung, Einkauf
- *Externe Kunden / Lieferanten:* OEM, Bauteil-, System- oder Entwicklungslieferant

Die Funktion solcher Import / Exportschnittstellen sind:

- Daten-Transformation, -Mapping und -Konvertierung
- I/O Logik und Methoden
- I/O Automatismen
- I/O Qualität-, Konformität- und Plausibilitäts-Checks
- Protokollierung des Datentransfervorganges

3.4.6 Applikations-Integrationsplattform

Durch die Integrationsplattform ist eine direkte Kopplung des EDMS mit einer Software Applikation möglich. Damit kann durch ein integriertes Datenmodell zwischen beiden Systemen ein Austausch bzw. Abgleich von Attributen und Parameter oder Strukturen auf Metadaten-ebene erfolgen. Durch die Integration werden im Regelfall daher auch keine Native-Daten ausgetauscht und wenn dann in Abhängigkeit der Applikation auch nur temporäre „ausgecheckt“. Dadurch bleibt das EDMS der Datenmaster für alle integrierten Applikationen.

Eine wichtige Anwendung des Funktionsmoduls Integrationsplattform ist in der Produktentwicklung der Automobilentwicklung die CAX-Integration welche in Kapitel 3.5.1 ausführlich behandelt wird.

3.4.7 EDMS – Architekturschaubild

Zusammenfassend zu den zuvor teilweise beschriebenen Funktionsmodulen eines EDMS kann nun eine Übersicht sowie ein funktionaler Aufbau der Module in Form eines EDMS - Architekturschaubildes erstellt werden.

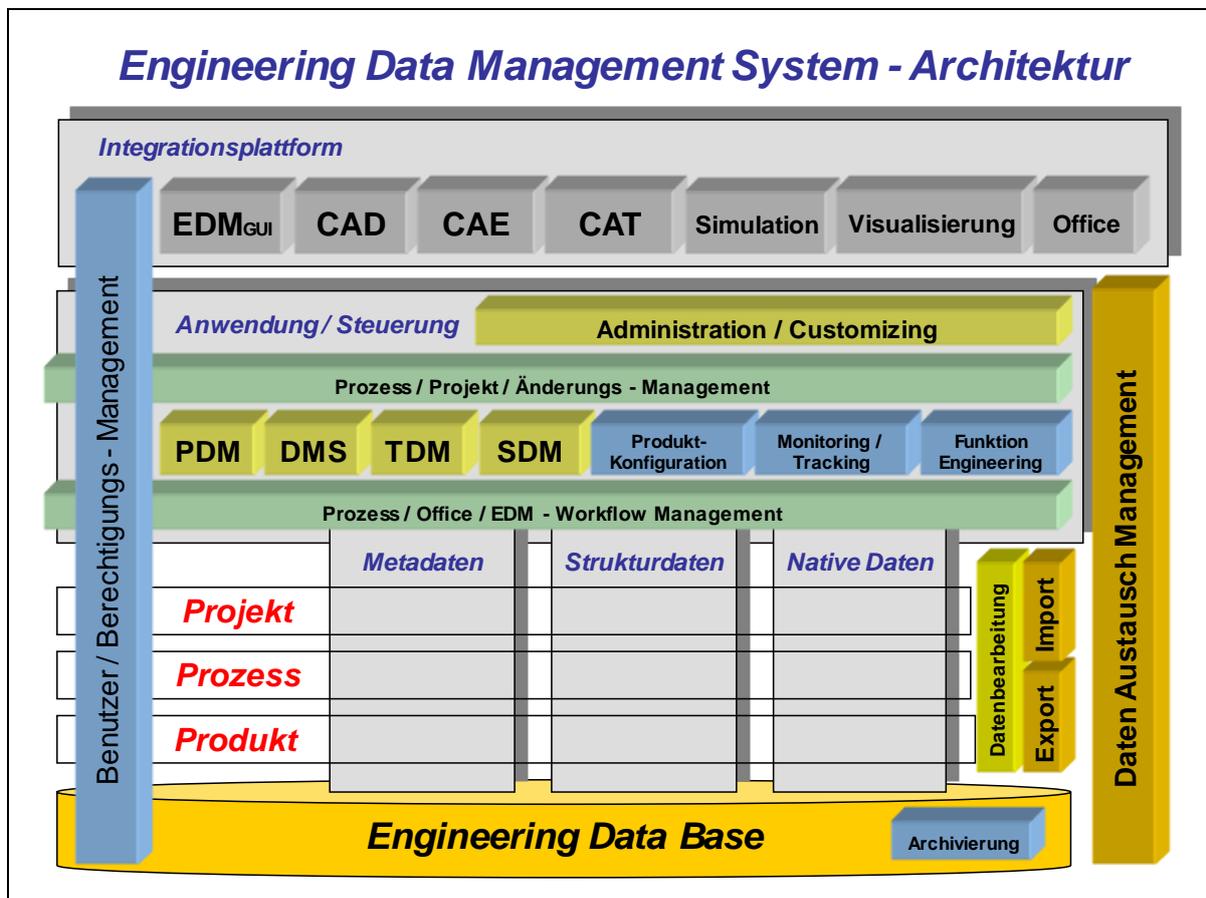


Abbildung 3-7: EDMS – Architekturschaubild

In Abbildung 3-7 sind in Anlehnung an den Aufbau eines PDMS die einzelnen Funktionen in einer groben Zuordnung zu den übergeordnete Komponenten

- Integrationsplattform,
- Anwendungs- und Steuerungsumgebung,
- Engineering Data Base,
- Schnittstellen, Datenaustausch und Datenaufbereitung,
- Berechtigung und Administration,

eines umfassenden Engineering Data Management Systems abgebildet.

Wieder aufbauend auf eine Datenbasis welche nun erkennbar um Projekt- und Prozess-Daten erweitert ist sind die wesentlichen Module Anwendung / Steuerung und die Integrationsplattform eines EDMS abgebildet. Die Integrationsplattform enthält die bereits erwähnten CAx-Applikationen. Im Steuerungsmodul sind zum einen die Funktionen Prozess-, Projekt- und Änderungsmanagement enthalten und zum anderen das operative Workflow-Management. Gesteuert werden die Nutzung und die Zugriffsmöglichkeiten auf Daten durch ein übergreifendes Benutzer/Berechtigungs-Management.

3.5 Computerunterstützung im EDM-Umfeld

Das exponentielle Wachstum im Bereich der rechnergestützten Entwicklung hält weiter an. Die Ersetzung des Zeichenbrettes durch Computer mit entsprechender Software war ein erster Schritt, der sich heutzutage mit dem Einsatz parametrisch arbeitender Systeme in ähnlicher Weise wiederholt. Das CAx-System ist dabei nicht mehr nur ein elektronischer Ersatz für bisher verwendete Methoden, sondern bedeutet auch eine starke funktionale Erweiterung, um den steigenden Anforderungen der Produktentwicklung gerecht zu werden. Durch Simultaneous Engineering wird die Informationsflut bzw. Datenflut im Entwicklungsprozess stark verdichtet und die Komplexität der Aufgabenstellungen weiter erhöht.

Zur Erhaltung der Übersicht und Sicherung der Kontrollmöglichkeiten wird der Einsatz flexibler aber standardisierter Methoden notwendig, die sich von der organisatorischen Ebene bis zur CAx-Detail-Modellierung durchziehen.

3.5.1 CAx verändert die Produktentwicklung ⁷⁰

Die Verwaltung etwa von freigegebenen Konstruktionsdaten und den zugehörigen Stücklisten und ihre Aufbereitung für Fertigung, Logistik, Kostenrechnung und Produktmanagement ist selbstverständlich ein Teil der Aufgaben, die sich mit Hilfe von PDM auch lösen lassen, aber das ist noch nicht EDM.

Der Kern ist nämlich das Management des gesamten Produktentwicklungsprozesses von der ersten Anforderung über Konzept und Detaillierung, Serienentwicklung und Absicherung, Formen- und Werkzeugbau bis hin zu Prototypen und Versuchsreihen und zwar einschließlich der vollständigen Entwicklungshistorie mit Versionierung, Änderungsaufträgen und Workflows. Es gibt aber noch ein großes Nutzenpotential von EDM im Bereich des strukturierten Managements dreidimensionaler Produktdaten auf dem Gebiet von CAD, CAM, CAE oder kurz CAx genannt.

Die Software-Applikationen können durch folgende wesentliche Gruppen von Autorenssystemen vertreten werden: ⁷¹

- *CAD - Computer Aided Design:* Darunter versteht man das rechnerunterstützte Konstruieren und wird als Sammelbegriff für 2D und/oder 3D Anwendungen in der technischen Konstruktion verwendet.
- *CAE - Computer Aided Engineering:* CAE steht für rechnergestützte Ingenieurstätigkeit und fasst alle Möglichkeiten der Computerunterstützung von Arbeitsprozessen in der Technik zusammen. Hierzu gehören Berechnungen, Analysen und Simulationen wie z.B. Festigkeitsberechnungen,
- *CAP - Computer Aided Process Planning:* CAP steht für computergestützte Arbeitsplanung. Diese Planung baut auf die konventionell oder mit CAD erstellten Konstruktionsdaten auf, um Daten für die Teilefertigungs- und Montageanweisungen zu erzeugen.
- *CAM - Computer Aided Manufacturing:* CAM steht für rechnerunterstützte Fertigung. CAM bezieht sich dabei auf die direkte Steuerung von Produktionsanlagen sowie der unterstützenden Transport- und Lagersysteme.
- *CAT - Computer Aided Testing:* CAT steht für rechnergestützte und automatisierte Versuchsdurchführung und Auswertung.

⁷⁰ Vgl. SENDLER u. a. [2008], S. 143

⁷¹ Vgl. MEYWERK [2007], S. 8

Der Produktentstehungsprozess wird durch die vier Applikationen CAD, CAE, CAT und CAM maßgeblich beeinflusst und dessen Positionierung im Y-CIM-Modell in Abbildung 3-1 dargestellt ist.

Keiner der Bereiche darf für sich allein gesehen werden und der Ingenieur muss zumindest Grundlagenwissen in allen Bereichen mitbringen. Liegt dieses Wissen vor, so können CA-X-Methoden den Konstruktionsprozess deutlich beschleunigen.

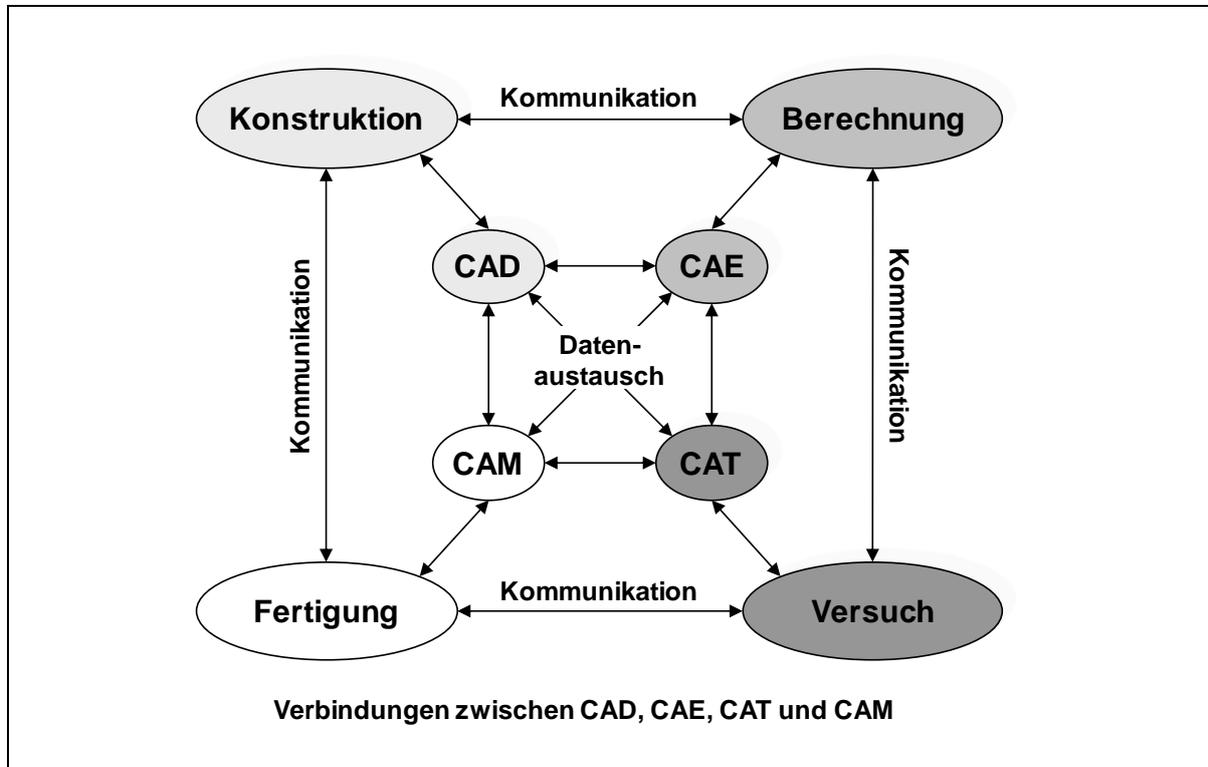


Abbildung 3-8: Verbindungen zwischen CAD, CAE, CAT und CAM

Da alle Bereiche ein sehr spezielles Wissen erfordern, werden diese häufig von unterschiedlichen Spezialisten bearbeitet. Das erfordert Kommunikation (vgl. Abbildung 3-8) zwischen den Spezialisten und damit zwangsläufig einen gemeinsamen Grundwortschatz. Eine größere Herausforderung als die gemeinsame Sprache bildet allerdings der Austausch von Daten zwischen den Bereichen.

Zum einen muss es geeignete Austauschformate geben, was rein technisch weitgehend gelöst ist. Zum anderen sind die Anforderungen die in den unterschiedlichen Bereichen an die Daten gestellt werden, verschieden. Dies erschwert den Austausch der Daten und damit die Zusammenarbeit. Im Gesamtprozess einer Simulation beträgt der Anteil von Datenbeschaffung und -management über 50%.⁷²

Durchgängiges Datenmanagement zwischen Stückliste, CAD und Simulation und Integration der Simulationsdaten (Eigenschaften, Ergebnisse, etc.) in das EDMS können diesen Prozentsatz reduzieren.

⁷² Quelle: ANDERL u. a. [2002], S. 44

3.5.2 CAD Integration ⁷³

Das wichtigste Autorensystem hinsichtlich der Produktentwicklung ist in den meisten Unternehmen die CAD-Software. Hier entstehen die Modelle der Produkte, hier werden sie detailliert und entsprechend der beabsichtigten Funktion in Baugruppen und Einzelteile untergliedert. Wie effektiv die Konstruktionstätigkeit ist, wie schnell sie abgewickelt werden kann, wie gut sich die Ingenieure auf ihre eigentliche, kreative Aufgabe konzentrieren können, hängt nicht zuletzt auch vom Grad der Integration in eine EDM-Software ab.

Besonderes Gewicht erhält die CAD Software dort, wo nicht nur ein einziges CAD-Tool, sondern gleich zwei oder mehr genutzt werden, also im Falle sogenannter Muti-CAD-Installationen. Oft geübte Praxis ist, dass jedes der Programme mit einem eigenen Team-Data-Management-System (TDM-System) ausgestattet ist. Oft lassen sich nämlich bestimmte Sonderfunktionalitäten der Software nur so wirklich nutzen und die Ergebnisse in den Modellen dann auch darstellen, dass man bei ihrer Änderung wieder auf die entsprechenden Spezialfunktionen zurückgreifen kann. Meistens sind aber diese komplett integrierten Datenmanagementsysteme, die vielleicht sogar auf demselben Datenformat basieren wie das CAD-Paket, wenn überhaupt nur sehr schwer in der Lage, mit den Modellen oder Zeichnungen anderer Applikationen umzugehen.

Gerade hier steht EDM als integrativer Aspekt einer großen Herausforderung gegenüber, um das Potential der heterogenen CAD-Landschaft ohne Abstriche auszuschöpfen und dennoch ein zentrales Management der Entwicklungsdaten zu garantieren. Noch ein Aspekt der EDM-Integration ist, dass die Konstruktion für den Augenblick und vielleicht sogar für einige Jahre mit dem CAD-System allein oder in Verbindung mit einer proprietären Managementsoftware ausreichend versorgt ist. Aber was passiert im Falle eines erforderlichen Systemwechsels? Was wenn aus welchen Gründen auch immer ein anderes CAD-System installiert werden muss? Wie können dann die mit einem Schlag „sehr alt“ gewordenen Konstruktionsdaten gepflegt, weiterhin genutzt und gegebenenfalls im neuen System erneut verwendet werden? Ohne eine systematische, elektronische Sicherung aller Daten in einem System, mit dem dann die Ausgabe und eventuell die Konvertierung erledigt werden kann, kommen hier enorme Kosten auf das Unternehmen zu. Wobei sich nicht einmal ausschließen lässt, dass ein großer Teil der „Alt-Daten“ schlicht verloren geht.

Integration bedeutet prinzipiell, dass PDM-Funktionalität innerhalb des CAD-Systems angeboten wird. Der Konstrukteur muss seine Anwendung nicht verlassen, sondern kann das Anlegen oder Speichern, das Laden oder Löschen von CAD-Dokumenten in PDM über seine gewohnte Benutzeroberfläche auslösen. Für ihn bedeutet die Integration hauptsächlich eine Erweiterung seines Anwendungsmenüs um die Funktionen, die ihm das CAD-System allein nicht bietet.

Integration von CAD und EDM heißt auch, dass alle Konstrukteure unabhängig von einem spezifischen CAD-System mit einheitlichen Klassifikationsmerkmalen und EDM-Funktionen arbeiten. Vor allem in Multi-CAD-Umgebungen ist das ein nicht zu unterschätzender Vorteil. Umgekehrt bedeutet sie, dass von EDM direkt auf die Daten der verbundenen CAD-Software zugegriffen werden kann, die dann über eigene Viewer dargestellt werden können.

Ein ausgesprochen kritischer Punkt bei den meisten EDM-Implementierungen ist die Frage, wie gut und vollständig vorhandene Entwicklungsdaten z.B. vom Kunden übernommen und als Basis-Konstruktionsstand in das EDMS importiert werden können. Bei der EDM-Einführung trifft das Projektteam in der Regel auf einen Datenbestand von einigen Tausend CAD-Objekten, die dezentral auf CAD-Arbeitsplätzen abgelegt sind und in das EDMS überführt werden müssen.

⁷³ Vgl. SENDLER u. a. [2008], S. 106

Dazu kommt noch, dass der EDM-Einsatz selten gleichzeitig mit dem Einsatz von CAD erfolgt. Bei einer guten EDM-Software sollte diese Übernahme von Bestandsdaten freilich auch durch entsprechende Tools unterstützt werden.

Über diese erstmalige Datenübernahme hinaus müssen auch noch das Daten-Änderungs-Management zu Kunden bzw. Lieferanten geplant und organisiert und letztlich auch im EDMS umgesetzt werden. Dafür werden für jedes Projekt virtuelle Daten-Meilensteine definiert an denen spezifische Datenmanagementaktivitäten ablaufen. Diese Meilensteine werden für das „virtuelle Produkt“ virtuelle Prototypen (VPT) oder digitale Prototypen (DPT) genannt. Für das operative Datenmanagement werden dafür so genannte Daten-Syncro-Punkte (DSP) oder Mini-Daten-Syncro-Punkte (MDSP) definiert. All diese steuernden und operativen Aktivitäten sind im EDMS in Form von Projekt/Termin/Meilenstein-Planung und den EDM-Workflows abgebildet.

3.5.2.1 CAD Implementierung

Um die Entwicklungszeiten eines neuen Produktes zu reduzieren und die Verfügbarkeit der Produktdaten für alle beteiligten Bereiche sicherzustellen, benötigen die meisten Unternehmen in der Fertigungsindustrie eine direkte Integration ihrer CAD-Systeme in die Geschäftsprozesse und EDM-Systeme.

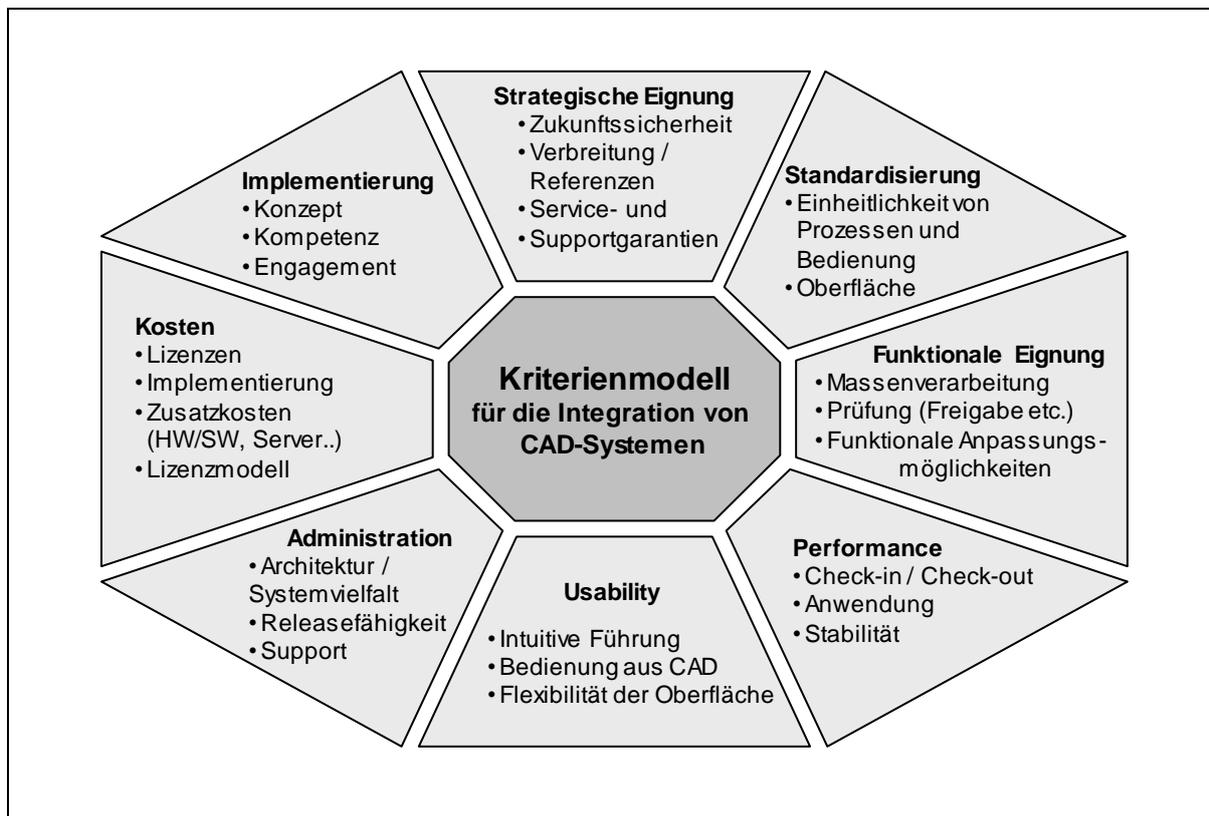


Abbildung 3-9: Kriterienmodell für die Integration von CAD-Systemen ⁷⁴

Nach SCHEER ist es daher notwendig einige wesentliche Kriterien zur Integration von CAD Systemen in eine PLM-Umgebung zu berücksichtigen, welche in Abbildung 3-9 aufgezeigt sind. EDM muss daher auch geplant werden und die Verfügbarkeit der unterschiedlichen projektspezifischen funktionalen Anforderungen mit dem Team und der EDM-Entwicklung abgestimmt werden. Üblicherweise wird die EDM-Funktionalität im Projekt in einem EDM Stufenplan realisiert.

⁷⁴ Vgl. SCHEER u. a. [2005], S. 17

3.5.2.2 Virtuelle rechnergenerierte 3D-Produktgestaltmodelle

In der heutigen ingenieurtechnischen Produktentwicklung ist im Zuge der zunehmenden Virtualisierung auch die Anwendung der virtuellen rechnergenerierten „3D-Produktgestaltmodelle“ von Bedeutung, die im Wesentlichen folgende sind:

- Das *3D-CAD-Modell*, welches als Geometriebasis des künftigen Produkts Grundlage jeder modernen virtuellen Produktentwicklung ist
- das *3D-DMU-Modell* für Digital Mock-Up, welches als digitale Produktattrappe zu Simulationszwecken zumeist nur vereinfacht aus einem 3D-CAD-Modell abgeleitet wird
- das *3D-CAE-Modell*, welches speziell für die Verwendung in Berechnung und Simulation aufbereitet wird (Vernetzung, CAD/CAE Konvertierung)
- das *3D-VIEW-Modell*, ein aus dem 3D-CAD-Modell vereinfachtes Format für gängige Viewer-Lösungen
- das *3D-VR-Modell*, welches in der Produktentstehung durch Konvertieren aus einem 3D-CAD-Modell entsteht und je nach Fokus in dem eingesetzten VR-System in seinen Eigenschaften, seinen Bewegungen und seinem Verhalten editiert wird
- das *3D-STORAGE-Modell*, ein aus dem 3D-CAD Modell abgeleitetes, vom Autoren-system und der 3D-Viewing-Software unabhängiges Format für Office-Anwendungen oder zum Zwecke der Reproduzierbarkeit für Langzeitarchivierung (z.B. 3D-PDF)

Hierbei repräsentiert ein 3D-CAD-Modell im Wesentlichen die geometrische Beschaffenheit eines technischen Produkts, seine Produktgestalt und -struktur. Dieses kann gemäß des gewählten, ihm zugrunde liegenden geometrischen Grundobjekts der Modellbildung durch ein Punkt-, Linien-, Flächen- oder Volumenmodell erfolgen, doch fällt hierbei dem Volumenmodell aufgrund seiner heutigen Leistungsfähigkeit, insbesondere in Hinblick auf seine Weiterverwendungsmöglichkeiten in den der Produktkonstruktion parallel und nachgelagerten Teilprozessen der Produktentstehung, mittlerweile die größte Bedeutung zu.

Da zur Beschreibung technischer Produkte die geometrischen Modellierungen jedoch allein nicht ausreichen, werden 3D-CAD Modelle um eine so genannte technische Modellierung ergänzt. In ihr werden den Modellen zum einen technische Eigenschaften als nicht die Geometrie beeinflussende Elemente wie beispielsweise Material, Toleranzen oder Oberflächenbearbeitung zugewiesen und zum anderen Zusammenhänge zwischen den Geometrieelementen als funktionale Informationen in Form der so genannten Features im Sinne der die Geometrie beeinflussenden Elemente ergänzt. Unter den Features sind hierbei jeweils spezielle Aggregationen von Konstruktionsmerkmalen hinsichtlich ihrer Eigenschaften, Werte, Relationen und Zwangsbedingungen zu verstehen.

Die Schwierigkeit liegt nun zum einen darin diese Produktdaten aus den 3D-Modellen in ein EDM-System überzuführen um sie in das Engineering Datenmanagement integrieren zu können. Zum anderen gilt es für die Verwaltung und Steuerung der Features eigene Datenmodelle zu erstellen und in das EDM System zu integrieren.

Dabei machen vor allem die unterschiedlichen CAD-Autorensysteme bei der EDM - Integration große Probleme. Das betrifft sowohl Software und Hardwaretechnische Probleme, die unterschiedlichen Software Produkte im Sinne einer Marktstrategie der SW-Hersteller, als auch die daraus notwendigen laufenden Anpassungen der Schnittstellen, CAD-Methoden und Schulung der Konstrukteure.

Das 3D-DMU-Modell für das Digital Mock-Up ist das digitale Modell eines CAD-basierten virtuellen Produkts, das die Bauteilgeometrie sowie die Baugruppenstruktur beinhaltet. Meistens entsteht seine geometrische Gestalt hierbei durch Tessellierung aus einem 3D-CAD-Modell (derivative Vorgehensweise), aber auch die Nutzung des originären Digital Masters des CAD-Modells als native Vorgehensweise ist möglich

Das DMU dient im Wesentlichen als Informations- und Kommunikationswerkzeug zur Modellanalyse, welches primär zur Absicherung und Optimierung der Produktgestalt hinsichtlich seiner räumlichen und funktionellen Gestaltung eingesetzt wird. Hierzu bieten DMU-Systeme zahlreiche Funktionen, welche beispielsweise zur Untersuchung von Bauräumen und Kollisionen mittels kinematischer Simulationen das virtuelle Produkt in seinen Funktionen visualisieren, denn die Zielsetzung des DMU ist jeweils die aktuelle, konsistente Verfügbarkeit multipler Sichten auf die konstruktiv entworfene Produktgestalt, das erwartete Funktionsspektrum des zukünftigen Produkts in seiner Auslegung wie auch weitere technologische Zusammenhänge. Insbesondere die Zusammenführung heterogener Modelle aus verschiedenen CAD-Systemen ist ein wichtiger Anwendungsfall des DMU. Ergebnisse werden ggf. in Form von Änderungen wieder in das CAD-Modell zurückgeführt.

Die DMU Geometriereferenz wird im Regelfall im TDM eines EDM abgebildet. Für die eindeutige Spezifikation des DMU sind daher die Produktkonfiguration, die Produktsicht und der Modellstatuts für einen definierten Virtuellen Meilenstein festzulegen. Einen konkreten Gestaltungsansatz dazu siehe in Kapitel 0.

Viewing-Modelle werden generiert um für alle am Produktentwicklungsprozess beteiligten das virtuelle Produkt auch ohne Verfügbarkeit des jeweiligen Autorensystems unter Verwendung gängiger Viewer-Produkte zugänglich und visualisierbar zu machen. Übliche Viewer-Lösungen sind kostengünstiger, einfacher bedienbar und können in einem breiteren Anwendungsbereich, über WEB-Technologien auch Unternehmensübergreifend eingesetzt werden.

VR-Modelle entsprechen jeweils einem erzeugten dreidimensionalen Gestaltmodell, welches um die Abbildung seines Verhaltens in der virtuellen Welt erweitert wird. Die Erzeugung der VR-Modelle erfolgt so zumeist über flächen- und volumenorientierte 3D-CAD-Systeme, welches jedoch abhängig von den Schnittstellen der eingesetzten VR-Systeme ist.⁷⁵

Zur Abbildung der Bewegungen und Reaktionen des VR-Modells werden dann im Weiteren Simulationsprogramme der VR-Software der VR-Systeme genutzt. Da sich das Wesen der VR aus einer Verbindung von dreidimensionaler Computergrafik, immersiver Gestaltung und Interaktionsmöglichkeiten für den Betrachter in Echtzeit ergibt, werden sehr hohe Anforderungen an das VR-Modell und seine virtuelle Einsatzumgebung gestellt. Insbesondere der Forderung nach der Wahrnehmungsgenauigkeit, der sensory fidelity, ist hierbei große Beachtung zu schenken, will man den Betrachter vor unangenehmen Neben- bzw. Nachwirkungen seiner virtuellen Erlebnisse bewahren, denn sehr viele Menschen reagieren beispielsweise mit Übelkeit und Schwindelgefühlen auf Differenzen und Verzögerungen in den Sinnesempfindungen. Je nach Wertschätzung, nach Maß der die VR-Applikationen bestimmenden Faktoren der Immersivitäten, Interaktionsmöglichkeiten und Echtzeitberechnungen ergeben sich unterschiedliche Klassifizierungen des Einsatzes von VR-Modellen.

All diese unterschiedlichen „3D-Gestaltungsmodelle“ müssen zunächst einmal im EDMS verwaltet und abgebildet werden können. Es ist aber eine noch viel größere Herausforderung diese unterschiedlichen CAD-Repräsentationen in die jeweilige Produktstruktur-Sicht zu integrieren, die Daten an die verschiedensten Anwendungsbereiche zu verteilen bzw. diese zugänglich zu machen und auch die Integration der jeweiligen Autorensysteme und Software-Applikationen (CAD, CAE, DMU, Viewer, VR, Office) in das EDMS sicherzustellen.

⁷⁵ Vgl. BERLINER KREIS [2001]

3.5.3 CAE Integration⁷⁶

Automobilhersteller setzen verstärkt auf CAE-Methoden zur Berechnung von Fahrzeugeigenschaften ein. Diese Eigenschaften betreffen sowohl Karosserie und Fahrwerk als auch Sicherheitskomponenten, Komfortaspekte und den Antrieb.

Beim Einsatz der CAE-Methoden ist man bestrebt, möglichst frühzeitig (bevor ein Prototyp erstellt wird) das Fahrzeug zu optimieren und funktional abzusichern. Das Ziel dabei ist, einen virtuellen Prototyp möglichst früh in der Berechnung einsetzen zu können, um Fehler zu erkennen und konstruktive Veränderungen virtuell im CAD-Modell umzusetzen.

In der Entwicklung laufen dabei die Prozesse der Geometrieerstellung

- Design / Strak → Festlegung der äußeren Form
- Abbildung in CAD → dreidimensionale Modelle
- DMU → Digital Mock-Up, Zusammenbau aller Komponenten

und die der virtuellen Erfassung der Eigenschaften

- CAE → Berechnung und Simulation
- CAT → Computer Aided Testing / Versuch

parallel ab.

3.6 Integrierte EDM Anwendungen in der Produktentwicklung

In den folgenden Teilkapiteln werden nun konkrete Anwendungs-Szenarien im EDM-Umfeld etwas genauer betrachtet. Der Schwerpunkt wird dabei auf die EDM-Unterstützung von CAD- und CAE-Anwendungen sowie dessen Integration in den Produktentwicklungsprozess gelegt.

3.6.1 Funktionsauslegung und Optimierung in einer frühen Designphase

Die Rolle des CAE in der frühen Fahrzeugentwicklungsphase hat sich zunehmend verändert. Mangels zur Verfügung stehender parametrischer Geometriemodelle musste man sich oftmals auf das "Nachrechnen" von modifizierten Vorgängermodellen oder auf einfache Prinzip-Untersuchungen beschränken. Heute ist eine entwurfsbegleitende Absicherung der Fahrzeugkonzeptentscheidung gewünscht. Da in dieser Phase keine durchgängige CAD-Beschreibung existiert, müssen CAE-Methoden mit Verfahren zur schnellen Erzeugung parametrischer Geometriemodelle direkt gekoppelt werden können. Nur dann kann der CAE-Ingenieur neue Konzepte mit entwickeln und entscheidende Einflussgrößen zur erforderlichen Funktionsabsicherung beurteilen und bewerten.

Eine Bewertung muss sich an dem jeweiligen Entwicklungsstand eines neuen Fahrzeugkonzeptes orientieren. Die angepasste Reaktion auf die jeweilige Informationstiefe im Entwurfsprozess spielt dabei eine wesentliche Rolle. Auch wenn keine detaillierten Informationen in der frühen Phase zur Verfügung stehen, müssen parametrische Geometriemodelle, basierend auf groben Festlegungen des Bauraumes, der Topologie, der Styling- und der Package-Vorgaben, möglich sein. Die Topologie-Geometriemodelle sind hierbei kein "Selbstzweck", sondern müssen an ihrem Wert zur begleitenden Funktionsabsicherung gemessen werden.

⁷⁶ In Anlehnung an MEYWERK [2007], S. 6ff

Letztlich sollen diese Modelle einen „vernetzten Fahrzeugentwurf“ gewährleisten, d.h. sie müssen eine Basis zur Unterstützung des Konzept-Teams bestehend aus Package-, Berechnungs-, Vorentwicklungsingenieuren und Konstrukteuren bilden.

Die Topologie- bzw. Geometriemodelle müssen sich schnell an neue Package- und / oder Styling-Informationen anpassen können. Sie müssen weiterhin die Form- und Topologie-Optimierung unterstützen können. Fragen der Standardisierung, der Kommunalitäten, Fahrzeugfamilien und der Austauschbarkeit müssen ebenso behandelt werden können.

Es ist weiterhin wünschenswert, dass diese Topologie-Geometriemodelle eine gemeinsame Daten-Austauschebene bereitstellen.

Diese gemeinsame Daten-Austauschebene dient zur:

- Wiederverwendbarkeit von implizit parametrischen Fahrzeugmodellen
- Schaffung, Strukturierung und Bereitstellung von Wissen
- Nutzung des Wissens und der Erfahrung aus abgeschlossenen / laufenden Entwicklungsprojekten
- „Schärfung“ der Daten und Verbesserung der Datendurchgängigkeit

Das Topologie-Geometriemodell hat den höchsten Stellenwert. Der Konzeptingenieur muss auf der Basis des Modells Aussagen zum Crash-Verhalten, zu Steifigkeitsänderungen und zur geometrischen Verträglichkeit mit den zur Verfügung stehenden 2D-/3D-Package-Vorgaben usw. treffen können.

Er muss neben dem Analysemodell ein Designmodell inklusive Designvariablen, Designraum, Zielfunktion und „Constraints“ aus dem Topologie-Geometriemodell ableiten und unmittelbar verifizieren und einer automatischen Form- und Topologie-Optimierung zuführen können. Hierfür muss aus dem Topologie-Geometriemodell automatisch ein robustes, qualitativ hochwertiges, durchdringungsfreies FE-Schalennetz generiert werden können und die gewünschten Verbindungen (Klebung, Linien- Punktschweißung etc.) sowie die FE-Randbedingungen müssen parametrisch abbildbar sein. Dabei ist immer zu beachten, dass der Detaillierungsgrad des Topologie-Geometriemodells von dem jeweiligen Informationsstand im Entwurfsprozess abhängt und ein Kompromiss zwischen gewünschter Ergebnisschärfe und Analyseaufwand sein wird.

3.6.2 Durchgängigkeit von Simulationsdaten im optimierten Entwurfsprozess

Es besteht der nachvollziehbare Wunsch, dass die erzeugten Daten im Entwurfsprozess durchgängig benutzt werden können. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass es naturgemäß Zielkonflikte gibt. Zielkonflikte können z.B. in der funktionalen Absicherung und den geometrischen Auslegungsanforderungen liegen. Die eingesetzten Entwurfswerkzeuge sollten den natürlichen jeweiligen Informationsstand begleitend unterstützen und nicht zwangsweise „Informationstiefen“ in dem Entwurfsmodell fordern, die zum jeweiligen Zeitpunkt nicht vorhanden sind und unnatürliche Zwänge im Entwurfsprozess verursachen. Insbesondere müssen parametrische Modelle so aufgebaut sein, dass der Entwurfsingenieur zu jeder Zeit parametrische Änderungen machen kann, ohne dass diese vorab geplant waren.

Um dies erfüllen zu können, müssen Referenzen jederzeit gelöst oder neu bestimmt werden können. In einem parametrischen Entwurfssystem müssen die Zustände somit jederzeit analysiert und interpretiert werden können, um z.B. eine durchgängige Form- und / oder Topologie-Optimierung zu unterstützen.

Komponenten müssen ohne Benutzerinteraktion in das Entwurfsmodell ein- oder ausgeblendet werden können. Neue geometrische Konfigurationen und die daraus resultierende Parametrisierung müssen automatisch vom Entwurfssystem erzeugt und interpretiert werden können. Der Anspruch, dass die Parametrisierung eines Konzeptmodelles durchgängig bis zur Serienfertigung genutzt werden kann, ist nicht realistisch und nicht zielführend.

Dabei kommt EDM eine wichtige Rolle zu. Denn das EMDS kann über einen breiten Bereich der Produktentstehung durch die direkte Integration von Autorensystemen Parameter Daten übernehmen. Zum anderen kann EDMS selbst als Parameter-Datenbank agieren und damit entkoppelte Systeme wie ERP oder PPS mit Parameterdaten versorgen. Das EDMS übernimmt dabei auch die Aufgaben des Konfigurations-Managements und gilt damit auch als „Wissensdatenbank“. Dies ist vorerst die theoretische betrachtete Möglichkeit.

Durch eine solche hohe Datenintegrität steigt nämlich auch der Grad der Automatisierung von Datenmanagementaktivitäten und damit sinkt das Vertrauen auf die Verbindlichkeit, Verfügbarkeit, Aktualität und Qualität der Daten. Das bedeutet wiederum eine mangelnde Aussagekraft der Daten für die Beteiligten Produktentwickler direkt, oder durch unzureichende Inputgrößen für folgende Software-Applikationen indirekt.

3.6.3 Durchgängigkeit von Simulationsdaten über Disziplingrenzen

Der Aufwand für die Verwaltung von Produktinformationen wächst signifikant mit steigender Datenmenge und -komplexität. Firmenweite Systemintegrationslösungen im technischen Bereich sind heute weitgehend begrenzt auf Daten aus der Konstruktion. Grundlage ist der relativ große Überlappungsgrad beim Informationsgehalt der verschiedenen eingesetzten CAD-Systeme. Ganz neue Anforderungen ergeben sich auf Grund der auftretenden Komplexität beim Aufbau von Produktstrukturen über die Grenzen verschiedener Ingenieursdisziplinen hinweg, da dort der gemeinsame Informationsgehalt relativ gering ist - wie beispielsweise bei Daten aus Konstruktion und Produktsimulation. Derartige disziplinübergreifende Strukturen ermöglichen eine neue Qualität bei der Abbildung der Produktentstehungsgeschichte und -konfiguration und stellen einen ersten Schritt zu einer interdisziplinären Integration dar.

Eine Ausweitung dieses Ansatzes auf die gemeinsame Nutzung von Anwendungsdaten anderer Disziplinen stellt jedoch noch deutlich höhere Anforderungen. Dazu ist es notwendig, die in der Produktstruktur organisierten Informationsobjekte in einer Weise anzupassen und zu standardisieren, dass sie von den Systemen und Werkzeugen verschiedener Disziplinen verarbeitet werden können. Grundvoraussetzung dafür ist eine entsprechende Strukturierung und Modularisierung der Prozesse, die mit diesen Informationsobjekten konfrontiert sind. So ist es beispielsweise erforderlich, die Prozessabläufe im Bereich der Simulation so zu strukturieren, dass sie über wohl definierte Eingangs- und Ausgangsinformationen verfügen. Damit wird die Grundlage geschaffen für eine Festlegung derartig gemeinsam nutzbarer Informationsobjekte.

Ein EDMS kann hier durch seine Kernfunktion „Konfigurations-Management“ die Grundlegende Lösung anbieten. Die Schwierigkeit liegt aber vor allem darin, einen solchen Strukturierungsstandard unter Berücksichtigung der Anforderungen aller Disziplinen festzulegen und im Unternehmen zu institutionalisieren. Auch der Aufbau und die Pflege der verschiedenen Strukturen im EDMS muss von den jeweiligen Spezialisten vorgenommen werden. Schlussendlich ist auch noch das Problem des Änderungsmanagements über alle Struktur-Sichten zu lösen.

3.6.4 Simulation und frühzeitige Kontrolle der Bauteilqualität

Die Entwicklungszeiten bei einem Modelwechsel verkürzen sich stetig, um möglichst schnell auf Trends oder Wünsche der Automobilkunden reagieren zu können. Damit dies nicht zu Lasten der Produktqualität geht, müssen neue, der Zeit angepasste Entwicklungsmethoden eingesetzt werden. Zu spät erkannte Qualitätsmängel verursachen einen enormen Änderungsaufwand, der sich zum einen durch deutlich höhere Entwicklungskosten niederschlägt und im schlimmsten Fall eine verspätete Markteinführung zur Folge hat.

Um das Design zu prüfen, werden Simulationen traditionell am Ende der Konstruktionsphase durchgeführt. Die verschiedenen Simulationen (Mechanik-, Thermo-, Strömungs-, Formteil-, Kinematik-, Akustiksimulation usw.) werden oft mit nicht integrierten Simulationslösungen durchgeführt, die zur Folge eine Datenübertragung und -konvertierung sowie den Einsatz von spezialisiertem Personal hat.

Damit die kostenintensiven physikalischen Erprobungen reduziert werden können, benötigen Fertigungsunternehmen daher eine stärker integrierte Simulation zu einem früheren Zeitpunkt des Entwicklungsprozesses, um Kosten, Produktqualität und Marktreife zu optimieren.

Mögliche Ansätze zur Optimierung des Entwicklungsprozesses können sein:

- Einsatz der Simulation durch den Konstrukteur
- Konstruktion und Simulation in einer EDM-Umgebung
- Simultaneous Engineering durch assoziative und generative Datenübergabe in die Spezialisten-Simulation
- multiphysikalische Plattform zur Berücksichtigung verschiedener physikalischer Gesetze in einer Umgebung

3.6.4.1 Einsatz der Simulation in der Konstruktionsumgebung

Der Einsatz von Simulationslösungen durch den Konstrukteur ist seit Jahren ein stark diskutiertes Reizthema. Tatsache ist, dass das größte Einsparpotential zu Beginn der Bauteilentwicklung liegt. Daher liegt es auf der Hand, bereits zu diesem Zeitpunkt Simulationen an Entwurfsmodellen durch den Konstrukteur durchzuführen. Durch die Einbindung von Simulationslösungen in der Konstruktionsumgebung sowie einer weitgehend automatisierten Bedienung, beispielsweise bei der Netzerstellung oder dem Aufbringen von Bedingungen, werden dem Anwender früher noch zeitraubende Aufgaben abgenommen. Auch die Anwendung in der gewohnten CAD Umgebung senkt beim Konstrukteur die „Hemmschwelle“, ein solches CAx-Tool einzusetzen.

Durch ein engeres Zusammenarbeiten zwischen Konstrukteur und CAE Ingenieur kann in der frühen Phase der Produktentwicklung eine bessere Produktoptimierung erreicht werden. Die Anwendung des gleichen CAx-Systems erspart eine aufwändige Datenkonvertierung und redundante Datenhaltung.

Ein Nachteil ist jedoch eine nicht immer erwünschte Spezialisierung des Konstrukteurs sowie der Aufwand für die dafür erforderliche Ausbildung.

3.6.4.2 Konstruktion und Simulation in einer EDM Umgebung

Durch die Verschmelzung der Konstruktions- und Simulationsumgebung in einer EDM-Umgebung wird der Einsatz von Simulationen deutlich erleichtert. Die Simulation ist voll in das Entwicklungswerkzeug integriert und erlaubt eine transparente Verbindung mit der Entwurfsgeometrie.

Damit können Ingenieure die erforderlichen Änderungen schon zu einem früheren Zeitpunkt des Prozesses vornehmen und reduzieren so die Dauer der Simulationszyklen.

Daraus ergeben sich folgende Vorteile:

- Keine Geometrieschnittstelle, damit keine Probleme bei der Geometrieübertragung - keine aufwendige Geometriereparatur
- Assoziative und generative Verbindung der Simulation zur Geometrie - Simulation ist immer auf dem aktuellen Konstruktionsstand
- Zugriff auf parametrische Informationen aus der Konstruktion wie z.B. Definition der Wandstärke, Lagen, Schwerpunkte
- Überprüfung der Ergebnisse nach zuvor definierten Regeln durch vorhandene Standardfunktionen der CAD Anwendung
- direkte manuelle oder auch automatische Änderung der Geometrie und Aktualisierung der Ergebnisse - schnelle Untersuchung von Varianten
- Einsatz von Analyse Templates - einfaches Ersetzen von Geometrien und Wiederverwendung der FE-Definitionen
- eine Anwendungsumgebung, gleiche Mausbedienung, gleiche Menu-Struktur
- Steuerbares CAD-CAE Datenmanagement (Abonnieren, Änderungs-Management, Potentialanalysen,)

Diese Vorteile stehen sowohl dem Konstrukteur zur konstruktionsbegleitenden Simulation als auch dem Spezialisten für Verfügung.

3.6.5 CAD/CAE Datenmanagement

In den größeren Unternehmen übernehmen EDM-Systeme die Steuerung der Prozessabläufe und die Verwaltung der Produktdaten, wobei im Bereich der Konstruktionsabteilungen die Integration von Produktstruktur/Stücklisten und CAD-Daten schon mehr oder weniger weit fortgeschritten ist. Im Gegensatz dazu liefern CAE-Systeme im Rahmen der virtuellen Produktabsicherung durch Simulation und Berechnung erst zeitversetzt ihre Ergebnisse. Oftmals stimmen dadurch der aktuelle Entwicklungsstand des Produktes und die ermittelten Berechnungsergebnisse nicht mehr überein. Die Zielsetzung für die Unternehmen muss sein, die CAE-Systeme synchron an den Entwicklungsprozess zu koppeln und die Daten der CAE-Systeme innerhalb eines EDM-Systems zu verwalten.

Aus diesem Grund müssen zukünftig Simulationsmodelle sowie die erzeugten Ergebnisse im EDM-System mit engem Bezug zu den Konstruktionsdaten verwaltet werden. Um eine konsistente Datenhaltung zu gewährleisten, muss ein definierter Strukturabgleich zwischen den Simulationswerkzeugen und dem EDM-System erfolgen.

Die wesentlichen Daten die dabei zwischen CAD und CAE ausgetauscht werden müssen sind:

- Die 3D-Geometrie als 3D-CAD-Modell oder 3D-CAE-Modell
- Die Produktstruktur (DMU, Fügefolge, FEM, NVH oder Crash)
- Masseigenschaften (Masse, Schwerpunkt, Trägheitsmoment)
- Werkstoffdaten (Material, Blechstärke, Dichte)
- Verbindungstechnik (Schweißpunkte, Nieten, Technologie,...)
- Technologiedaten

Abbildung 3-10 zeigt ein EDMS-Architekturschaubild mit CAx und xDM Integration. Wie in den vorigen Darstellungen der Architekturschaubilder setzen die einzelnen Funktionsmodule wieder auf eine gemeinsame Engineering Datenbasis auf.

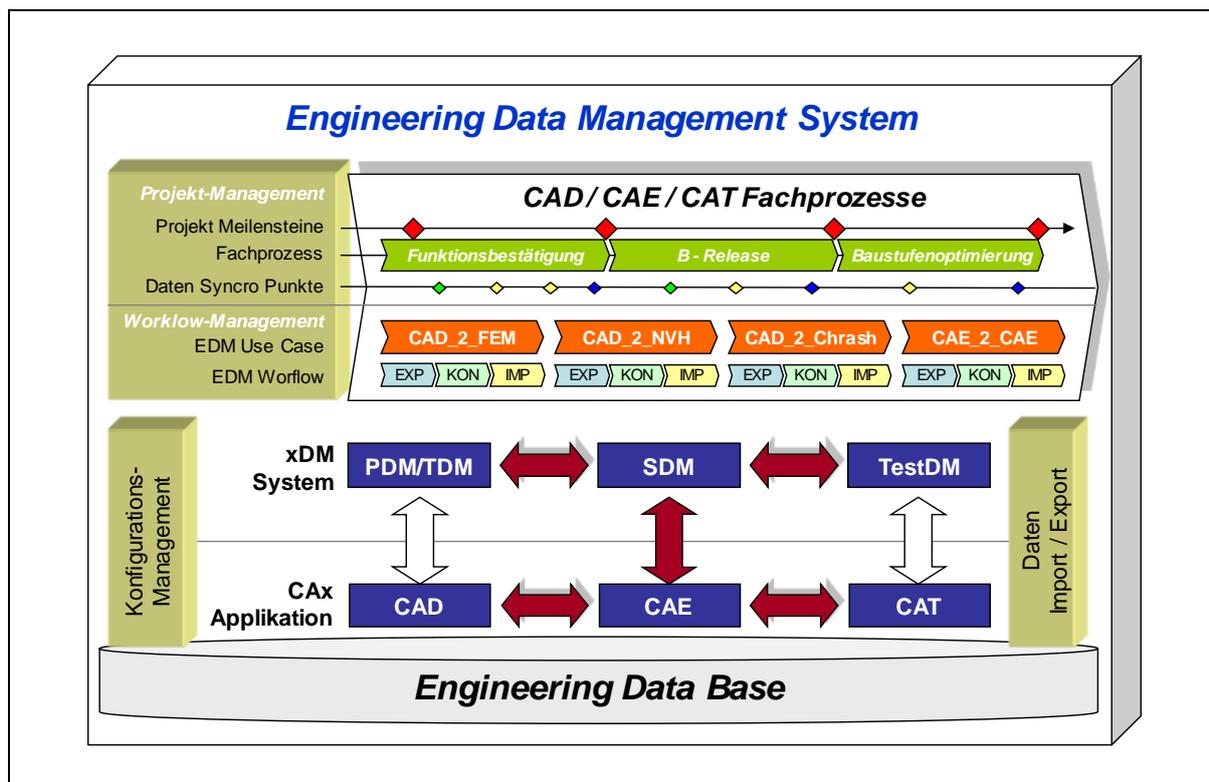


Abbildung 3-10: EDMS – Architekturschaubild mit CAx und xDM Integration

Im oberen Bereich des Projekt- und Prozess-Managements findet sich auch wieder die prozessorientierte Workflowsteuerung. Die dazwischen liegende Integrationsplattform gestaltet sich aber etwas komplexer. Zum einen sind nun unterschiedliche Disziplinen mit unterschiedlichen Applikationen und damit verbunden Datenformaten integriert, zum anderen ist zur Definition von „Digitalen Prototypen“ (DPT) ein integriertes Konfigurationsmanagement erforderlich. Hinzu kommt noch, dass sich durch die unterschiedlichen xDM-Systeme auch eine „entkoppelte“ Datenbasis ergibt, was eine zusätzliche Herausforderung an den operativen Datenaustausch bedeutet.

Das Ziel muss es sein sämtliche CAD/CAE - Relevante Daten in einem EMDS verwalten zu können. Aus der Anwendung von unterschiedlichsten Software-Applikationen in ihrer Funktion und auch der Softwareanbieter wird es in der nächsten Jahren nicht möglich sein diese allumfassend in das EMDS integrieren zu können. Es wäre daher als erster Schritt schon erfolgreich wenn zumindest die EDM-Funktionen Workflow-Management, Änderungsmanagement, die zentrale Datenbasis, die Datenaufbereitung und auch der Daten-Import/Export in allen CAx - Disziplinen einheitlich zur Anwendung kommen.

Auch die Vorteile bestehender Kopplungen von Datenmanagement-Systemen und Software Applikationen sollten vorerst als Ganzes in einem EDM-Ansatz integriert werden. Hierzu zählen im CAD Bereich die klassischen Produkt Daten Management und die immer stärker werdenden Team Data Management (TDM) Systeme und im CAE-Bereich die verschiedenen Formen von Simulation Data Management (SDM) Systemen.

3.7 Zusammenfassung zum EDM

Dieses Kapitel zeigt EDM als ein Konzept zur bereichs- und disziplinübergreifenden Integration von Datenflüssen und Abläufen in der Produktentwicklung der Automobilindustrie. Aufbauend auf die prozessorientierten PLM-Ansätze werden die EDM Datenbasis, die grundlegenden Funktionsmodule, die wichtigsten Integrationsplattformen sowie typische CAD und CAE Anwendungsfälle dargestellt.

Engineering Data Management unterstützt eine ganzheitliche Betrachtung der Produktentwicklung, insbesondere im Zusammenspiel aus statischen Ergebnissen und dynamischem Vorgehen. Funktional erleichtert es nicht nur das vollständige Stamm- und Entwicklungsdaten-Management, sondern unterstützt und verbessert auch Prozesse in der Produktentwicklung. Dabei zielt EDM nicht nur auf eine Integration der technischen Daten und Prozesse ab, sondern ermöglicht auch eine Vernetzung und Korrelation mit den betriebswirtschaftlichen Kenngrößen um einerseits eine wirtschaftlich-effiziente Entwicklung sicherzustellen und andererseits ein Übereinkommen von Produktentwicklung und Markteinführung herbeizuführen.

Dazu gehören u. a. das gemeinsame und umfassende Management aller auf das Produkt und den Prozess bezogenen Daten und deren realitätsgetreue Visualisierung. Alle Methoden basieren darauf, die Engineering Tätigkeiten über den Produktlebenszyklus und über die Bereichsgrenzen eines Unternehmens hinaus, organisatorisch und systemtechnisch zu unterstützen. Auf der IT-Ebene werden die genannten Methoden durch moderne Autoren Systeme (CAD-, CAM- und CAE-Systeme) sowie die entsprechenden Simulations- und Visualisierungstechniken unterstützt. EDM-Systemlösungen bilden dabei den funktionalen und administrativen Backbone.

Einen weiteren wichtigen Bestandteil des EDM bilden das virtuelle Produkt und dessen zeitabhängiges Informations- und Konfigurationsmanagement sowie die Prozesse zur virtuellen produktbasierten Wertschöpfung.

Die Ausführungen in diesem Kapitel geben bereits Anlass diese EDM-Themen auch aus der Wissensperspektive zu betrachten. Konkret werden für die weitere Modellbildung aus dem EDM das Workflow-Management und die Integrationsplattform mit dem disziplinübergreifenden Datenmanagement übernommen, welche die Basis für die integrierten Anwendungen in der Produktentwicklung bilden. Diese Anwendungen sind auch die Auslöser zur Entwicklung der Gestaltungsansätze des integrierten Datenmanagements in der Produktentwicklung.

4 Wissensmanagement in der Produktentwicklung

Das Wissen über das Produkt und das Management dieser Ressource spielt in der Produktentwicklung der Automobilindustrie eine wichtige Rolle und sollte daher auch einen entsprechend hohen Stellenwert einnehmen.

Dieses Kapitel beschreibt als Basis der Betrachtung das Produktwissen sowie dessen Entwicklung über den Produktlebenszyklus. Es wird als „Kunde“ des Engineering Data Managements speziell in den Vordergrund gerückt.

Es werden die Grundlagen zu den Themen Wissen, Wissensmanagement, und Wissenstransfer sowie die dazu wichtigsten Basis-Modelle und Ansätze behandelt. Dabei werden im Wesentlichen keine neuen Begriffe und Definitionen erbracht, sondern die derzeitigen wissenschaftlichen Erkenntnisse zu diesen Themen als Basis für die weiteren Analysen zusammengefasst.

Es wird auch eine Übersicht über die spezifischen Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK-Technologien) im Wissensmanagement gegeben. Als spezielle Anwendung wird noch auf die Methode der parametrisch assoziativen Konstruktion Bezug genommen.

4.1 Produktwissen und Produktlebenszyklus

Der Begriff des „Produktwissens“ kann sehr breit betrachtet werden, im Wesentlichen handelt es sich dabei um:

- Wissen und Informationen im Produkt – verpacktes verschlüsseltes kodifiziertes Wissen (Geometrien, Hardware, Funktionen)
- Informationen zum Produkt – Expliziertes dokumentiertes Wissen als Informationen
- Wissen zum Produkt – Wissen in den Köpfen der Produktentwickler.

Im Folgenden soll auf die Entstehung, Bedeutung und den Lebenszyklus des Produktwissens, sowie auf die Begriffe des Produktwissensproduktes und des Produktwissensmanagements eingegangen werden.

4.1.1 Entstehung von Produktwissen

Die moderne Datenverarbeitung verändert sich in unserer heutigen Zeit in eine Richtung, in der Daten nicht nur berechnet und gespeichert werden, sondern in Form von Informationen interpretiert, aufbereitet und anwendergerecht bereitgestellt werden können. Während sich Produktdaten als bloße Zeichenfolge ohne besondere Verwendungshinweise ansehen lassen, ist für Produktinformationen charakteristisch, dass sie Kenntnisse über Abläufe, Tatsachen oder Ereignisse in Bezug auf spezielle Produkte vermitteln. Im Vergleich zu den Daten ist ihnen ein bestimmter Problembezug zu Eigen, sie besitzen eine bestimmte Zweckorientierung mit eigener Semantik, aus welcher das jeweilige Produktwissen entsteht. Die stetige Anwendung von Produktwissen in seinen Fachdisziplinen wird mit seiner Routine zum Können und manifestiert sich letztlich in einer Produktwissenskompetenz, auf welche gemäß Treppenmodell⁷⁷ von NORTH an oberster Stelle nur noch die Wettbewerbsfähigkeit folgt.

Produktwissen entsteht vom Prinzip her auf genauso vielfältigen Wegen, wie sie zuvor für das Wissen allgemein dargestellt worden sind, Wissensgrundlagen werden in der Regel mit der Erziehung, Schulbildung und Ausbildung vermittelt, darüber hinaus wächst es implizit in jedem Menschen gemäß seinen Interessen an dem jeweiligen einzelnen Produkt.

⁷⁷ Vgl. NORTH [1999]

Im Falle von organisationalem Produktwissen bedeutet dies, dass gezielt Methoden des Produktdatenmanagements und Wissensmanagements anzuwenden sind, um eine explizite kollektive Wissensbasis zum jeweiligen benötigten Produktwissen auf- und auszubauen, welche dann auch das erworbene Produktwissen bewahren lässt.

Es wird hierunter das gesamte Wissen rund um ein Produkt verstanden, welches durch seine Produktentwicklung und -weiterentwicklung entsteht und sich in der Versions- und Variantenbildung fortsetzt und welches sich ferner über seinen Produktlebenszyklus aufsummiert. So entsteht durch Grundlagen-, Fach- und Erfahrungswissen zusammen mit Prozess- und Lebenszykluswissen verbunden mit gesellschaftssoziologischen Aspekten das Produktwissen eines betrachteten Produkts.

Der Ingenieur⁷⁸ ist ein Spezialist – von seinen besonderen Kenntnissen, von seinem Wissen und seinem Erfahrungsschatz, aber auch und nicht zuletzt von seinem Erfindungsreichtum und seiner Kreativität hängt es ab, wie gut und innovativ die Produkte eines Unternehmens sind, wie zufrieden die Kunden damit sein können und wie groß der wirtschaftliche Erfolg ist, der sich ja in erster Linie auf sie stützt.⁷⁹

Das Wissen des Ingenieurs steckt in erster Linie in seinem Kopf und zunehmend expliziert auch in den Computerdaten, die durch ihn generiert oder angelegt werden. Diese Daten, insbesondere die räumlichen Darstellungen von Bauteilen, Baugruppen, Modulen und Produkten, können heute zum entscheidenden Faktor werden, um die Disziplinen des Engineerings besser in die Gesamtabläufe der Produktentstehung zu integrieren und die Kernprozesse des Unternehmens durchgängiger steuern zu können.

Aber das bedeutet, das Wissen des Spezialisten aus einem individuellen Besitztum in eine Unternehmensressource zu verwandeln. Der Ingenieur ist damit nicht mehr der alleinige Eigentümer über sein Erfahrungswissen und seinen Kenntnissen, sondern gibt sie frei zur allgemeinen Nutzung.

Die Erfahrung zeigt aber nun, dass der Ingenieur wohl bereit ist diesen Weg mitzugehen, aber nur, wenn er mit einer Verbesserung der damit verbundenen Arbeitsbedingungen rechnen kann und er die dafür nötige Kapazität freihalten kann bzw. zur Verfügung gestellt bekommt.

Die Wiederverwendung von Konstruktionen oder Variantenuntersuchungen, die Verfolgung des Verlaufs der Produktentwicklung und die Dokumentation aller während der Produktentwicklung erfolgten Änderungen am Produkt – EDM macht dies möglich und die Produktentwicklung effizienter. Voraussetzung ist, dass das Datenmanagement nicht nur zur Datensicherung und Dokumentenablage genutzt wird, sondern auch als Instrument der Prozesssteuerung verstanden und eingesetzt wird.

Aber EDM bringt nicht nur eine Menge von Vorteilen mit sich sondern auch Veränderungen in der individuellen Arbeit des einzelnen Ingenieurs ebenso wie in Form und Inhalt der Zusammenarbeit der beteiligten Disziplinen. Der Konstrukteur wird sich an bestimmte Regeln halten und manche zusätzliche Datenmanagementaktivitäten durchführen müssen, die auf den ersten Blick seine Arbeit nicht nützen werden. Wenn die Prozessoptimierung allerdings erfolgreich sein soll, dann müssen all diese Gesichtspunkte ernst genommen und berücksichtigt werden.

⁷⁸ Ingenieur steht für einen Ingenieur und eine Ingenieurin

⁷⁹ Vgl. SENDLER u. a. [2008], S. 23

4.1.2 Produktlebenszyklus Produktwissen

Als eine Wissensklasse durchlebt das Produktwissen natürlich auch nahezu die gleichen charakteristischen Lebenszyklen wie das Wissen allgemein, es entsteht und veraltet, es wird erworben und wieder vergessen. Je nach Betrachtungsweise kann diese Sachlage als natürlicher Lauf der Dinge völlig unerheblich sein oder aber auch absolut fatal, stellt das spezifische Produktwissen beispielsweise die Grundlage einer wirtschaftlichen Unternehmung dar.

Entsprechend des im Kapitel 4.2.5 vorgestellten Wissensprozess wird hier der Produktlebenszykluskette für das Produktwissen vorgestellt. Seine Phasen sind:

- die *Produktmotivation* als Antrieb, sich mit einem Produkt näher zu befassen,
- die *Produktrecherche* als das Zusammentragen aller geeigneten auffindbaren expliziten Daten-, Informations- und Wissensbestände zu einem Produkt,
- die *Informationsinterpretation* als ein Strukturieren und Auswerten der zusammengetragenen Fakten,
- die *Wissenserkenntnis* als die Speicherung neuen Produktwissens,
- die *Wissenspublikation* als Externalisierung des neuen Produktwissens,
- die *Wissensapplikation* als Einsatz und Anwendung des Produktwissens sowie
- die *Wissensselektion* und der *Wissensverlust* als Vorstufe des Bewahrens oder Vergessens von Produktwissen.

Die Produktwissenslangzeitbewahrung wird analog der Produktbewahrung sowie der Wissenslangzeitbewahrung als eine Auskopplung des tragenden Strangs, hier des aktiven Produktwissenspools, aufgefasst.

4.1.3 Bedeutung von Produktwissen

Produktwissen, insbesondere Produktspezialwissen, ist heute einer der bedeutendsten Produktions- und Wirtschaftsfaktoren weltweit für Organisationen. Es entscheidet über Wettbewerbsvorteile am Markt sowie über produktionswirtschaftliche Effektivität. Es bildet die Ausgangsbasis für leistungsstarke Innovationen, in dem es das spezifische Know-what, Know-how und Know-why für einzelne Produkte über ihre jeweiligen Entwicklungslinien zusammenträgt.

Einzelne Aspekte wie z. B. das Design eines gegenständlichen Produkts in seinen Farben und Materialien spiegeln hierbei jeweils den Zeitgeist des gesellschaftssoziologischen Geschmacks ihrer Zeit wieder. Auch sind Produktentwicklungslinien ein Abbild der technischen Leistungsfähigkeit der Gesellschaft zu ihrer jeweiligen Zeit, sie geben Auskunft über technische Lösungen und konstruktive Vorlieben.

Produktwissen lässt sich durch frühzeitige Bereitstellung von Expertenwissen, durch gezielte Wissensgenerierung und -bestätigung durch geeignete Simulationen und Berechnungen sowie Informationsbereitstellungen erweitern. Auch das Feedback aus Produktlebenszyklen, Bewertungs- und Optimierungsmethoden sowie organisationale Entscheidungsunterstützungen helfen, Produktwissen stetig zu mehren.

Produktwissen lässt sich datentechnisch gesehen zwar mittlerweile sehr gut in Wissensdokumenten und Wissensprodukten konservieren, jedoch reicht für seine Bewahrung eine reine Archivierung des Spezialwissens in PDM- und Dokumentenmanagementsystemen bzw. auf singulären elektronischen Speichermedien nicht aus, denn man muss nicht nur wissen, dass, wo und wie man etwas gespeichert hat, sondern man sollte auch mit seinem Inhalt, dem abgelegten Was vertraut sein. Ferner gilt es stets den etwaigen Wissensverlust durch Hardware-systemausfall bzw. softwaretechnischen Verlust zu bedenken.

Dies macht eine permanente Pflege des Digitalbestands unverzichtbar. Infolge führt sie mitunter zu einer parallel gepflegten konservativen Wissensbewahrung mittels papiergebundener Medien zurück.

Aus historischer Sicht ist technisches Produktwissen eines der wichtigsten Wissensquellen über die Menschheit, bildet es doch in ihm direkt das jeweilige „erdgeschichtliche“ Leistungsvermögen dieser ab. Auch lassen sich über die verschiedenen Entwicklungsstände sehr gut technische Schwächen und Fehlentwicklungen in und von einzelnen Produkten im Rückblick nachvollziehen. Ihre Erkenntnisse können den zukünftigen Produktentwicklungen wiederum optimierend zugutekommen.

4.1.4 Produktwissensprodukte

Gemäß den Ausführungen über Wissensprodukte in Kapitel 4.2.2.2 lassen sich demnach unter Produktwissensprodukten all diejenigen Verkörperungen von allem Faktenwissen (“know what“), Prozesswissen (“know how“) und Erklärungswissen (“know why“) verstehen, welche eigenständigen, speziellen Darstellungen von explizitem, personenunabhängigem Wissen konzentriert auf einzelne Produkte in ihren Versionen und Varianten, auf Produktarten oder auf Produktklassen entsprechen. Sind diese käuflich erwerbbar und besitzen sie ihrem Wesen nach eine längerfristige Allgemeingültigkeit, kann man sie somit auch im Sinne von [PROBST/RAUB/ROMHARDT 1999]⁸⁰ als Produktwissenskonserven bezeichnen.

4.1.5 Produktwissensmanagement

Innerhalb eines Produktentstehungsprozesses beinhaltet der Begriff des Produktwissens die erforderlichen Methoden, Fakten und Regeln über den zu erwartenden Produktlebenszyklus, die Produktbaugruppen und Produktdaten in technischer wie auch wirtschaftlicher Hinsicht. Dieses Wissen ist zudem entweder allgemein, branchen-, unternehmens- oder einzelproduktspezifisch.

Ihnen allen ist gemein, dass all dies heute in jedem Wirtschaftsunternehmen bewusst gesammelt und bewahrt werden sollte und daher sämtliche entstehenden Dokumente und Applikationen einer Produktentwicklung zumindest zentral zu speichern und geeignet zu archivieren sind. Diese Aufgaben leisten heutige PDM- und Dokumentenmanagementsysteme prinzipiell, jedoch fehlt ihnen in der Regel noch der bewusste Ansatz zur wirklichen Wissensbewahrung, der inhaltlichen Verknüpfung, Auffindbarkeit und Offenlegung von gespeichertem Wissen.

Hieraus gefolgert müssen sich EDM-Systeme in den nächsten Jahren zwingend durch geeignete Integration der Wissensmanagementaktivitäten zu entsprechend so genannten PWM-Systemen, Produktwissensmanagement-Systemen, weiterentwickeln, will man ernsthaft von dem Ansatz einer Langzeitarchivierung zu einer Langzeitbewahrung von Produktwissen übergehen⁸¹. Über die Begrifflichkeit kann man hier natürlich wieder streiten.

⁸⁰ Vgl. PROBST u. a. [1999]

⁸¹ Vgl. ANDERL u. a. [2003]

4.2 Basismodelle des Wissensmanagements

4.2.1 Wissen und Wissensmanagement

Bei Wissensmanagement handelt es sich um ein Führungsinstrument, das für die Gestaltung, Lenkung und Entwicklung einer Organisation aus der Wissenssicht verwendet werden kann. Wissensmanagement hat demnach die Aufgabe, Rahmendbedingungen zu schaffen, um eine bessere Vernetzung von Wissenssendern und -empfängern zu ermöglichen und somit die Wissensgenerierung und -einsatz zu verbessern.

WOHINZ beschreibt die zuvor genannten Inhalte und definiert, dass Wissensmanagement als Management von Wissenssystemen interpretiert werden kann.⁸²

Erfolgreiches Wissensmanagement bedeutet also gleichermaßen die bewusste Investition in Mensch, Organisation und Technik.

4.2.1.1 Der Begriff Wissen

Um sich gezielt mit dem Thema „Wissen“ auseinandersetzen zu können, ist zunächst eine Abgrenzung des Begriffes vorzunehmen. Mit dem Begriff „Wissen“ haben sich unzählige Wissenschaftler der verschiedensten Disziplinen und Fachrichtungen wie beispielsweise der Philosophie, Psychologie, oder der Soziologie beschäftigt. Eine relativ große Anzahl von Autoren hat sich hierbei des Begriffes Wissen gewidmet, wodurch heute keine einheitliche, allgemein gültige Beschreibung vorliegt.

Übersichten über die unterschiedlichen Interpretationen von Wissen sind zum Beispiel bei ROMHARDT⁸³ oder HARTLIEB⁸⁴ nachzulesen.

Unter den einschlägigen Publikationen im deutschen Sprachraum soll hier an die Arbeit von PROBST/RAUB/ROMHARDT angeknüpft werden. In ihr wird als Wissen „Die Gesamtheit der Kenntnisse und Fähigkeiten, die Individuen zur Lösung von Problemen einsetzen“ interpretiert.⁸⁵

4.2.1.2 Abgrenzung von Daten, Information und Wissen

Die Vorstellungen über den Kern des Wissensbegriffes gehen weit auseinander. Je nach Fragestellung und eigenem Vorverständnis definieren sich Praktiker und Wissenschaftler dabei ihre jeweils eigenen Wissensbegriffe. Die Unterscheidung zwischen den Elementen Zeichen, Daten, Informationen und Wissen und die Beziehungen zwischen den Ebenen der Begriffshierarchie geben erste Anhaltspunkte zu Differenzierung.⁸⁶

Daten können aus einzelnen Zeichen oder aus einer Folge von Zeichen (Buchstaben, Ziffern, Sonderzeichen) bestehen, die in einem sinnvollen Zusammenhang stehen und einer Ordnungsregel (einem Code oder einer Syntax) folgen. Daten sind noch nicht interpretiert und es kann noch keine Aussage über den Verwendungszweck getroffen werden.⁸⁷

Information entsteht, sobald Daten in einen Bezug gestellt werden und die Daten in einen ersten Kontext eingeordnet werden. Informationen sind Daten, die aus betriebswirtschaftlicher Sicht zur Vorbereitung von Handlungen und Entscheidungen dienen und dazu in einem Bedeutungskontext stehen.

⁸² Vgl. WOHINZ [2003a], S. 356

⁸³ Vgl. ROMHARDT [1998], S. 24ff

⁸⁴ Vgl. HARTLIEB [2000], S. 44ff

⁸⁵ Vgl. PROBST [2006], S. 34

⁸⁶ Vgl. REHÄUSER u. a. [1996], S. 6

⁸⁷ Aus WOHINZ u. a. [2007], K.2/S.2

Wird nun diese Information zweckorientiert vernetzt und in einen Erfahrungskontext eingeordnet, entsteht daraus Wissen. Diese Kontextabhängigkeit kann dieselbe Information bei unterschiedlichen Erfahrungskontexten zu unterschiedlichen Wissen über ein und denselben Sachverhalt führen.

4.2.1.3 Wissenstreppe nach North

Im Zusammenhang mit Daten, Information und Wissen sind noch eine Reihe anderer Begriffe von Bedeutung. Alle gemeinsam können anhand der Wissenstreppe nach NORTH illustriert, siehe Abbildung 4-1, werden.

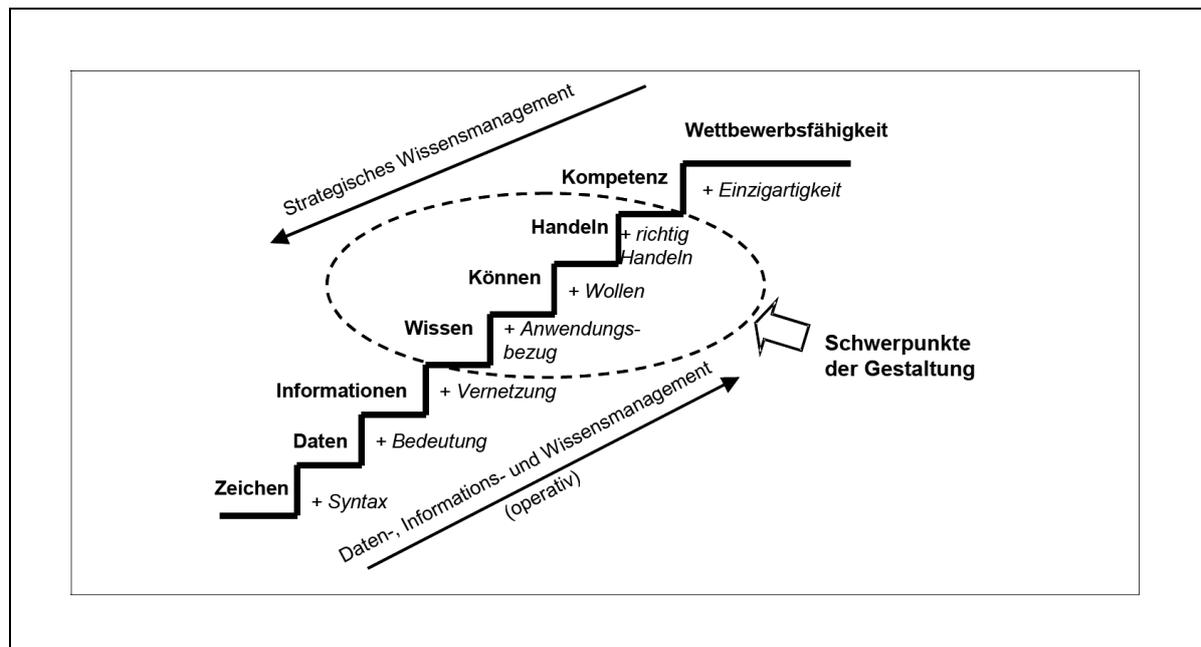


Abbildung 4-1: Die Wissenstreppe nach NORTH⁸⁸

Der Wert von Wissen wird für eine Unternehmung aber nur dann sichtbar, wenn das Wissen (Wissen WAS) in ein „Können“ (Wissen WIE) umgesetzt wird. Dazu muss ein entsprechender Handlungsbezug des Wissens gegeben sein. Dieses Können manifestiert sich in entsprechende Handlungen. Das Können wird aber nur dann in konkrete Handlungen umgesetzt („Handeln“), wenn ein Antrieb dafür besteht. Eine entsprechende Motivation bzw. ein „Wollen“ ist unabdingbar dafür.

Das Handeln liefert messbare Ergebnisse, wie eine Person, eine Gruppe von Personen oder eine Organisation (z. B. Unternehmung, Universitätsinstitut) Wissen für Problemlösungen im Sinne der Ziele (richtig Handeln) anwendet. Diese Fähigkeit wird auch als Kompetenz bezeichnet. Kompetenz konkretisiert sich im Moment der Anwendung von Wissen.

Als besonders relevant für Organisationen werden Kernkompetenzen gesehen. Eine Kernkompetenz ist ein Bündel von Fähigkeiten und Technologien, welches einzigartig ist und von der Konkurrenz nur schwer imitiert werden kann, welches eine Unternehmung befähigt, ihren Kunden einen herausragenden Nutzen zu bieten und welches sich auf neue Produkte bzw. Produktfelder übertragen lässt.⁸⁹

Durch ihre Einzigartigkeit führen Kernkompetenzen schlussendlich zur Wettbewerbsfähigkeit einer Unternehmung, Wissen wird zu einer strategischen Ressource und stellt die Basis für die Erzielung von Wettbewerbsvorteilen dar.

⁸⁸ Vgl. NORTH [2002], S. 39

⁸⁹ Vgl. HAMMEL u. a. [1994], S. 223ff

4.2.2 Grundelemente der Wissensbasis

4.2.2.1 Strukturierung von Wissen

In der einschlägigen Literatur zum Thema finden sich viele Möglichkeiten, Wissen zu strukturieren und werden unterschiedliche Arten von Wissen herausgearbeitet. An dieser Stelle soll Wissen nach der Wissenspsychologie, der Artikulierbarkeit und dem Wissensträger strukturiert werden (siehe Abbildung 4-2).

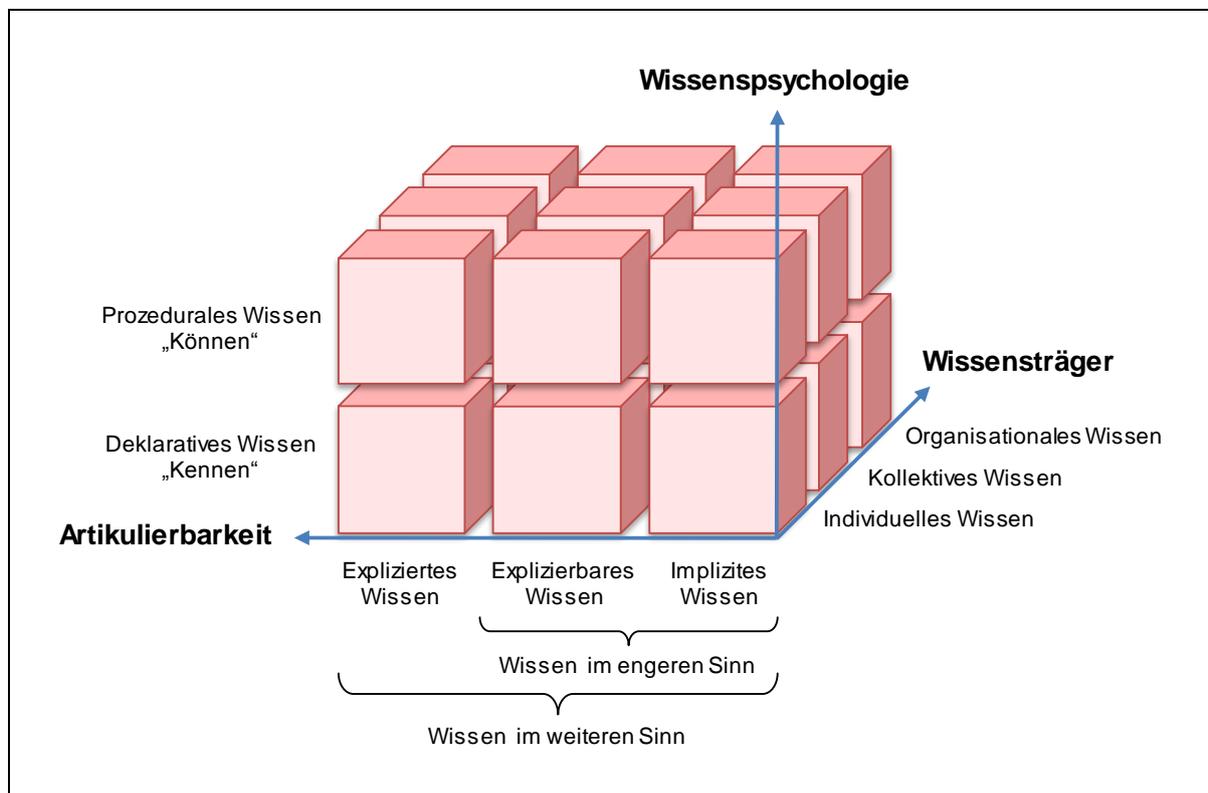


Abbildung 4-2: Strukturierung von Wissen ⁹⁰

Strukturierung nach dem Wissensträger

Mit der Strukturierung von Wissen nach dem Wissensträger soll vermittelt werden, dass Wissen nicht ein rein individuelles "Gut" darstellt, sondern auch in einer Organisation von Bedeutung ist:

- *Individuelles Wissen (individual knowledge)* ist das Wissen eines einzelnen Menschen, welches von einem spezifischen Kontext weitgehend losgelöst ist und dessen Verfügbarkeit vom jeweiligen Wissensträger abhängig ist.
- *Kollektives Wissen (collective knowledge)* ist im Gegensatz dazu Wissen, das nur innerhalb einer gewissen Umgebung bzw. Organisation (Team, Unternehmung etc.) von Bedeutung ist. Dazu zählt einerseits Wissen unterschiedlicher Menschen, das nur in Kombination zu zielgerichteten Handlungen führt und andererseits Wissen, das allen Mitgliedern eines Kollektivs eigen ist.

⁹⁰ In Anlehnung an SCHEUBLE [1998], S. 10

Strukturierung nach der Artikulierbarkeit

Mit dieser Strukturierungsebene wird zum Ausdruck gebracht, ob das Wissen dem Wissens-träger bewusst oder unbewusst ist und somit artikulierbar ist oder nicht:

- *Explizierbares Wissen (explicit knowledge)* ist Wissen, das bewusst und artikulierbar ist. Der Wissende weiß darüber und kann darüber sprechen.
- *Implizites Wissen (tacit knowledge)* ist dem Wissenden unbewusst und ist nicht bzw. nur mit sehr hohem Aufwand (bspw. durch spezielle Frage- oder Beobachtungstechniken) erfassbar und somit artikulierbar.

Strukturierung nach der Wissenspsychologie

Aus Sicht der Wissenspsychologie lassen sich deklaratives und prozedurales Wissen unterscheiden:

- *Deklaratives Wissen (declarative knowledge)* bezieht sich auf Tatsachen (Vorgänge, Sachverhalte etc.) und wird auch als kenntnisgebundenes Wissen (Kennen) oder als "Knowing that" bezeichnet.
- *Prozedurales Wissen (procedural knowledge)* hingegen betrifft die Art, wie kognitive Prozesse ausgeführt werden, es wird auch als Prozesswissen (Können) bzw. auch als "Knowing how" bezeichnet.

4.2.2.2 Grundformen des Wissens

Grundsätzlich können drei verschiedene Grundformen des Wissens unterschieden werden:

- das *Faktenwissen ("know what")*, es beschreibt das Wissen über konkrete Fakten und Ereignisse,
- das *Prozesswissen ("know how")*, es umfasst das Wissen zur Durchführung von Entwicklungsprozessen, und
- das *Erklärungswissen ("know why")*, hierunter fällt das Wissen über Ursache-Wirkungs-Beziehungen und Kausalkettenzusammenhänge.

Die Wissensform beschreibt ferner, wie Wissen seinem Charakter nach vorliegt, also im Wesentlichen, ob explizit oder implizit. Zusätzlich beinhaltet die Wissensdimension der Kompetenz aber auch noch eine Form kodierten Wissens, worunter man das Wissen versteht, das in Abbildungen, textuellen Beschreibungen, Daten und Formeln verkörpert in Büchern und Dokumenten, Computerdateien, Datenbanken, Software oder Videos gespeichert ist.

Diese Verkörperungen bezeichnet man, da es sich bei ihnen um explizites, personenunabhängiges Wissen handelt, als Wissensprodukte⁹¹. Sind diese käuflich erwerbbar und besitzen sie ihrem Wesen nach eine längerfristige Allgemeingültigkeit, werden sie auch Wissenskonserven genannt. Erst ihre sinnvolle Integration in bestehende Wissensbasen realisiert durch gezieltes menschliches Handeln ihr Potential.

⁹¹ Vgl. PROBST u. a. [1999]

4.2.2.3 *Implizites und explizites Wissen*

Wissen kann in unterschiedlichen „Aggregatzuständen“ vorkommen. Die Unterscheidung von explizitem und implizitem Wissen geht auf POLYANI⁹² zurück. Dieser stellte nämlich fest, dass wir mehr wissen als wir auszudrücken vermögen und bringt das mit den Worten "We can know more than we can tell."⁹³ auf den Punkt. Er nannte diesen Teil des Wissens „tacit“ oder implizites Wissen. Als wesentliches Unterscheidungsmerkmal zwischen diesen beiden Erscheinungsformen von Wissen ist die Art und Möglichkeit der Artikulation und der Vermittlung des Wissens zwischen Sender und Empfänger von Wissen zu nennen.

Implizites Wissen

Implizites Wissen basiert stark auf Erfahrungen und persönlichen Werten, ist häufig unbewusst vorhanden und ist schwierig zu beobachten, auszudrücken und zu formalisieren. Es ist jener Teil unseres Wissensschatzes, den wir entweder gar nicht bzw. nur unter großen Mühen und kaum vollständig ausdrücken und vermitteln können. Implizites Wissen ist sehr stark an Personen gebunden.

Explizites Wissen

Explizites Wissen hingegen ist schematischer, kann in Form von Sprache, Zahlen, Buchstaben, Symbolen, Zeichnungen, etc. kodifiziert wiedergegeben werden und ist leichter zu kommunizieren. Implizites und explizites Wissen können ineinander übergeführt werden. Das Überführen von implizitem in explizites Wissen, also die Kodifizierung des Wissens, ist wichtig, um implizites Wissen verständlich und für andere verfügbar, nutzbar und organisierbar zu machen und um dieses mit ihnen zu teilen.

4.2.2.4 *Individuelles, kollektives und organisationales Wissen*

Die Fähigkeit, Daten in Wissen zu transferieren und dieses für das Unternehmen vorteilhaft einzusetzen, macht das Individuum zum zentralen Träger der organisationalen Wissensbasis. Es reicht jedoch nicht aus, die Wissensbasis alleine aus der Perspektive des Individuums zu betrachten. Viele der Prozesse, welche die Grundlage für das erfolgreiche Agieren von Organisationen schaffen, beinhalten vielmehr Elemente kollektiven Wissens.⁹⁴ Neben dem individuellen Wissen – dem Wissen, welches dem Individuum eigen ist - gibt es das organisationale Wissen. Die organisationale Wissensbasis enthält sowohl die individuelle als auch die kollektive, d.h. von Gruppen geteilte Wissensbasis. Die organisationale Wissensbasis geht somit über die Summe der verschiedenen individuellen Wissensbasen hinaus und stellt für die Individuen im Unternehmen einen Orientierungs- und Handlungsrahmen dar. Die Unterscheidung zwischen individuellem und kollektivem Wissen führt unmittelbar zur organisationalen Wissensbasis (organisational knowledge base).⁹⁵

Zunächst kann von organisationalem Wissen gesprochen werden, wenn Organisationsmitglieder ihr Wissen als Einzelne (individuelles Wissen) oder in Kombination mit anderen Mitgliedern (kollektives Wissen) zu Handlungen im Sinne der Organisationsziele einsetzen.

Die organisationale Wissensbasis stellt eine Erweiterung dar und ist als ein Potential zu verstehen, welches eingesetzt werden könnte. Dazu zählen dann auch jenes individuelle Wissen, das der Organisation nicht zugänglich ist, sowie Kombinationen von individuellem Wissen, die noch nicht bestehen. Der Datenbestand, der in einer Organisation vorhanden ist, zählt nicht zur organisationalen Wissensbasis.

⁹² Vgl. POLYANI [1966]

⁹³ Zitiert in NONAKA [1991], S. 98

⁹⁴ Vgl. PROBST u. a. [2006], S. 37

⁹⁵ Vgl. TUPPINGER [2003], S. 26f

4.2.3 Wissensmanagement im industriellen Management

Unter Wissensmanagement ist nicht das Management von Wissen, sondern das Management von Wissenssystemen zu verstehen. Es handelt sich dabei um ein Führungskonzept zur zielgerichteten Gestaltung, Lenkung und Entwicklung einer Organisation unter dem speziellen Aspekt „Wissen“. Wissensmanagement hat Rahmenbedingungen zu schaffen, damit individuelles Wissen entsteht, vernetzt wird und in entsprechende Handlungen umgesetzt wird.

Ebenso vielfältig wie die Definitionen zum Begriff Wissen sind nun die Ansätze zum Thema „Wissensmanagement“. Prinzipiell lassen sich zwei grundsätzliche Strömungen unterscheiden:

- *Personenorientierter Ansatz:* Hier tritt der Mensch bzw. Mitarbeiter, der „Wissensträger“ in den Mittelpunkt der Betrachtungen.
- *Technologieorientierter Ansatz:* Zentraler Betrachtungsgegenstand sind die Informations- und Kommunikationstechnologien, die als Unterstützung eingesetzt werden (Streng genommen handelt es sich hierbei jedoch um ein Daten- und Informationsmanagement).

Die Beschäftigung mit Wissen im industriellen Management im Zuge des Wissensmanagement stellt kein Selbstzweck dar, sondern kann als notwendige Grundlage für zielgerichtetes Handeln angesehen werden. Sie liefert die wesentliche Voraussetzung für den Aufbau bzw. Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit.

Wissensmanagement macht jedoch nicht an der Unternehmungsgrenze halt. Neueste Entwicklungen versuchen beispielsweise, die Schnittstelle zum Kunden zu schließen und das Wissen über den Kunden, das Wissen des Kunden und das Wissen für den Kunden bestmöglich in die Organisation zu transferieren und nutzbar zu machen ("Customer Knowledge Management"). Es handelt sich dabei im Wesentlichen um eine Verknüpfung des Customer Relationship Managements mit dem Wissensmanagement.

Besonders aktuell und Gegenstand laufender Forschungsaktivitäten am Institut für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung ist das Wissensmanagement in zwischenbetrieblichen Kooperationen, in Unternehmungsnetzwerken sowie virtuellen Organisationen.

4.2.4 Modellbildung im Wissensmanagement

Die Aktualität des Themas Wissensmanagement schlägt sich auch in der derzeit intensiven Auseinandersetzung mit diesem Problemfeld im einschlägigen Schrifttum nieder. Dabei kann festgestellt werden, dass Arbeiten im Sinne von Beschreibungs- und Erklärungsmodellen im Vordergrund stehen, während Arbeiten im Sinne von Gestaltungs- und Entwicklungsmodellen weniger ausgeprägt anzutreffen sind.

Für die Nutzung in der industriellen Praxis steht aber der zuletzt genannte Aspekt deutlich im Vordergrund. Aufbauend auf dem „Grazer Modell für Industrielles Management“⁹⁶ wird im Folgenden insbesondere auf die Gestaltung und Entwicklung des Wissensmanagements eingegangen.

Die Modellbildung im Wissensmanagement soll hier auf Basis zweierlei Betrachtungen und entsprechend der Grundstruktur in Abbildung 4-3 erfolgen.

⁹⁶ Vgl. WOHINZ [2003a]

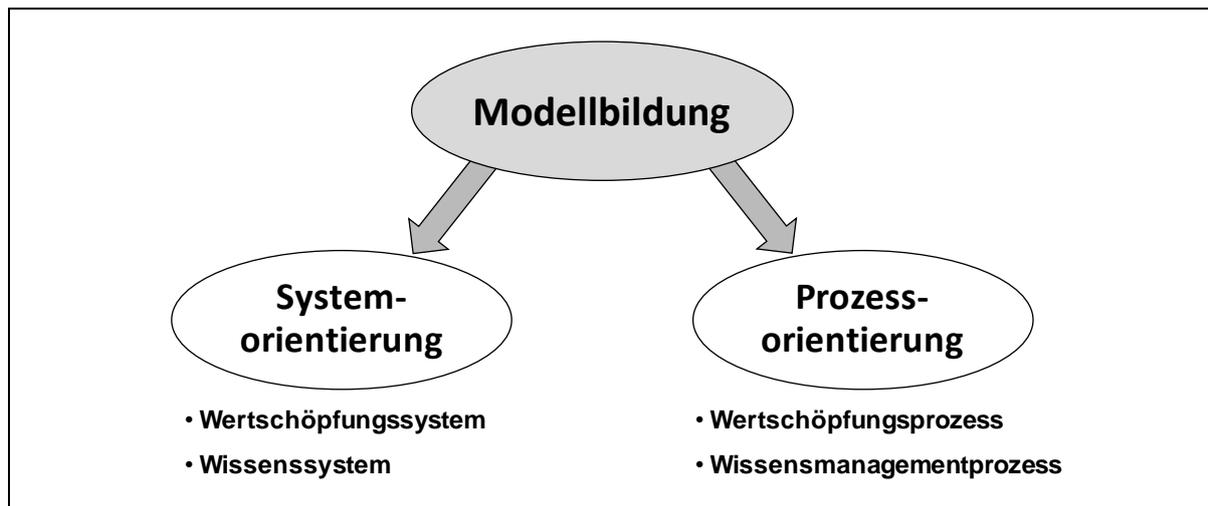


Abbildung 4-3: Die Grundstruktur zur Modellbildung im Wissensmanagement

- In *systemorientierter Betrachtung* kann eine Organisation in ein Wertschöpfungssystem und ein Wissenssystem untergliedert werden. Die Grundstruktur der Beziehung dieser beiden Systeme wird in einem „Modell überlappender Systeme“ („model of linking systems“) dargestellt werden.
- In *prozessorientierter Betrachtung* kann analog dazu der Wertschöpfungsprozess wie der Wissensmanagementprozess differenziert betrachtet werden.

4.2.5 Wissensaktivitäten und Wissensprozesse

In Anlehnung an die Bausteine des Wissensmanagements lassen sich Wissensprozesse ableiten, welche sich aus unterschiedlichen Wissensaktivitäten zusammensetzen. Einer der wichtigsten kritischen Erfolgsfaktoren im Wissensmanagement bezieht sich neben der Managementunterstützung auf das so genannte Knowledge Sharing in der organisatorischen Gestaltung von Wissensprozessen sowie deren technologischer Infrastruktur. Ausführlich stellt dies beispielsweise REMUS⁹⁷ dar.

Vergleicht man die einzelnen in der Literatur behandelten Wissensmanagementaktivitäten untereinander, so fällt auf, dass generell durchaus sehr unterschiedliche Unterscheidungen anzutreffen sind, wobei die zehn im Folgenden Aufgezählten diese wohl hinreichend repräsentieren:

- *Wissen identifizieren*, also transparent machen,
- *Wissen entwickeln*, somit aufnehmen bzw. erfassen,
- *Wissen erwerben* und damit sammeln,
- *Wissen bewerten*, d. h. evaluieren,
- *Wissen aufbereiten*, hierunter sind Vorgänge des Organisieren, Klassifizieren, Kombinieren, Integrieren, Formalisieren und Publizieren zu verstehen,
- *Wissen bewahren* durch gezielte Speicherung, Kodifizierung und Sicherung,
- *Wissen verteilen* im Sinne von Teilen, Transferieren und Publizieren,
- *Wissen suchen*, dies entspricht bewusstem Navigieren und Zugreifen,
- *Wissen anwenden*, quasi nutzen, einbetten, weiter- und wieder verwenden und
- *Wissen weiterentwickeln* und damit den Kenntnisstand verbessern und erweitern.

⁹⁷ Vgl. REMUS [2000a], S. 121

„Fasst man Wissensaktivitäten zusammen, bringt sie in eine logische Reihenfolge und achtet auf Vollständigkeit aller erforderlichen Wissensaktivitäten für den effektiven und effizienten Umgang mit Wissen, so hat man einen Wissensprozess generiert.“⁹⁸

Wissensprozesse sind herkömmlichen Geschäftsprozessen in der Struktur ähnlich, jedoch soll für diese Arbeit und ebenso wie in der Literatur üblich eine gedankliche Trennung dieser beiden Prozessarten erfolgen. Wissensprozesse unterscheiden sich von Geschäftsprozessen durch ihr „Hauptleistungsobjekt“ Wissen, das sie als Serviceleistung den Geschäftsprozessen übermitteln.⁹⁹ Eine Analyse über die unterschiedliche Modellierung von Wissensprozessen und der Abbildung von Wissensaktivitäten im EDM Umfeld wird in Kapitel 6.1.4 vorgenommen.

Für die Anwendung eines wissensorientierten Engineering Data Managements gilt es das Datenmanagement beeinflussende Wissensaktivitäten speziell zu beleuchten und daraus auch EDM-spezifische Wissensprozesse abzuleiten. Darauf wird in Kapitel 6.1.3 - EDM Relevante Wissensaktivitäten - nochmals speziell eingegangen.

4.2.6 Aufgabenschwerpunkte im Wissensmanagement

Aus den Bausteinen des Wissensmanagement lassen sich die Aufgabenschwerpunkte in drei Bereichen zusammenfassen:

- Wissensbedarf feststellen
- Wissen bereitstellen
- Wissen nutzen

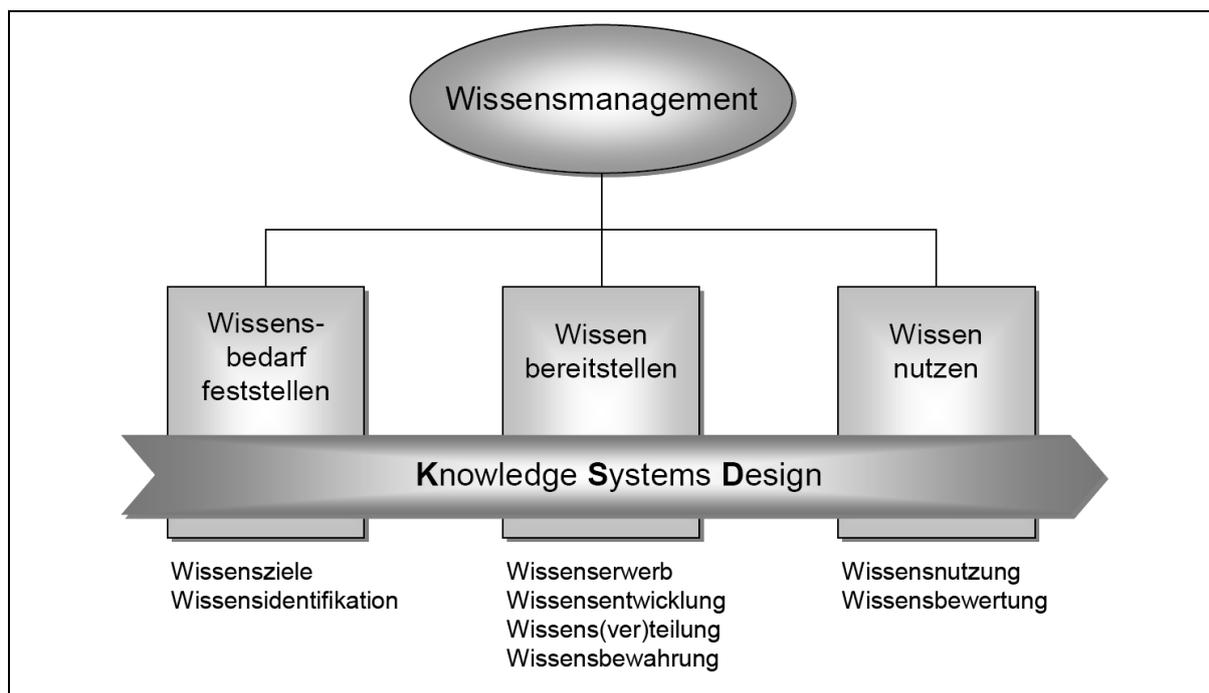


Abbildung 4-4: Aufgabenschwerpunkte im Wissensmanagement ¹⁰⁰

Hinzu kommt die laufende Gestaltung bzw. Entwicklung des Wissenssystems welche nach WOHINZ unter dem Begriff des „Knowledge Systems Design“ (KSD) näher beschrieben werden.

⁹⁸ Vgl. WMF [2007], S. 213

⁹⁹ Vgl. REMUS [2002b], S.118

¹⁰⁰ Vgl. WOHINZ [2003a], S. 357

Abbildung 4-4 zeigt die Aufgabenschwerpunkte im Zuge des „Knowledge Systems Design“ Ablaufes. Mit dieser Darstellung lassen sich auch die Schwerpunkte dieser Arbeit gut zuordnen.

Zum einen ist für das Engineering Data Management vor allem der Schwerpunkt „Wissen bereitstellen“ von Bedeutung.

Zum anderen soll das wissensorientierte EDM vor allem als Wechselwirkung zwischen den beiden Säulen „Wissensbedarf“ und „Wissensnutzung“ behandelt werden.

4.2.6.1 Wissensbedarf feststellen

Im Zuge der Feststellung des Wissensbedarfes wird zweckmäßigerweise ausgehend von der Zielsetzung mit einer Analyse der Gegebenheiten auf Handlungsebene zu beginnen sein. Mit der Prozessanalyse (des Wertschöpfungssystems) sollten jene Anforderungen abgeleitet werden, die anschließend durch die Gestaltung des Wissenssystems erfüllt werden sollten.

Im Zuge der Prozessanalyse sind die vorhandenen Wissensinhalte zu identifizieren (Wissensidentifikation) und den erforderlichen Wissensinhalten gegenüberzustellen. Daraus lässt sich der Wissensbedarf feststellen und spezifische Wissensziele können abgeleitet werden.

Der ermittelte Wissensbedarf kann in weiterer Folge von der gesamten Organisation auf die einzelnen Wissensträger zugeordnet werden.

4.2.6.2 Wissen bereitstellen

Ist der Wissensbedarf bekannt, ist in einem nächsten Schritt die Bereitstellung des erforderlichen Wissens am Ort des Bedarfes durchzuführen. Dazu kann es für Unternehmungen notwendig sein, Wissen zu erwerben (Wissenserwerb) oder auch zu entwickeln (Wissensentwicklung). Anschließend ist das Wissen an die handelnden Akteure zu verteilen (Wissensverteilung). Schließlich sind Maßnahmen für die Bewahrung des Wissens in der Organisation zu setzen (Wissensbewahrung).

4.2.6.3 Wissen nutzen

Im Zuge der Wissensnutzung wird das bereitgestellte Wissen zu zielgerichteten Handlungen im Wertschöpfungssystem umgesetzt. Dabei wird zweckmäßigerweise auch eine Gegenüberstellung zu den gesetzten Zielen (Wissensbewertung) vorgenommen.

Der Wert der Wissensnutzung hängt im EDM-Umfeld vor allem von der Datenqualität, der Datensteuerung und den zur Verfügung stehenden PDM/EDM Systemen sowie integrierten Applikationen ab.

4.2.7 Basismodell des Wissensmanagements ¹⁰¹

Dem Praktiker fällt der Zugang zu Wissensmanagement oftmals schwer. Daher besteht eine wichtige Herausforderung darin, die Anliegen von Wissensmanagement auf einfache Weise zu formulieren und nachvollziehbare Wege zur wissensorientierten Gestaltung einer Organisation aufzuzeigen.

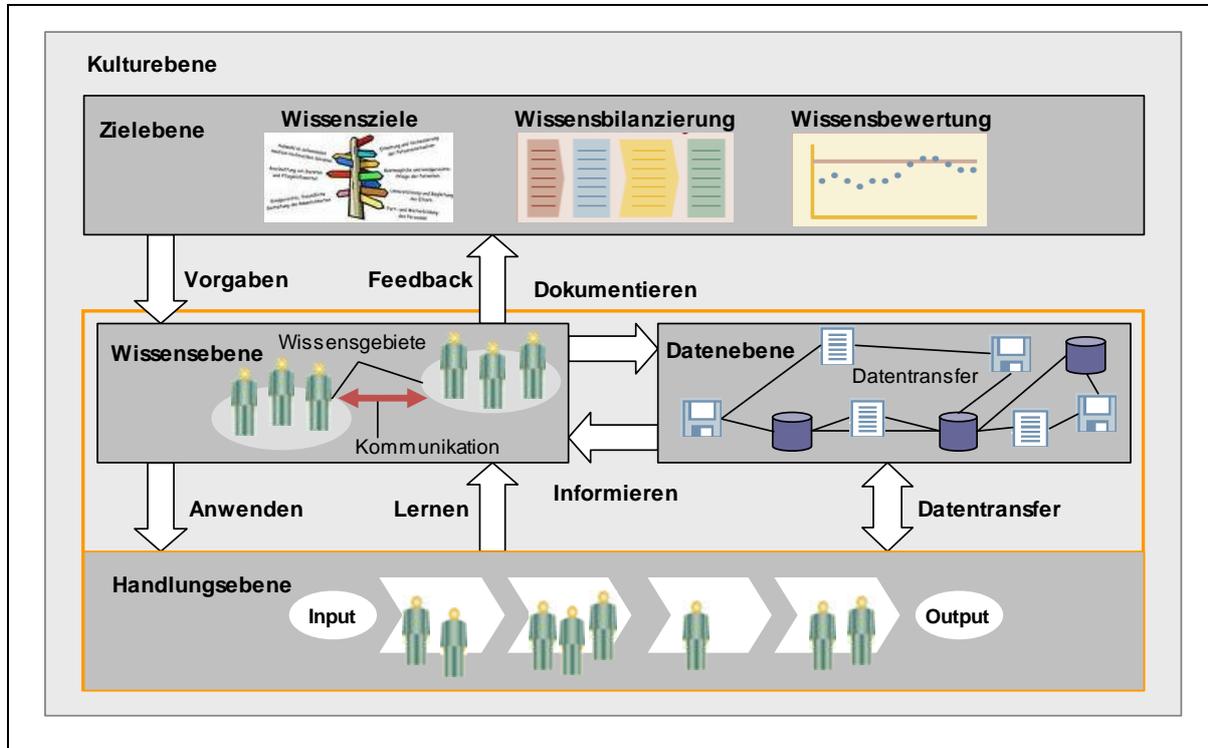


Abbildung 4-5: Das Basismodell des Wissensmanagements ¹⁰²

Abbildung 4-5 zeigt das „Basismodell des Wissensmanagements“ als mögliche Herangehensweise zur Betrachtung einer Organisation aus der Wissensperspektive. Dabei wird zwischen fünf Ebenen differenziert – Wissens-, Daten-, Handlungs-, Ziel- und Kulturebene. Diese Ebenen beschreiben, welche Aspekte einer Organisation besonders wichtig im bzw. für den Umgang mit Wissen sind. Sie definieren, wie die organisationalen Rahmenbedingungen gestaltet werden können, um die Entwicklung, den Transfer und die Nutzung von Wissen in einer Organisation zu optimieren.

4.2.7.1 Ebenen des Basismodells

Die Differenzierung in eine Wissens- und Datenebene basiert auf der traditionellen Trennung von Wissen einerseits und Daten/Informationen andererseits. Die Wissensebene umfasst den personengebundenen Teil der organisationalen Wissensbasis. Die Mitarbeiter und deren Kommunikation und Vernetzung spielen auf der Wissensebene eine zentrale Rolle. Auf der Datenebene befinden sich alle Daten und Informationen einer Organisation, d. h. das explizierte, kollektive Wissen sowie die technologische Infrastruktur zu dessen Speicherung, Organisation und Verteilung.

Die eigentliche Wertschöpfung einer Organisation erfolgt in den unterschiedlichen Geschäftsprozessen auf der Handlungsebene. Auf dieser Ebene erfolgt die Anwendung von Wissen in konkreten Handlungen.

¹⁰¹ Aus WMF [2007], S. 15ff

¹⁰² Vgl. WMF [2007], S. 14

Durch Wahrnehmen und Interpretieren der Handlungsergebnisse und der daraus abgeleiteten Adaptierung für zukünftige Handlungen kann eine Anpassung des individuellen und organisationalen Gedächtnisses – also Lernen – stattfinden. Die Zielebene ist den drei Ebenen Handlungs-, Wissens- und Datenebene übergeordnet und definiert die Ziele und Vorgaben für das Wissensmanagement. Vorgaben aus der Organisationsstrategie werden auf die einzelnen Geschäftsprozesse herunter gebrochen. Auf dieser Ebene sind das strategische Wissensmanagement und das Wissenscontrolling angesiedelt. Die Wissensziele beziehen sich auf die Gestaltung der wesentlichen Wissensaktivitäten aber auch auf die Schaffung der notwendigen Rahmenbedingungen, wie sie bspw. durch die fünf Ebenen des Basismodells definiert werden. Die Wissensaktivitäten auf den vier beschriebenen Ebenen stehen im Kontext der Organisationskultur auf der Kulturebene. Die Kultur einer Organisation hat einen wesentlichen Einfluss darauf, wie mit Wissen umgegangen wird. Hier spielt bspw. eine Rolle, ob eine tolerante und offene Kultur des Lernens existiert, ob die Mitarbeiter offen miteinander kommunizieren, ob sie bereit sind, ihr Wissen zu teilen etc. In den meisten Fällen hilft die alleinige Implementierung eines Instrumentes, einer Methode oder einer Softwarelösung wenig, wenn diese nicht auf Akzeptanz bei den betroffenen Personen stößt. Diese Akzeptanz wird in starkem Maße von der Organisationskultur beeinflusst.

4.2.7.2 Vernetzung der Ebenen

Eine direkte Interaktion erfolgt vor allem zwischen den vier Ebenen Ziel-, Wissens-, Daten- und Handlungsebene. Die Kulturebene des WM-Modells steht als Basis hinter allen vier Ebenen und bestimmt die Gestaltung der kulturellen Rahmenbedingungen für Aktivitäten auf den anderen Ebenen. Von der Zielebene gehen Vorgaben sowohl für die Handlungs- als auch für die Wissensebene aus, wobei die Vorgaben auf der Wissensebene spezifische Wissensziele sind. Ziele für die Handlungsebene werden allgemein für einen Geschäftsprozess formuliert und beinhalten für gewöhnlich auch wissensbezogene Ziele. Bezüglich Umsetzung und Wirksamkeit ergriffener Maßnahmen sollte für beide Ebenen – Wissens- und Handlungsebene – ein regelmäßiges Feedback im Sinn des Controllings an die Zielebene erfolgen. Dadurch wird es möglich, Ziele anzupassen bzw. weitere Maßnahmen abzuleiten, um die Zielerreichung sicherzustellen.

Die Verknüpfung zwischen Wissens- und Handlungsebene erfolgt durch das Anwenden des Wissens auf der Handlungsebene sowie durch Lernprozesse aufgrund von Handlungen, die wiederum zu neuem Wissen auf der Wissensebene führen.

Wissens- und Datenebene stehen durch die Prozesse **Informieren** und **Dokumentieren** in direkter Verbindung. Durch das Informieren wird aus Daten bzw. Informationen Wissen generiert, durch das Dokumentieren wird Wissen wiederum in Informationen übergeführt, d. h. explizit gemacht. Eine Verknüpfung zwischen Handlungs- und Datenebene erfolgt durch wechselseitigen **Datentransfer**. Wichtige Daten zur Durchführung der Prozesse werden einerseits auf der Datenebene bereitgestellt. Andererseits erfolgt die Speicherung und Verarbeitung von Daten aus den Prozessen wiederum auf der Datenebene.

4.2.8 Systemorientierung im Wissensmanagement

4.2.8.1 Das Wissenssystem

Für die weitere Behandlung des Themas Wissensmanagement soll hier nun der Begriff des „Wissenssystem“ (Knowledge System) eingeführt werden.

Ein System besteht aus einzelnen Bausteinen, den Elementen, welche zusammen eine Einheit bilden und untereinander durch Beziehungen verbunden sind. Dies können Materialfluss-, Informationsfluss-, Lagebeziehungen, Wirkzusammenhänge etc. sein.

Jedes Element eines Systems kann wiederum als eigenes System betrachtet werden. Das aus Elementen und Beziehungen gebildete Gefüge wird als die Struktur eines Systems bezeichnet.¹⁰³

Der Zweck eines Systems muss nicht notwendigerweise vorgegeben sein, beeinflusst aber das Zusammenwirken der Systemelemente.

Ein Wissenssystem kann demnach als ein soziotechnisches System angesehen werden, in dem Personen und technische Einrichtungen als Systemelemente zueinander in einer Beziehung stehen. Der Zweck eines solchen Systems kann mit den Bausteinen des Wissensmanagements beschrieben werden.

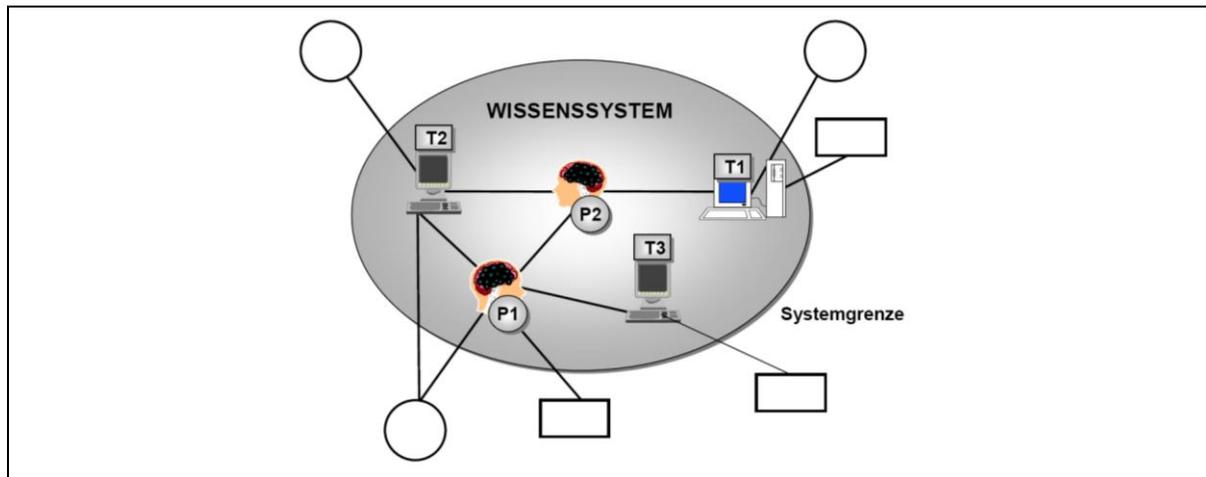


Abbildung 4-6: Individuen und technische Einrichtungen als Elemente eines Wissenssystems

Abbildung 4-6 zeigt das Wissenssystem mit seinen Personen (P1, P2,...) und technischen Einrichtungen (T1, T2,...) und deren Beziehungen zueinander. In der Abbildung ist auch angedeutet, dass Beziehungen der Elemente auch über die Systemgrenzen des Wissenssystems hinaus existieren können.

Das Wissenssystem stellt damit eine spezifische Ausprägung eines industriellen Arbeitssystems dar, das mit dem jeweiligen Wertschöpfungssystem eine Verknüpfung aufweist¹⁰⁴. Die Personen als Wissensträger im Wissenssystem bilden ein soziales Subsystem und treten gleichzeitig als Elemente des Wertschöpfungssystems auf Handlungsebene in Erscheinung. Die organisatorisch technischen Einrichtungen (Tools) stellen in ihrer Gesamtheit die Elemente des technischen Support-Subsystems dar.

Vielfach wird - und so auch beispielsweise bei REHÄUSER/KRCMAR¹⁰⁵ - in drei Ebenen des Wissensmanagement differenziert:

- die Ebene des Wissenseinsatzes als Grundlage für Wissensbedarf und Wissensdarangebot
- die Ebene der Wissensträger, die der Deckung des Wissensbedarfs dienen
- die Ebene der Infrastrukturen der Wissens- und Informationsverarbeitung.

Wissensmanagement kann nun als das Management von Wissenssystemen interpretiert werden.

¹⁰³ Vgl. HABERFELLNER u. a. [2002], S. 4ff

¹⁰⁴ Vgl. WOHINZ [2003a], S. 352

¹⁰⁵ Vgl. REHÄUSER u. a. [1996], S. 17f

4.2.8.2 Das soziale Subsystem

Wie bereits angedeutet wird das soziale Subsystem durch Lebewesen (Menschen,...) als Systemelemente und deren Beziehungen zueinander bestimmt. Somit besteht das soziale System aus mindestens zwei Lebewesen, für unsere weiteren Betrachtungen also aus mindestens zwei Menschen.

Das soziale Subsystem stellt in einem soziotechnischen System den eigentlichen Unsicherheits- (Unbestimmbarkeits-) Faktor dar. Im Gegensatz zur trivialen Maschine handelt es sich dabei um eine nicht-triviale-Maschine.

Menschen (Individuen) als Systemelemente und deren Beziehungen zueinander repräsentieren das soziale Subsystem. Ein Individuum nimmt dabei die Rolle des Senders ein, das zweite Individuum besetzt die Rolle des Empfängers.

Der Mensch als Element des sozialen Subsystems kann in systemischer Betrachtung wieder in zwei Subsysteme unterteilt werden:

- Sensorium (S) und
- Motorium (M).

Das Sensorium bildet das kognitive Subsystem eines Menschen, der hier als Träger von Wissen, also als Wissensträger bezeichnet werden kann. Das Motorium repräsentiert das motorische Subsystem. Hier wird vom Menschen eine Handlung ausgeführt, somit führt er aus der Sicht einer Unternehmung die Funktion eines Aufgabenträgers aus.¹⁰⁶

In Anlehnung an das Ebenen-Modell kann das soziale Subsystem im Rahmen der Betrachtung von Wissenstransfers wiederum der Wissens-Ebene und Handlungs-Ebene zugeordnet werden. Ein wesentlicher Aspekt beim Wissenstransfer ist das vorhandene Kontextwissen in Bezug auf die Wissensinhalte, die transferiert werden sollen. Der gesamte Wissenstransfer erfordert einen gemeinsamen Kontext.

4.2.8.3 Das technische Subsystem

Die Summe aller technischen Einrichtungen wird durch das technische Subsystem repräsentiert. Die Elemente im technischen Subsystem können aus sehr unterschiedlichen Einrichtungen der technischen Infrastruktur bestehen. Einerseits umfasst dieses Subsystem die gesamte Informations- und Kommunikations- (IuK) – Infrastruktur einer Unternehmung, andererseits werden auch alle anderen technischen Einrichtungen (Betriebsmittel,...) diesem zugeordnet. Das Zusammenwirken der technischen Systemelemente wird durch den hohen Standardisierungsgrad dieser Elemente wesentlich erleichtert.

Das technische Subsystem unterscheidet sich gravierend vom sozialen Subsystem, dessen Output bei gegebenem Input nicht vorhersagbar ist. Die Elemente im technischen Subsystem können aus unterschiedlichsten Komponenten der technischen Infrastruktur einer Organisation bestehen. Beim Daten-Transfer geht es um die Kompatibilität zwischen Sendersystem und Empfängersystem. Im Unterschied zum sozialen System ist das technische Subsystem durch einen hohen Grad an Standardisierung der entsprechenden Systemelemente gekennzeichnet. Damit werden die Verbindung und das Zusammenwirken von Elementen im technischen Subsystem extrem erleichtert und planbar.

Das technische Subsystem spielt im Engineering Data Management eine besondere Rolle, da das Datenmanagement und die technischen Leistungseinrichtungen einen Mehrwert für den Wertschöpfungsprozess bringen.

¹⁰⁶ Vgl. SAMMER [1999], S. 18ff

4.2.8.4 Gegenüberstellung des sozialen und des technischen Subsystems

Anhand der Detailbeschreibung des sozialen und des technischen Subsystems können einige Analogien zwischen der Datenübertragung im technischen Subsystem und dem Wissenstransfer im sozialen Subsystem gezogen werden. Hervorzuheben ist, dass bei beiden Subsystemen letztendlich die Kommunikation nur auf der Ebene von Signalen stattfindet. Diese Erkenntnis kann damit in der Systemgestaltung, insbesondere für die Vernetzung technischer und sozialer Systemelemente genutzt werden. Von besonderer Relevanz ist auch die Analogie der standardisierten Schichten, Dienste und Protokolle und im technischen Subsystem zum Kontextwissen im sozialen System.

Während aber auf der technischen Seite der Kontext durch die sieben Schichten klar definiert ist und bereits vor dem ersten Verbindungsaufbau gegeben sein muss, kann auf der sozialen Seite nahezu jede beliebige Ausprägung des Kontextwissens durch Lernprozesse während der Kommunikation aufgebaut werden. Trotz dieser Analogien, die vorrangig vom technischen in den sozialen Bereich übertragen wurden, um damit dort eine plausible Funktionsdarstellung aufzeigen zu können, treffen zwei völlig unterschiedlich funktionierende Systeme aufeinander.

4.2.8.5 Wissenssystem und Wertschöpfungssystem¹⁰⁷

Die verstärkte Beschäftigung mit der Gestaltung und Entwicklung von Wissenssystemen im Rahmen des Industriellen Managements kann aus dem allgemeinen unternehmerischen Ziel abgeleitet werden. Dieses Ziel ist auf die Erhaltung bzw. Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit gerichtet. Die Schaffung einer geeigneten Wissensbasis stellt die Grundlage für erfolgreiches unternehmerisches Handeln dar. Die Sicherstellung des entsprechenden Anwendungsbezuges und der individuellen Anwendungsvoraussetzungen stellt weitere Teilschritte (im Sinne der Wissenstreppe) dar.

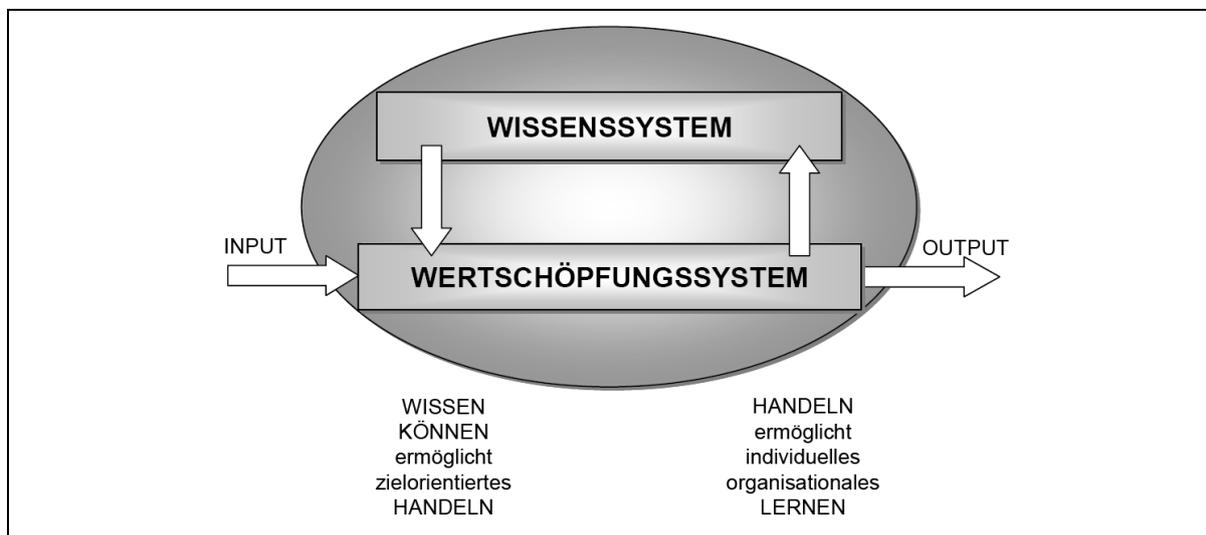


Abbildung 4-7: Der Zusammenhang zwischen Wissenssystem und Wertschöpfungssystem¹⁰⁸

Vielfach üblich wird dieser Zusammenhang wie in Abbildung 4-7 insbesondere zwischen Wissen, Handeln und Lernen dargestellt. Die Wissensbasis, resultierend aus dem Wissenssystem, ermöglicht also zielorientiertes Handeln im jeweiligen Wertschöpfungssystem.

¹⁰⁷ Vgl. WOHINZ u. a. [2007], K.3/S.3

¹⁰⁸ Vgl. WOHINZ [2003a], S. 350

Gleichzeitig ergeben sich aber aus dem konkreten Handeln heraus Anstöße für Lernprozesse, so dass zwischen der Handlungsebene einerseits und der dafür relevanten Wissensbasis eine Wechselbeziehung festgestellt werden kann.

4.2.8.6 Das Modell überlappender Systeme ¹⁰⁹

In systemorientierter Betrachtung kann diese Grundstruktur der Beziehung zwischen Wissenssystem und Wertschöpfungssystem erweitert und in einem „Modell überlappender Systeme“ („model of linking systems“) dargestellt werden.

Auf Handlungsebene wird das Wertschöpfungssystem durch Personen (als „Leistungsträger“ in einem sozialen Subsystem) und Tools (als „Leistungseinrichtungen“ in einem technischen Subsystem) gebildet. Das Wissenssystem wird ebenso durch Personen (als „Wissensträger“ in einem sozialen Subsystem) und Tools (als „informationstechnische Einrichtungen“ in einem technischen Subsystem) gebildet.

Nun werden einzelne Personen und technische Einrichtungen sowohl im Wertschöpfungssystem wie auch im dafür relevanten Wissenssystem enthalten sein, was im Begriff „überlappender Systeme“ zum Ausdruck gebracht wird (Abbildung 4-8). Selbstverständlich wird diese Überlappung üblicherweise nicht vollständig, sondern nur partiell festzustellen sein; vielmehr werden auch Systemelemente gegeben sein, die spezifisch nur einem der beiden Systeme zuzuordnen sind.

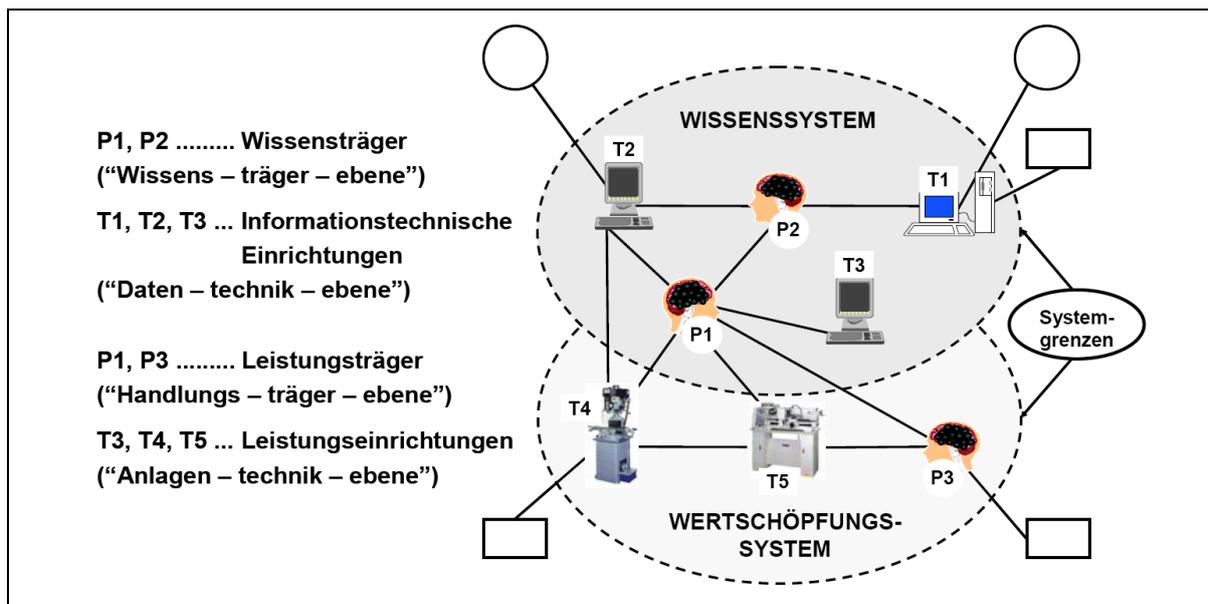


Abbildung 4-8: Die Grundstruktur im „Modell überlappender Systeme“ ¹¹⁰

Die vielfach anzutreffende Differenzierung in drei Ebenen, nämlich die Handlungsebene, die Wissensebene und die Datenebene, kann in diesem Sinn als spezifische Ausprägung innerhalb der zwei betrachteten Systeme interpretiert werden. Die „Handlungsebene“ stellt das soziotechnische Wertschöpfungssystem dar; die sog. „Wissensebene“ beschreibt das soziale Subsystem des Wissenssystems und die sog. „Datenebene“ betrifft das technische Subsystem des Wissenssystems.

¹⁰⁹ Aus WOHINZ u. a. [2007], K.3/S.4ff

¹¹⁰ Vgl. WOHINZ [2003a], S. 353

4.2.8.7 Verknüpfungen zwischen Wissenssystem und Wertschöpfungssystem

Die möglichen Verknüpfungen zwischen Wissenssystem und Wertschöpfungssystem können dazu wie folgt beschrieben werden (Abbildung 4-9):

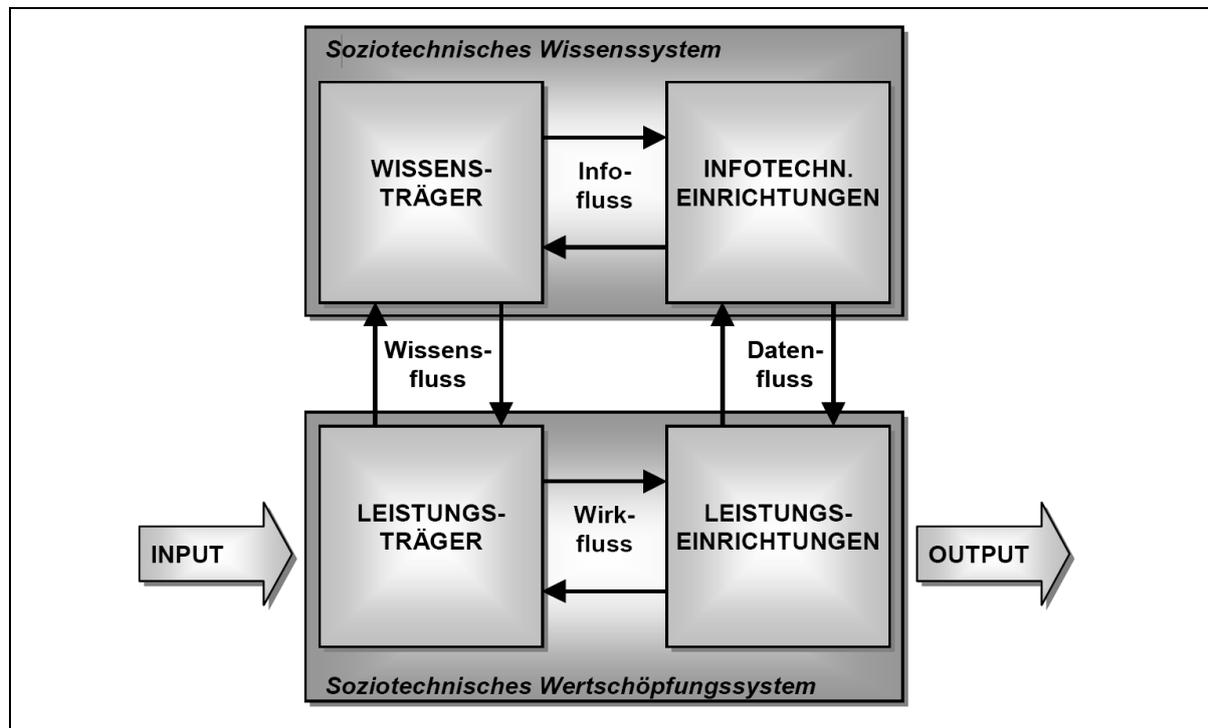


Abbildung 4-9: Verknüpfungen zwischen Wissens- und Wertschöpfungssystem ¹¹¹

Der Wirkfluss im Wertschöpfungssystem

Dieser erfolgt zwischen Leistungsträgern und Leistungseinrichtungen, und zwar:

- Handeln der Leistungsträger ergibt zielorientierte Wirkung an den Leistungseinrichtungen,
- Leistung der Leistungseinrichtungen wirkt auf Leistungsträger zurück.

Der Wissensfluss zwischen Wertschöpfungssystem und Wissenssystem:

Er erfolgt zwischen Leistungsträgern und Wissensträgern, und zwar:

- Handeln der Leistungsträger ermöglicht individuelles bzw. organisationales Lernen bei den Wissensträgern,
- Wissen bzw. Können der Wissensträger ermöglicht zielorientiertes Handeln bei den Leistungsträgern.

¹¹¹ Vgl. WOHINZ [2003a], S. 354

Der Informationsfluss im Wissenssystem:

Dieser erfolgt zwischen Wissensträgern und informationstechnischen Einrichtungen, und zwar:

- Wissen bei den Wissensträgern wird als Informationen bzw. Daten in informationstechnischen Einrichtungen dokumentiert
- Daten aus informationstechnischen Einrichtungen führen als Informationen zu Wissen bei den Wissensträgern

Der Datenfluss zwischen Wissenssystem und Wertschöpfungssystem:

Er erfolgt zwischen informationstechnischen Einrichtungen im Wissenssystem und Leistungseinrichtungen im Wertschöpfungssystem, und zwar:

- Daten aus informationstechnischen Einrichtungen führen zu zielorientierter Wirkung der Leistungseinrichtungen (z.B. Betriebsmittelsteuerung über Expertensysteme),
- Leistung der Leistungseinrichtungen ermöglicht die Dokumentation von Daten und damit deren weitere Anwendung (z.B. Betriebsdatenerfassung).

4.3 Wissenstransfer in der Produktentwicklung

Der Wissenstransfer ist ein Schlüsselfaktor zur effizienten Gestaltung der Produktentwicklung in der Automobilindustrie. Schon die Komplexität des Produktes „Automobil“ an sich ergibt ein sehr großes und komplexes Produktwissen das es durch Wissenstransfer über alle Prozessbeteiligten auszutauschen und zu bewahren gilt. Eine Vielzahl von spezifischen und komplexen Entwicklungs-, Optimierungs- und Simulationsprozesse begleitet von einem sehr ausgeprägten Änderungsmanagement stehen simultan in sehr starker Beziehung und Abhängigkeit zueinander. Auch die Kunden(Auftraggeber)/Lieferanten-Beziehungen über mehrere Organisationsebenen und -einheiten machen den Wissenstransfer auch aus Gründen des Know How-Schutzes als Wettbewerbsvorteil zu einer großen Herausforderung. Zudem spielen die Kommunikation der Projektmitarbeiter und die Unterstützung durch systematisches und strukturiertes Datenmanagement eine wichtige Rolle einen effizienten Wissenstransfer zu ermöglichen.

Um diese Einflussfaktoren auf den Wissenstransfer erfassen und richtig deuten zu können ist eine detaillierte Analyse der Wissensprozesse erforderlich. Zunächst werden dafür die Grundbegriffe zum Wissenstransfer beschrieben.

4.3.1 Definition von Wissenstransfer ¹¹²

Aus der Sicht des Wissensmanagement ist der Kontakt zwischen zwei Personen von besonderem Interesse und hier vor allem die Frage, ob dabei Wissen „transferiert“ wird. HARTLIEB¹¹³ definiert den Begriff Wissenstransfer wie folgt:

"Durch einen Wissenstransfer wird ein Wissens-Bedarf durch das vorhandene Wissens-Angebot befriedigt. Ein Wissenstransfer hat stattgefunden, wenn der Wissens-Empfänger ein prinzipiell ähnliches Verständnis vom Wissens-Inhalt hat wie der Wissens-Sender."

In der Betrachtung des wissensorientierten Engineering Data Management sind Transferbeziehungen ein wesentliches Untersuchungsobjekt.

¹¹² Aus WOHINZ u. a. [2007], K.3/S.6f

¹¹³ Vgl. HARTLIEB [2000], S. 84

Die Abgrenzung von Wissenstransfer gegenüber Wissensinduktion

SAMMER¹¹⁴ beschreibt den Begriff „Wissensinduktion“ wie folgt:

„Wissen eines Individuums wird über die Dokumentation zu Daten, diese – und ausschließlich diese – werden transferiert und induzieren dann beim Empfänger durch den Prozess der Information eigenes, möglichst ähnliches Wissen.“

Im Rahmen dieser Arbeit wird der Begriff „Wissenstransfer“ umfassender betrachtet als dies beim Begriff „Wissensinduktion“ der Fall ist. Es wird dabei zunächst zwischen direktem und indirektem Wissenstransfer unterschieden.

Beim indirekten Wissenstransfer wird des Weiteren noch zwischen Wissenstransfer durch Telekommunikation und Wissenstransfer durch Dokumentation und Information differenziert. Lediglich der Wissenstransfer durch Dokumentation und Information kann in einem Zusammenhang mit der Wissensinduktion gebracht werden.

4.3.2 Ausprägungen des Wissenstransfers¹¹⁵

4.3.2.1 Initiierung von Wissenstransfers

Nach der Fragestellung, wer den Transfer initiiert hat, kann beim Wissenstransfer zwischen Push- und Pull-Prinzip (Bring- und Holprinzip) unterschieden werden. Beim Push-Prinzip wird der Transfer vom Sender initiiert. Dieses Prinzip ist angebotsorientiert. Die Ausgangsbasis für die Anwendung des Push-Prinzips ist die Feststellung eines objektiven Bedarfs z.B. durch das Management oder einen Experten. Beim Pull-Prinzip wird der Transfer durch den Empfänger initiiert. Dieses Prinzip ist nachfrageorientiert, d.h. der Bedarf wird subjektiv vom Empfänger festgestellt.

Die Treffsicherheit kann beim Push-Prinzip nur unter Einbeziehung von gewissen Unsicherheitsfaktoren vorausbestimmt werden. Dementsprechend müssen auch mehrere Initiativen für den Transfer stattfinden, um die Transfersicherheit steigern zu können. Dies führt jedoch wiederum zu hohen Transaktionskosten. Da der Empfänger hier eine passive Rolle einnimmt, sind hier auch Barrieren beim Transfer zu berücksichtigen.

Hingegen ist beim Pull-Prinzip die Treffsicherheit wesentlich höher, da die Initiative für den Transfer vom Empfänger ausgeht. Damit kann der erforderliche Transfer auch mit weniger Aufwand realisiert werden, was sich auch positiv auf die Transaktionskosten auswirkt. Aufgrund der aktiven Rolle des Empfängers treten hier auch kaum Barrieren beim Transfer auf.

Auf weitere Möglichkeiten der Initiierung von Wissenstransfer und Wissensprozessen speziell im Engineering Data Management wird in Kapitel 6 noch näher eingegangen.

¹¹⁴ Vgl. SAMMER [1999], S. 58ff

¹¹⁵ Vgl. HARTLIEB [2002], S. 92ff

4.3.2.2 Organisatorische Ebenen von Wissenstransfers

Nach LULLIES/BOLLINGER/WELTZ¹¹⁶ muss für eine effektive und effiziente Wissenslogistik der Wissenstransfer auf folgenden, analytisch zu trennenden Ebenen sichergestellt werden:

Ebene des personen- und bereichsübergreifenden, horizontalen Wissenstransfers

Hier geht es darum, das bei all den für das Vorhaben einer Unternehmung relevanten Stellen vorliegende Fachwissen und die jeweiligen Funktionsperspektiven zu mobilisieren, auszutauschen und für den konkreten Anwendungsfall angemessen zu integrieren.

Die besondere wissenslogistische Anforderung liegt auf dieser Ebene in der Lösung der mit der Interdisziplinarität verbundenen Konflikthältigkeit spezialisierten Wissens.

Ebene des prozessübergreifenden Wissenstransfers

Hier geht es um den Wissensaustausch zwischen vor- und nachgelagerten Stellen und Personen in der Durchführung von Prozessen. Dabei muss einerseits sichergestellt werden, dass das Wissen von solchen Stellen, die im Verlauf erst später in dem Prozess aktiv werden, für die aktuell mit dem Prozess betrauten Personen verfügbar gemacht wird und andererseits müssen die gerade nicht mit dem Prozess befassten Stellen über den bisher erreichten Stand auf dem laufenden gehalten werden.

Neue Anforderungen an den prozessübergreifenden Wissensaustausch ergeben sich dort, wo zur Verkürzung der Durchlaufzeit sequentielle Arbeitsschritte stärker parallelisiert und überlappend durchgeführt werden sollen.

Ebene des hierarchieübergreifenden, vertikalen Wissenstransfers

Auf dieser Ebene geht es schließlich um den wechselseitigen Wissensaustausch zwischen den durchführenden Sachbearbeitern und den Experten bzw. dem Management. Es muss sichergestellt werden, dass die Sachbearbeiter und Experten laufend informiert sind über die Zielsetzung des Auftrages und den Kontext, in dem er steht und dass ihnen eventuelle Veränderungen der Ziele und die Gründe dafür rasch mitgeteilt werden. Umgekehrt muss das Management laufend über den Fortschritt und auftretende Probleme informiert sein, damit es seine Aufgabe der Steuerung, Koordination und Entscheidung wahrnehmen kann.

Die Bedingungen für den hierarchieübergreifenden Wissensaustausch haben durch den Projektmanagement-Ansatz eine neue Dimension erhalten, da hier ein neuartiges Verhältnis zwischen den Mitarbeitern an der Basis und dem Linienmanagement geschaffen wird.

Hier muss darauf hingewiesen werden, dass die sozialen und organisatorischen Ebenen von Wissenstransfers in keinem Zusammenhang mit der Ebenen-Betrachtung für Wissenssysteme stehen.

¹¹⁶ Vgl. LULLIES u. a. [1993], S. 33

4.3.2.3 Unterscheidungsmerkmale nach Art des Wissenstransfers

Wie zuvor behandelt können grundsätzlich drei Formen des Wissenstransfers unterschieden werden:¹¹⁷

- „Face-to-face“ Kommunikation
- Prozess der Dokumentation und Information
- Telekommunikation

In Abbildung 4-10 sind die drei Gestaltungsansätze beim Wissenstransfer den relevanten Merkmalen gegenübergestellt. Wissensintensive Prozesse erfordern hohen personellen Einsatz; hingegen kann bei Routine-Prozessen, wenn der erforderliche Kontext auf diesem Wissensgebiet vorhanden ist, der Schwerpunkt in der Gestaltung auf Daten-Ebene liegen. Die Nachteile des Personaltransfers liegen in der zeitlichen und örtlichen Verfügbarkeit sowie Zugänglichkeit – man denke an einen internationalen Konzern dessen Experten weltweit verstreut sind. Unter diesem Aspekt ist dem Wissenstransfer über die Daten-Ebene der Vorrang zu gewähren. Unter dem Gesichtspunkt von mehreren Unternehmungsstandorten entstehen beim Personaltransfer auch sehr hohe Kosten, die durch Ansätze der Kommunikation und des Wissenstransfers über die Daten-Ebene doch wesentlich gesenkt werden können. Beim Wissenstransfer über die Daten-Ebene dürfen die Aufwendungen für eine geeignete IuK-Infrastruktur sowie die laufende Aktualisierung der Daten nicht unterschätzt werden.

Merkmale	Wissenstransfer durch		
	<i>Face-to-face-Kommunikation</i>	<i>Dokumentation und Information</i>	<i>Telekommunikation</i>
Wissensintensive Prozesse	sehr gut geeignet	schlecht geeignet	gut geeignet
Routine - Prozesse	zu aufwendig	sehr gut geeignet	bedingt geeignet
Örtliche Entkoppelung	nicht möglich	möglich	möglich
Zeitliche Entkoppelung	nicht möglich	möglich	möglich
Kontextwissen	Kontext muss vorhanden sein; Kontext kann erweitert werden	Kontext muss vorhanden sein	Kontext muss vorhanden sein; Kontext kann erweitert werden
Signalvielfalt	am höchsten	gering	mäßig
Push-Prinzip	gut geeignet	sehr gut geeignet	mäßig geeignet
Pull-Prinzip	sehr gut geeignet	mäßig geeignet	gut geeignet
Transfer-Aufwand	hoch	gering	mäßig

Abbildung 4-10: Unterscheidungsmerkmale nach Art des Wissenstransfers

Die differenzierte Betrachtung der unterschiedlichen Arten des Wissenstransfers, nach ausgewählten Merkmalen, soll die Auswahl der effektivsten Methode für die konkrete Anwendung im EDM unterstützen. Die Effizienz muss für jede Methode einzeln betrachtet werden.

Im Engineering Data Management wird daher der Schwerpunkt auf den Wissenstransfer durch Dokumentation und Information gelegt. Daraus lässt sich über die relevanten Merkmale ableiten, dass EDM in der grundsätzlichen Systematik für wissensintensive Prozesse nicht geeignet ist, gleichzeitig damit aber Potential bietet EDM durch entsprechend effiziente Gestaltung auch stärker an wissensintensive Prozesse zu binden und diese zu unterstützen. Der ohne nähere Betrachtung als geringe bewertete „Wissens-Transfer-Aufwand“ erhöht sich für diesen Fall natürlich entsprechend der erwünschten „Wissens-Transfer-Qualität“. Jedenfalls kann ein systematisches und mit entsprechenden Methoden ausgeprägtes EDM einen wesentlichen Beitrag dazu leisten.

¹¹⁷ Vgl. HARTLIEB [2000], S. 184f

4.3.3 Transferbeziehungen im Wissenssystem

Die Transferbeziehungen (siehe Abbildung 4-11) im Wissenssystem stehen in einem engen Zusammenhang mit den Systemelementen. Wie bereits beschrieben, ist ein soziotechnisches System aus sozialen (Menschen) und technischen (z.B. PC) Systemelementen zusammengesetzt.

Die sozialen Systemelemente können der Handlungs- und Wissens-Ebene zugeordnet werden. Für die hier betrachteten Transferbeziehungen soll nur die Wissens-Ebene berücksichtigt werden.

Die technischen Systemelemente sind in der Daten-Ebene abgebildet und repräsentieren die Daten einer Unternehmung.

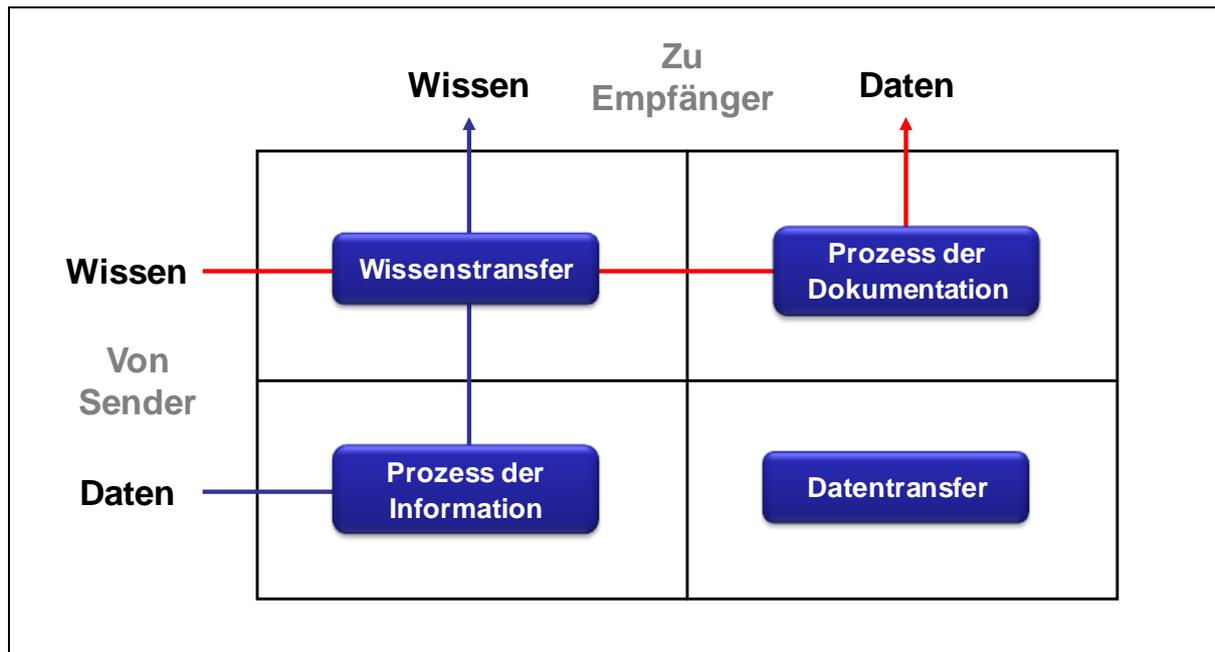


Abbildung 4-11: Transfermatrix für Daten und Wissen in Weiterentwicklung von Nonaka/Takeuchi ¹¹⁸

Aus der Gegenüberstellung von Daten und Wissen ergeben sich folgende Ausprägungsformen von Transferbeziehungen, die in weiterer Folge für die Analyse und Gestaltung von Transferprozessen wesentlich sind:

- Transfer von Wissen zu Wissen,
- Transfer von Wissen zu Daten,
- Transfer von Daten zu Wissen,
- Transfer von Daten zu Daten.

¹¹⁸ Vgl. NONAKA [1997], S. 75

Transfer von Wissen zu Wissen

Diese Transferbeziehung wird durch den Wissenstransfer zwischen zwei Individuen gebildet.

Transfer von Wissen zu Daten

Diese Transferbeziehung wird nach SAMMER¹¹⁹ durch den Prozess der Dokumentation beschrieben. Unter Dokumentation verstehen man den Prozess der Externalisierung von Wissen, d.h. die Erzeugung von Daten in Form von Zahlen, Sprache/Texten oder Bildern, welche bei Individuen innerhalb eines konsualen Bereichs möglichst ähnliches Wissen induzieren sollten.

Transfer von Daten zu Wissen

Die Transferbeziehung von Daten zu Wissen wird durch den Prozess der Information beschrieben. Dabei lösen beliebige Daten den persönlichen Prozess der Information aus. Die individuelle Wahrnehmung bestimmt das jeweilige sensomotorische System, welches den jeweiligen Kontext des Individuums widerspiegelt.¹²⁰

Transfer von Daten zu Daten

Diese Transferbeziehung wird durch den Prozess eines Datentransfers beschrieben. Der Austausch von Daten kann über unterschiedliche Trägermedien (Sprache, Schrift, Zeichnungen, elektronische Medien etc.) erfolgen und wird meist durch die modernen IuK-Technologien unterstützt.

Die beschriebenen Transferprozesse

- Wissenstransfer, (Wissen zu Wissen)
- Dokumentation (Wissen zu Daten) und
- Information (Daten zu Wissen)

können zusammengefasst werden in:

- Direkter Wissenstransfer und
- Indirekter Wissenstransfer.

Der direkte Wissenstransfer beschreibt dabei den Wissenstransfer im sozialen Subsystem durch Kommunikation zwischen Individuen. Der indirekte Wissenstransfer beschreibt den Wissenstransfer über das technische Subsystem.

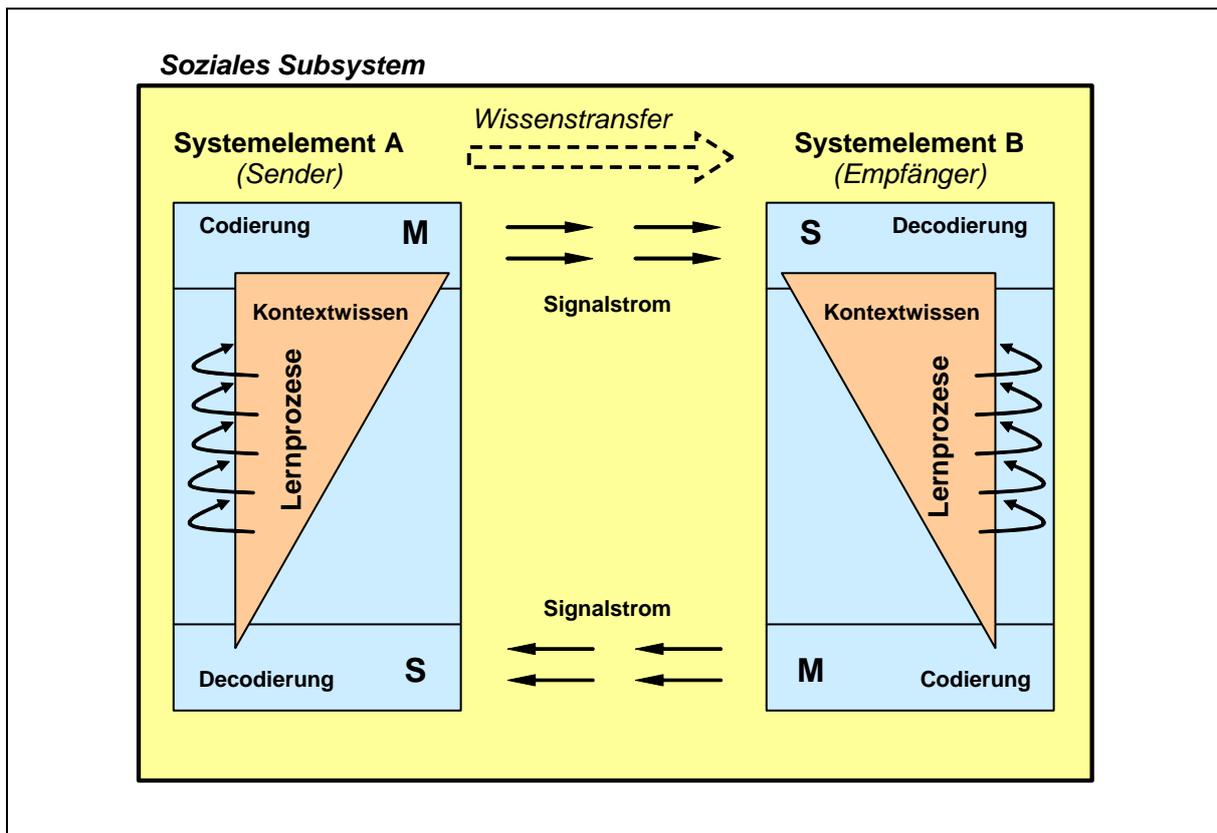
4.3.4 Direkter Wissenstransfer

Der direkte Wissenstransfer beschreibt den Transfer von Wissen zwischen zwei Individuen in einem sozialen System durch Kommunikation. Dabei handelt es sich um die Vernetzung von zwei nicht-trivialen Maschinen, wobei sich diese wiederum in motorisches und sensorisches Subsystem untergliedern lassen.

Voraussetzung für einen direkten Wissenstransfer ist das Stattfinden einer Face to face - Kommunikation. Im Zuge dessen wird das zu transferierende Wissen von der sendenden Person in Form von Signalen codiert, diese werden vom Empfänger wahrgenommen (Abbildung 4-12). Der Empfänger kann aus den Signalen erst Wissen generieren, indem er diese decodiert, wobei darunter die persönliche Interpretation der Signale in Abhängigkeit vom individuellen Kontextwissen zu verstehen ist.

¹¹⁹ Vgl. SAMMER [1999], S. 58

¹²⁰ Vgl. SAMMER [1999], S. 44

Abbildung 4-12: Direkter Wissenstransfer im sozialen Subsystem ¹²¹

Wenn beim Empfänger annähernd derselbe Wissensstand wie beim Sender erreicht werden soll, muss zwischen diesen beiden ein gemeinsames Kontextwissen (gemeinsame Sprache, gemeinsames Begriffsverständnis etc.) bezogen auf das jeweilige Wissensgebiet vorhanden sein. Ist dies nicht der Fall, kann kein Wissenstransfer stattfinden.

4.3.5 Indirekter Wissenstransfer

Wie bereits angeführt wird der indirekte Wissenstransfer zwischen zwei Individuen über das technische Subsystem durchgeführt.

Das heißt, es kommt hier zu einer Vernetzung von sozialen und technischen Systemelementen. Diese Vernetzung wird zur Unterstützung von Wissenstransfers in soziotechnischen Systemen eingesetzt. Für diese Überlegung wird das Wissenssystem in das technische Subsystem und das soziale Subsystem aufgespalten. Für die Interaktion zwischen sozialen und technischen Subsystemen muss ein kleinster gemeinsamer Nenner (Kontext) gefunden werden. Der Bezugsrahmen für dieses Wissenstransfer-Modell ist in Abbildung 4-13 dargestellt.

Im Zuge des indirekten Wissenstransfers können zwei Ausprägungen unterschieden werden:

- Wissenstransfer durch den Prozesse der Dokumentation („Dokumentieren“) und den Prozess der Information („Informieren“)
- Wissenstransfer durch Telekommunikation

Bei ersterer Variante wirkt eine Person auf eine datentechnische Einrichtung (beispielsweise durch Sprache oder durch mechanische Kräfte zum Bedienen einer Tastatur) und es werden Daten in Form von Zahlen, Sprache, Texten oder Bildern etc. erzeugt; dabei wird Wissen externalisiert.

¹²¹ In Anlehnung an HARTLIEB [2000], S. 93

Diese Daten können im technischen Subsystem gespeichert und/oder transferiert werden. Anschließend können diese Daten - zeitlich und auch örtlich entkoppelt - in Signale codiert, werden. Diese Signale werden von einer Person wahrgenommen, in den individuellen Kontext eingeordnet und können auf diese Weise Wissen entstehen lassen.

Der Wissenstransfer durch Telekommunikation findet ebenfalls über das technische Subsystem statt, jedoch rein örtlich entkoppelt. Dafür stehen sämtliche Telekommunikationsnetze und -dienste zur Verfügung.

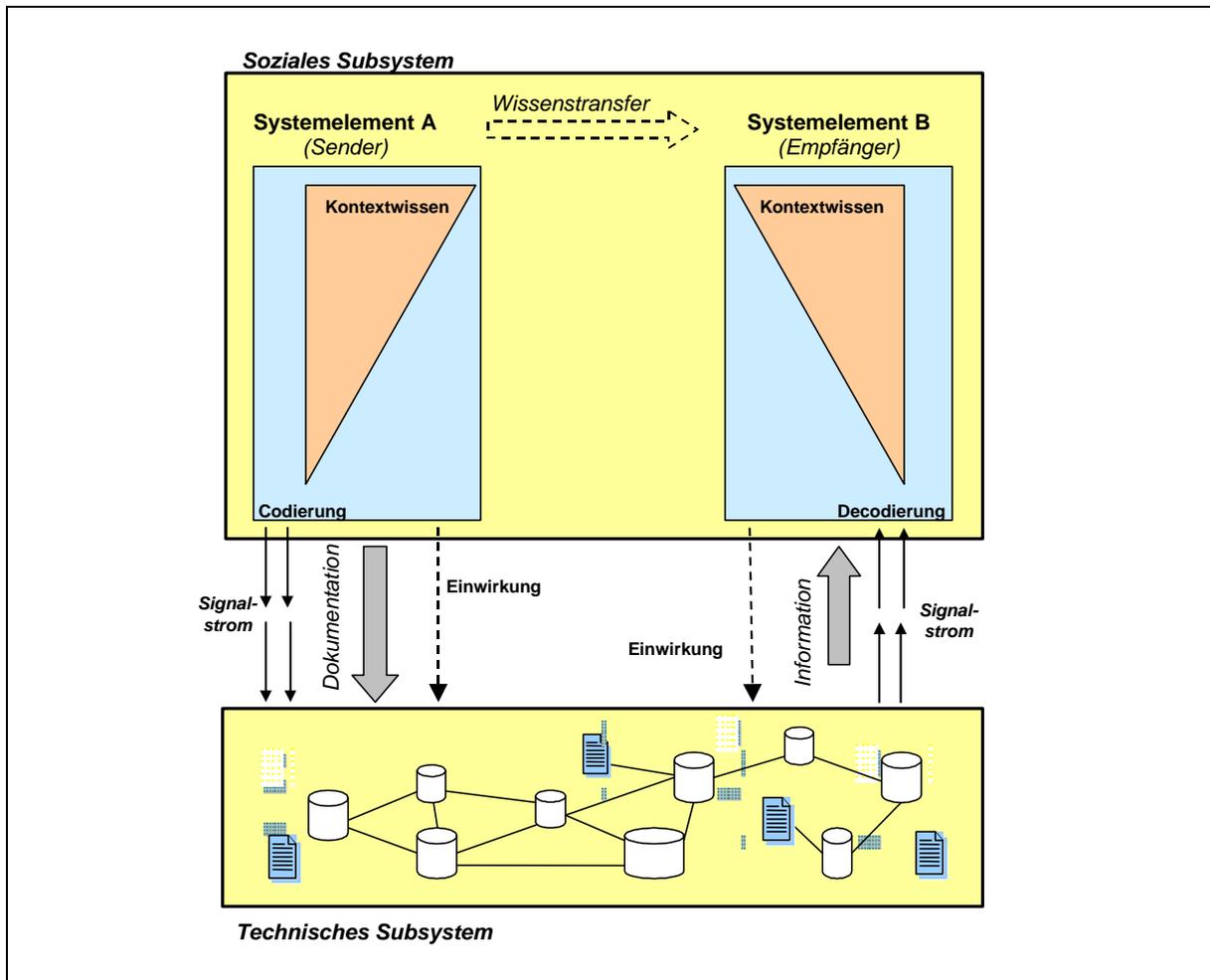


Abbildung 4-13: Indirekten Wissenstransfer durch den Prozess der Dokumentation und Information ¹²²

Von entscheidender Bedeutung für den Wissenstransfer ist jedoch wiederum, ob der Empfänger in der Lage ist, im Zuge der Information die aufgenommenen Signale durch deren Einordnung in den individuellen Kontext Wissen zu generieren. Gerade beim Wissenstransfer durch Dokumentation und Information hängen Effektivität und Effizienz davon ab, wie gut sich der Sender auf das Kontextwissen des Empfängers einstellen kann und bereits bei der Dokumentation darauf Rücksicht nimmt.

Beim Wissenstransfer durch Telekommunikation ist anzumerken, dass dieser durch die Verluste bei der Signalkonvertierung und die Anzahl der Signalmöglichkeiten nicht von der gleichen Qualität ist wie der direkte Wissenstransfer durch „Face to face“ - Kommunikation.

Der indirekte Wissenstransfer über Telekommunikation wird für das EDM in dieser Arbeit nicht weiter betrachtet. Umso wichtiger ist für das woEDM jedoch der Wissenstransfer durch Dokumentation und Information.

¹²² Vgl. HARTLIEB [2000], S. 95

4.3.6 Wissenstransfer durch Dokumentation und Information¹²³

Wissen kann zwischen Individuen nicht nur durch einen direkten Wissenstransfer (durch Kommunikation), sondern auch durch Interpretation von Daten stattfinden. Dabei macht es keinen Unterschied, ob diese Daten in Papier-Form (z.B. Dokumente, Bücher) oder in elektronischer Form (z.B. Speicher eines PC's) vorliegen. Der indirekte Wissenstransfer lässt sich in folgende drei Teilprozesse untergliedern:

- Prozess der *Dokumentation*,
- Prozess der *Information*, und den
- Prozess des Datentransfers.

Die Signalschnittstelle zwischen technischem und sozialem Subsystem wird im Informationsmanagement als Benutzerschnittstelle bezeichnet.

Die Voraussetzung für einen Wissenstransfer durch Dokumentation und Information sind vorhandene Daten auf unterschiedlichen Datenträgern.

4.3.6.1 Der Prozess der Dokumentation

Im Hintergrund jeder Dokumentation steht das Wissen eines Individuums. Ein Individuum erstellt Daten und Dokumente, indem es versucht Wissen so zu codieren, dass es für andere Menschen wieder zugänglich wird. Damit dies gelingen kann, ist eine Codierung von Wissen in Signale erforderlich, die zur Übertragung in das technische Subsystem und zur Speicherung geeignet sind. Das technische Subsystem kann dabei einerseits zur Speicherung von Daten verwendet werden, andererseits besteht aber auch die Möglichkeit das technische Subsystem zur Erzeugung von Signalen zu verwenden.

Jedenfalls muss durch den Menschen auf das technische Subsystem eingewirkt werden, damit eine Signalcodierung oder eine Speicherung von Daten erfolgen kann. Dieses Einwirken kann wiederum die Bedienung mittels einer Tastatur sein, kann aber auch zum Beispiel mittels Spracherkennung erfolgen. Zusammengefasst hat der Mensch bei der Erzeugung und Speicherung von Daten zwei Aufgaben:

- Er muss Signale in einer für das technische System verarbeitbaren Form zur Verfügung stellen.
- Er muss auf das technische Subsystem einwirken – er muss es bedienen.

Bei der Dokumentation bzw. Codierung von Wissen sollte wiederum das Kontextwissen des angesprochenen Leserkreises berücksichtigt werden. Das bedeutet, dass der Autor eine Vorstellung davon haben muss, welchen Mindestkontext ein Mensch als Wissensträger mitbringen muss, damit dieser einen erfolgreichen Informationsprozess durchlaufen und Wissen aufbauen kann. Somit hängt die Effektivität und Effizienz bei dieser Form von Wissenstransfers davon ab, wie gut der Wissenssender sich auf das Kontextwissen der Empfänger einstellen kann.

¹²³ In Anlehnung an WILLFORT [2000], S. 96

4.3.6.2 Der Prozess der Information

Aus den durch Codierung, Signalübertragung und Speicherung bearbeiteten Daten kann zu einem späteren Zeitpunkt durch den Prozess der Information wieder Wissen generiert werden.

Beim Prozess der Information wird beim Empfänger durch Signalaufnahme und Decodierung, in Abhängigkeit vom individuellen Kontextwissen, wieder Wissen generiert, wobei auch hier wieder sehr unterschiedliche physikalische Signale (z.B. Schallwellen von einem Tonband, Lichtwellen beim Lesen) durch das Sensorium aufgenommen werden können. Je mehr unterschiedliche Signalströme auf den Empfänger einwirken, umso mehr Sinnesorgane werden angesprochen, desto höherwertiger ist der Wissenstransfer zu beurteilen. Das erforderliche Kontextwissen muss beim Empfänger vorhanden sein, damit ein zufriedenstellender Wissenstransfer erfolgen kann.

4.3.6.3 Prozess der Dokumentation und der Information auf Datenebene

Beim Wissenstransfer durch Dokumentation und Information werden Daten permanent auf einen Datenträger gespeichert, wodurch eine zeitliche Entkoppelung zwischen dem Prozess der Dokumentation (beim Sender) und dem Prozess der Information (beim Empfänger) möglich ist. Eine genauere Betrachtung der Vorgänge auf Datenebene erfolgt in Kapitel 5.4.3.

Da Daten von einem Menschen aufgrund seines Wissens erzeugt wurden, kann nun auch der Prozess der Dokumentation und der anschließende Prozess der Information letztendlich als Wissenstransfer gesehen werden. In Abbildung 4-12 wird der Signalstrom des gesamten Ablaufs skizziert. Dabei codiert Wissensträger A Wissen in der Form von Daten und speichert diese Daten im technischen Subsystem. Der Wissensträger B kann zeitlich entkoppelt durch die Decodierung der Signale, die er aus dem technischen Subsystem empfängt, im Informationsprozess wiederum Wissen aufbauen.

4.3.7 Der Begriff Wissenslogistik

In Anlehnung an HARTLIEB¹²⁴ soll nun der Begriff Wissenslogistik bearbeitet werden. Im weiteren Sinn kann das Engineering Data Management in Bezug zu Logistikprozessen gebracht werden, da die wesentlichen Funktionen der Logistik auch auf das Engineering Data Management angewandt werden können. Die „Wissenslogistik“ bildet damit auch einen notwendigen Bezugsrahmen für die Entwicklung eines Ansatzes zum wissensorientierten Engineering Data Management.

Im Anschluss an die ausführliche Beschreibung von Wissenstransfers soll nun der Begriff „Wissenslogistik“ konkretisiert werden. Zuvor werden bereits existierende Definitionen zum Begriff Wissenslogistik angeführt.

Im Wirtschaftslexikon von Gabler¹²⁵ ist unter Wissenslogistik folgende Definition angeführt:

„Wissenslogistik verweist auf die mögliche, bisher noch wenig realisierte Anwendung des Know-hows der Logistik auf Wissensbildungs- und Wissensverwendungsprozesse in den Unternehmungen; z.B. erfordert die Entwicklung einer Software oder die Konstruktion eines neuen Produkts die zeitlich, inhaltlich und räumlich abgestimmte Zusammenführung von Wissensbeständen und deren Weiterleitung an den Kunden. Diese Aufgaben sind prinzipiell mit der Beschaffung, Vorhaltung, Montage und Distribution von materiellen Gütern vergleichbar.“

¹²⁴ Vgl. HARTLIEB [2000], S. 104ff

¹²⁵ Vgl. GABLER [1998], S. 512f

Eine Nutzung der Konzepte (wie z.B. des JIT-Prinzips, der Optimierung des Lagermanagements und der allgemeinen Prinzipien der Optimierung logistischer Flüsse im Logistikmanagement) im Wissensbereich verspricht große Fortschritte bezüglich der Schnelligkeit, Kundenorientierung und Kosteneffizienz, die durch Wissenslogistik ausgeschöpft werden können.

SCHMITZ/ZUCKER¹²⁶ haben das Rad der Wissenslogistik konzipiert. Diese Definition stellt einen engen Bezug zu den Betrachtungen der Materiallogistik her und steht auch in engem Zusammenhang mit dem Paketmodell von Wissen.

Nach LULLIES/BOLLINGER/WELTZ¹²⁷ kann Wissenslogistik wie folgt beschrieben werden:

„All jene Verfahren, Vorgehensweisen und Maßnahmen, mit denen das in der Unternehmung vorhandene, auf verschiedenen Stellen verteilte Wissen in Entwicklungsprozessen gezielt und systematisch mobilisiert, ausgetauscht und integriert wird, um sicherzustellen, dass das für die Bewältigung der Entwicklungsaufgabe relevante Wissen zur richtigen Zeit beim richtigen Empfänger zur Verfügung steht, bezeichnet man als Wissenslogistik.“

Diese Definition bildet in Verbindung mit den Analogiebetrachtungen zur Materiallogistik die Basis für den Begriff der „Wissenslogistik“ nach HARTLIEB¹²⁸ der wie folgt definiert werden kann:

„Die betriebliche Wissenslogistik stellt durch entsprechende Interventionen sicher, dass das vorhandene, für die jeweilige betriebliche Handlung erforderliche Wissen in der entsprechenden Form zeitlich und örtlich verfügbar und zugänglich ist.“

Im engeren Sinn kann Wissenslogistik als das Management von Wissensbedarf, Wissensangebot und Wissenstransfer beschrieben werden. Damit kann auch der Zusammenhang zwischen Wissensbedarf, Wissensangebot und Wissenstransfer nochmals gebildet werden. Auf der einen Seite entsteht ein Wissensbedarf, der von den Aufgabenträgern, den Wissensträgern oder dem Management deklariert werden kann. Das Wissensangebot wird durch die aktuelle organisatorische Wissensbasis repräsentiert. Die Befriedigung der Wissensnachfrage kann durch Wissenstransfers erreicht werden und soll im speziellen durch das Engineering Data Management betrieben werden. Dafür ist es auch notwendig für diese Arbeit eine Abgrenzung des wissensorientierten Engineering Data Management zum Begriff des Wissensmanagement vorzunehmen.

Im Wissensmanagement ist zwischen zwei spezifischen, aber aufeinander bezogenen Formen zu unterscheiden: dem Management von schon vorhandenem Wissen und dem Management der Wissenserweiterung. Die woEDM ist somit als jener Teil von Wissensmanagement zu sehen, welcher sich mit dem Management des vorhandenen Wissens einer Unternehmung – im engeren Sinne mit dem Management der vorhandenen Wissensbasis durch Datenmanagement – befasst, wobei der Themenbereich Wissensentwicklung – im engeren Sinne das Management der Erweiterung der Wissensbasis – in dieser Arbeit nicht primär behandelt wird. Wohl wissend, dass die Implementierung und Anwendung von EDM selbst wieder eine Auswirkung auf die Anforderung und Entwicklung der Wissensbasis hat.

¹²⁶ Vgl. SCHMITZ u. a. [1996], S. 97

¹²⁷ Vgl. LULLIES [1993], S. 16

¹²⁸ Vgl. HARTLIEB [2000], S. 105

4.4 Spezifische IuK-Technologien im Wissensmanagement

4.4.1 Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sind ein bedeutender Faktor in der operativen Umsetzung von Wissensmanagement, jedoch darf es nicht allein darauf reduziert werden. IKT können einen wertvollen Beitrag leisten, indem sie Wissensaktivitäten unterstützen. Viele Aufgaben im Wissensmanagement werden überhaupt erst durch entsprechende Technologien lösbar.

Der Einsatzbereich von IKT befindet sich im WM-Basismodell auf der Datenebene (Abbildung 4-14), hat jedoch Auswirkungen auf alle anderen Ebenen. Um eine optimale Unterstützung zu gewährleisten, muss die Technologieauswahl von WM-Bedürfnissen und nicht von rein technischen Überlegungen geleitet sein.¹²⁹

Zahlreiche WM-Projekte zeigen nicht den gewünschten Erfolg, weil sie allein auf den Einsatz von IKT setzen. Die Diskussion von konkreten Lösungen zu einem Zeitpunkt, zu dem die Ziele noch nicht vollständig klar sind oder die allzu rasche Reduktion der Ziele auf das technisch Machbare ohne vorherige Erwägung humanzentrierter Alternativen sind eindeutige Warnzeichen für ein mögliches Scheitern.

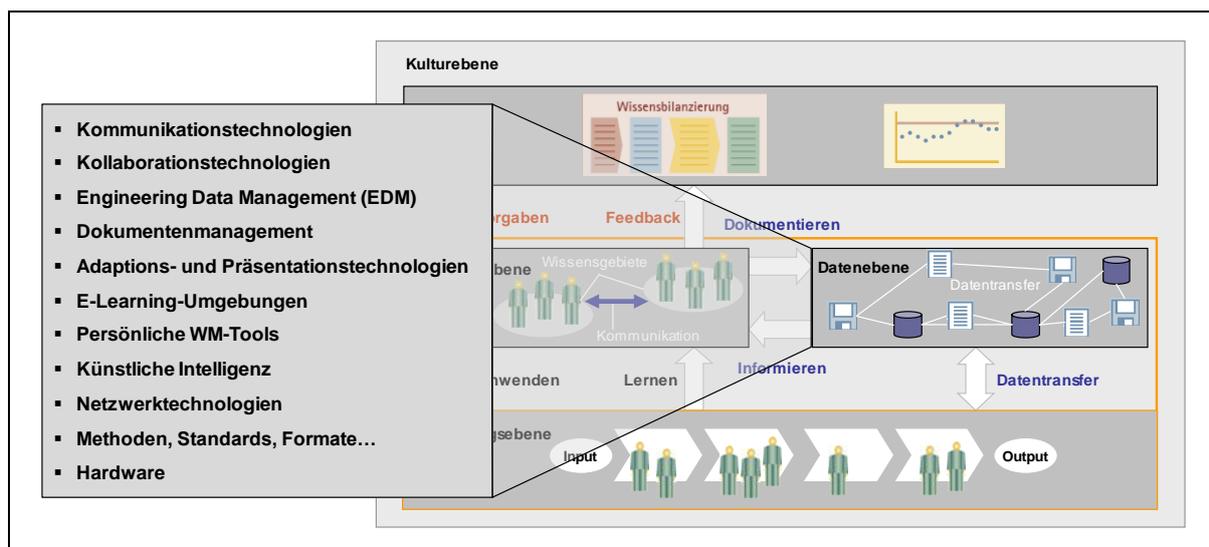


Abbildung 4-14: Einordnung von IKT in das Basismodell des Wissensmanagement

Im Folgenden soll nur ein Überblick über die wichtigsten systemtechnischen Begriffe im Zusammenhang mit Wissensmanagement gegeben werden.

4.4.2 Wissensmanagementsysteme (WMS)

Ein Wissensmanagementsystem (WMS) ist ein Informations- und Kommunikationssystem im Sinne eines Anwendungssystems das Funktionen für den strukturierten und kontextualisierten Umgang mit explizitem Wissen und implizitem, organisationsinternem und -externem Wissen kombiniert und integriert. Damit werden Netzwerke von Wissenslebenszyklus organisationsweit oder für jenen Teil der Organisation unterstützt, der von einer WM-Initiative fokussiert wird.

¹²⁹ Vgl. WMF [2007], S. 179ff

Das gesamte Wissen einer Organisation wird dabei so verstanden, dass Daten und Informationen in Rechnern, auf Papier oder in den Köpfen der Mitarbeiter vorhanden sind, die zum Gesamtwissen der Organisation gehören und allen anderen Mitarbeitern zur Verfügung gestellt werden sollten.

Nach MAIER¹³⁰ besteht das Architekturmodell eines WMS aus folgenden Komponenten:

- *Zugangsdienste*: Integration in Arbeitsumfeld, Transformation für diverse Applikationen und Geräte
- *Personalisierungsdienste*: Person, Prozess, Projekt- oder Rollenorientierte Portale
- Wissensdienste
- *Entdecken*: Suchen, visualisieren, navigieren
- *Publizieren*: Strukturieren, Kontextualisieren
- *Collaboration*: Kompetenzmanagement, Community Spaces
- *Learning*: Kurse erstellen, verwalten, Tutoring
- *Integrationsdienste*: Teilnehmerintegration (identity management), semantische Integration (ontologies semantic web), Funktions- und Prozessintegration (Web Services)
- *Infrastrukturdienste*: Dienste für die Speicherung, Zugriff, Nachrichtenaustausch und Sicherheit
- *Quellen*: Intranet/Extranet, DMS-Dokumente u. Dateien aus Office-Systemen

Wissensmanagement-Systeme in diesem Sinne werden in dieser Arbeit nicht weiter behandelt, wohl aber jene Komponenten nach MAIER, welche auch als Teilfunktionen von EDM Systemen Wissensmanagementdienste erfüllen.

Kommunikationstechnologien wie E-Mail, Instant-Messaging oder Videokonferenzen unterstützen insbesondere den geographisch entkoppelten Wissenstransfer. Sie unterstützen aber auch die Wissensgenerierung, da diese oft von der Kommunikation vieler Personen abhängt, die physisch nicht anwesend sein können.

Kollaborationstechnologien wie z. B. Groupware vereinen verschiedene Kommunikationsinstrumente zusammen mit weiteren Tools wie virtuellen Zeichenbrettern oder softwareunterstütztes Brainstorming unter einer einheitlichen Oberfläche. Dementsprechend sind diese Tools zur Unterstützung des Wissenstransfers und der Wissensgenerierung hervorragend geeignet. Durch Workflowmanagement werden strukturierte Formen der Zusammenarbeit unterstützt, insbesondere auch die Wissensanwendung.

Künstliche Intelligenz kommt in immer mehr WM-Anwendungen zum Einsatz. Besonders profitiert davon das Generieren und Organisieren von Wissen bspw. durch den Einsatz semantischer Technologien zur automatischen Klassifikation von Dokumenten.

Netzwerktechnologien stehen selten im Zentrum der Aufmerksamkeit, wenn es um Wissensmanagement geht. Sie sind als zugrunde liegende Infrastruktur aber insbesondere für den Wissenstransfer von Bedeutung.

Eine **Wissensdatenbank** ist eine spezielle Datenbank für das Wissensmanagement. Sie stellt die Grundlage für die Sammlung von Informationen dar. Eine Wissensdatenbank enthält explizites Wissen in schriftlicher Form. Oft sind es Organisationen, die darin ihre Ideen, Problemlösungen, Artikel, Prozesse, White Papers, Benutzerhandbücher und das Qualitätsmanagementhandbuch für alle Berechtigten verfügbar machen.

¹³⁰ Vgl. MAIER [2004]

Eine Wissensdatenbank bedarf einer sorgfältig strukturierten Klassifizierung, einer Formatierung des Inhalts und benutzerfreundlicher Suchfunktionalität. Im Allgemeinen beschreibt eine Wissensdatenbank einen Teil eines Expertensystems, das Fakten und Regeln enthält, die zum Lösen von Unternehmensproblemen gebraucht werden.

Die Hauptaufgabe einer Wissensdatenbank besteht darin, dass sie Leuten dabei hilft,

- Wissen anderen Personen zur Verfügung zu stellen,
- Ressourcen schnell zu finden,
- Informationen aller Art zu sammeln, zu kommentieren, zu verknüpfen und zu verwenden.
- Information selektiv darzustellen (Vermeidung von Überhäufung mit nicht erwünschten Streuinformationen)
- Informationen möglichst exakt (dem natürlichen Sachverhalt entsprechend), selbsterklärend (d.h. geometrisch im 3D-Bild) und ebenso stringent (d.h. durch Formeln) darzustellen.

Wenn man die Aufgaben einer Wissensdatenbank auf die Funktionen eines EDM-System umlegt, so kann dieses auch als eine Wissensdatenbank bezeichnet werden.

Als **Expertensystem (XPS)** wird eine Klasse von Software-Systemen bezeichnet, die auf der Basis von Expertenwissen zur Lösung oder Bewertung bestimmter Problemstellungen dient. Expertensysteme können für die Lösung eines Problems kontraproduktiv werden, wenn Anwender sich ohne intelligente Betreuung komplett auf sie verlassen oder keine konstante intelligente Suche nach Alternativlösungen betrieben wird. Weil jedes Expertensystem nur über einen begrenzten Datenumfang verfügt, werden ihm meistens nur Daten aus der direkten Umgebung des Problems eingespeist. Dadurch entsteht die Gefahr, wichtige grundlegende Veränderungen zu verpassen, nur konservative Lösungen oder Erklärungen zu bieten.

4.4.3 Knowledgeware in der Produktentwicklung

Das exponentielle Wachstum im Bereich der rechnergestützten Entwicklung hält weiter an. Die Ersetzung des Zeichenbrettes durch Computer mit entsprechender Software war ein erster Schritt, der sich heutzutage mit dem Einsatz parametrisch arbeitender Systeme in ähnlicher Weise wiederholt. Das CAD-System ist dabei nicht mehr nur ein elektronischer Ersatz für bisher verwendete Methoden, sondern bedeutet auch eine starke funktionale Erweiterung, um den steigenden Anforderungen der Produktentwicklung gerecht zu werden. Die Verwendung von Knowledgeware erfordert weit mehr organisatorischen Aufwand als die reine Installation der CAD-Software und Einweisung der Anwender in den Funktionsumfang. Konstrukteure müssen neben einem umfangreichen Wissen über das zu entwickelnde Produkt und dessen Kontext (von Herstellung über Montage bis Recycling) auch IT-KnowHow besitzen, um die beteiligten Software-Systeme so befüllen zu können, dass für Folgeprozesse ein Vorteil entsteht.

Selbst modernste CAx-Systeme lassen eine "Konstruktion auf Knopfdruck" nicht zu. Der Faktor Mensch bleibt weiterhin die entscheidende Stelle und muss zur Beherrschung der Komplexität und Informationsflut im Simultaneous Engineering durch geeignete Werkzeuge unterstützt werden. Ein wichtiger Schritt ist hierbei die Standardisierung von Entwicklungsaufgaben, um das Nutzenpotential der Parametrik weiter zu erhöhen.

Neben der Erweiterung der bekannten CAD-Funktionalitäten bieten vor allem die Möglichkeiten der Wissensintegration in CAD Potentiale zur Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen Produktentwicklung und Produktion. Wird unabhängig von den Personen im Produktentstehungsprozess verwendbares Unternehmenswissen in der Produktentwicklung verwendet, kann von wissensbasiertem Konstruieren bzw. „Knowledge-Based-Engineering“ (KBE) gesprochen werden.¹³¹

Ein Ansatz dazu ist die Methode der *parametrisch-assoziativen Konstruktion*. Dieser Ansatz ermöglicht die Integration von Intelligenz in CAD-Modelle und durch das Management der CAD-Modelle wird die Verbreitung des Wissens im Unternehmen gefördert. Vorhandene Informationen müssen erfasst und als Wissen im CAD-Modell abgebildet werden. Dadurch wird die Weitergabe dieser wertvollen Parameter ermöglicht. Die Integration von Verknüpfungen innerhalb der CAD-Modelle oder gar Bauteilübergreifende Links führen zu einer enormen Steigerung der Komplexität dieser Modelle. Gleichzeitig sinkt die Überschaubarkeit des Gesamtsystems und die Konstruktion wird mehr und mehr zu einem Expertensystem.

4.4.3.1 Der parametrisch assoziative Ansatz

Der sich heute immer stärker durchsetzende parametrisch assoziative Ansatz in der Fahrzeugentwicklung unterstützt maßgeblich ein vernetztes Denken, Entwickeln und Konstruieren von Baugruppen des Fahrzeugs innerhalb der unterschiedlichen Prozessphasen. Zerfiel die Entwicklung eines Fahrzeugs früher noch in einzelne, sequenzielle Entwicklungsstufen, so können heute durch den parametrisch assoziativen Ansatz die unterschiedlichen Entwicklungsphasen durch rechnergestützte Überwachung und moderne CAD-Systeme durchgängig transparent und simultan gestaltet werden.

Ehemals getrennte Prozessabläufe, Fachabteilungen und Zulieferer können so zusammenrücken und sich durch diese neue Vernetzung und Adaption während der einzelnen Entwicklungsphasen gegenseitig korrigieren. Die modernen parametrisch assoziativen CAD-Modelle speichern das Wissen des Fahrzeugentwicklungsprozesses und machen es für neue Fahrzeugprojekte wieder verwendbar. Der Karosseriebauingenieur wird als Konstrukteur und Projektorganisator zur Integrationsfigur dieser neuen Methode des „Know-How“ Managements.

Der Vorteil dieser neuen transparenten Fahrzeugentwicklung ist die durchgängige Kontrolle über die unterschiedlichen Phasen und die dabei entstehende zeitliche und qualitative Optimierung. Diese Eigenschaften werden heute vor allem deshalb im Fahrzeugbau benötigt, weil die immer komplexeren Fahrzeugmodelle eine steigende Effizienz und einen wachsenden Informationsgehalt verlangen. Geringste Änderungen in einem Prozessabschnitt, die früher zu unkontrollierten Auswirkungen auf einzelne Baugruppen geführt haben, werden mit der neuen Methode in einer frühzeitig abgestimmten CAD-Umgebung kontrolliert optimiert. Entgegen der klassischen Entwicklungsweise, bei der ein CAD-System das Modell isoliert und statisch darstellt, werden bei der parametrisch assoziativen Konstruktion Verknüpfungen zwischen den einzelnen Bauteilen und Baugruppen hergestellt, so dass sich Änderungen gezielt dynamisch auf verknüpfte Bauteile eines Fahrzeugs durch mehrere Entwicklungsphasen auswirken können.¹³²

Die zunehmende Anzahl an Fahrzeugprojekten und Anforderungen hat in den vergangenen zwei Jahrzehnten zu einer mehr oder weniger großen Trennung zwischen Koordinatoren von Projekten und Prozessen und der konstruktiven Entwicklung geführt, die weitgehend bei Entwicklungspartnern stattfindet. Den OEM ist auf diese Weise sehr viel Konstruktionswissen verloren gegangen, das jetzt für den systematischen Aufbau parametrisch assoziativer Konstruktionsprozesse dringend benötigt wird.

¹³¹ Vgl. NINAUS [2007], S. 187

¹³² Vgl. TECKLENBURG u. a. [2008], S. 3

Die Einführung einer durchgängig von der Layout-Phase vor Design bis zur Fertigung parametrisch assoziativ verknüpften Prozesskette erfordert jedoch erhebliche Anstrengungen von allen Prozessbeteiligten. Die Verknüpfung der Konstruktion mit der Berechnung und Fertigungsplanung eröffnet neue Optimierungswege.

4.4.3.2 Grundlagen der parametrisch assoziativen Konstruktion (PAKo)

Bei der parametrisch assoziativen Konstruktion wird neben der Produktgestalt die Konstruktionsabsicht in Form von Verknüpfungen zwischen den Geometrieelementen abgespeichert. Bei Änderung oder Austausch der bestimmenden Konstruktionsgrößen (Parameter) wird das Gestaltmodell unter Berücksichtigung der hinterlegten Konstruktionsabsicht automatisch angepasst. Die Wiederverwendung der CAD-Modelle für ähnliche Konstruktionsanwendungen steht im Vordergrund.

Zur Parametersteuerung von CAD-Modellen steht eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Verfügung. Bei Standardmodellen reicht es aus, wichtige Parameter explizit im Strukturbaum zu visualisieren und Geometriefamilien über die in Konstruktionstabellen kombinierten expliziten Parameter zu variieren. Die Anwendung von Formeln im CAD-Programm oder in Tabellen kann die Auswahl der steuernden Parameter zu erweitern. Für komplexe Varianten können die steuernden Parameter aus programmierten Regeln oder Makros ermittelt werden. Mit Hilfe von Konstruktionstabellen oder Makros sind Parameter auch mit anderen CAE-Programmen, z. B. zu Zwecken der Parameteroptimierung, austauschbar.

Parameter zur Steuerung von PAKo - Modellen

Die parametrisch assoziative Konstruktion bietet hier herausragende Möglichkeiten, das Know-how des Unternehmens und seiner Mitarbeiter zusammenzutragen, zu verfeinern und für Folgeentwicklungen zugänglich zu machen. Für jeden Konstrukteur muss es eine besondere Herausforderung sein, seine Fachkompetenz mithilfe der PAKo-Werkzeuge stetig zu erweitern und mit anderen CAE-Prozessen zu verknüpfen. Folgende Elemente sind wesentlich bestimmend für diese Methode:

- *Parameter* können sowohl numerische Werte als auch Geometrieelemente (z.B. Geraden, Kurven oder Flächen) sein.
- *Implizite Parameter* sind (verborgene) Parameter, z.B. definiert in 2D-Sketchen des 3D-Modells oder in Zeichnungen.
- *Explizite Parameter* werden im Strukturbaum eines PAKo-Modells visualisiert und kontrollieren die Konstruktion.
- *Konstruktionstabellen* definieren Parameterfamilien zur Steuerung von Einzelteilen und Zusammenbauten
- *Prüfungen* z.B. mit Warnsignalen und Botschaften weisen z.B. auf Nichteinhaltung definierter Parameter hin.
- *Prüfungen mit Reaktionen* triggern verzweigte Konstruktionsschritte wenn z.B. definierte Parameter im Update-Prozess geändert werden.
- Jegliche Werte z.B. aus der Mechanik (Moment, Beschleunigung) oder Geometrie (Volumen, Trigonometrische Funktion) können in Kombination mit *Formeln / Regeln* zu expliziten Parametern werden.
- Komplexe Beziehungen und Konstruktionsvarianten können über *Regeln oder Makros*, die z.B. in VBA etc. programmiert wurden, gesteuert werden.

4.4.3.3 Knowledge Management und Produktkonfiguration ¹³³

Das Knowledge Management im Sinne von Produktkonfiguration mit den Möglichkeiten diese über EDM zu unterstützen ist auch ein Schwerpunkt dieser Arbeit. Es wurde früher im weitesten Sinne als künstliche Intelligenz bezeichnet. Die im Computer generierten und in Form von Daten gesammelten Kenntnisse von Ingenieuren, Konstrukteuren, Berechnungsspezialisten sollten mit speziellen Programmen so verarbeitet werden, dass sich auch im Umfeld des kreativen Engineerings bestimmte Aufgaben weitgehend automatisieren ließen.

Es gab dazu Ansätze in großen Unternehmen, die in Forschungsprojekten entsprechende Ziele in einzelnen Bereichen zu verwirklichen versuchten. Einige Softwarehersteller gingen noch einen Schritt weiter und wollten die Aufgabenstellung so weit verallgemeinern, dass ihre Programme als Standardsoftware in unterschiedlichen Fachgebieten einsetzbar wären.

Mindestens hinsichtlich des Ingenieurwesens kann man wohl sagen, dass alle Beteiligten wieder etwas mehr auf den Boden der Realität zurückgekehrt sind. Überwiegend sind sich die Fachexperten heute darin einig, dass der Computer vieles erleichtern kann und Software ein unverzichtbares Tool gerade im Engineering geworden ist. Aber dass sich die Kreativität des Ingenieurs grundsätzlich und weitgehend durch Programme ersetzen ließe, das vertreten nur wenige.

Realistischer ist der Ansatz, der in den letzten Jahren unter dem Begriff Knowledge Management die Runde macht. Im Grunde ist darunter zu verstehen, dass das vorhandene und gespeicherte Know-how besser und effizienter genutzt werden soll. Durch die Anwendung von Parametern und 3D-Features können die Erfahrungswerte von Ingenieuren abgespeichert, dokumentiert und somit auch reproduziert werden. Eine konkrete Anwendung dazu ist das parametrisch assoziative Konzeptfahrzeug, welches in Kapitel 6.3 noch detailliert behandelt wird.

4.5 Zusammenfassung zum Wissensmanagement in der Produktentwicklung

Die wissenschaftliche Betrachtung der im Eingang des Kapitels erwähnten Aspekte und Themen zum Wissensmanagement in der Produktentwicklung haben für die Modellbildung wesentliche Grundlagen geliefert.

Die Betrachtung des Produktwissens zeigt, dass durch die selektive Analyse des Produktwissens spezifische Anforderungen an das EDM abgeleitet werden können.

Die systematische Betrachtung der Wissensprozesse hat ergeben, dass für das EDM der indirekte Wissenstransfer sich als relevanter Referenzprozess herausgebildet hat. Dabei wird der Fokus auf die Teilprozesse der „Dokumentation“ und „Information“ sowie der Organisation und des Managements der Produktdatenbasis gelegt um einen vollständigen Durchlauf des Wissensprozesses zu gewährleisten. Denn nur so kann schließlich ein Mehrwert für die Produktentwicklung generiert werden.

Das Basismodell des Wissensmanagements und das Modell der überlappenden Systeme zeigen einen Weg einen Bezug zwischen dem in Prozessen zur Anwendung kommenden Wissen und dem dazu erforderlichen Datenmanagement im technischen Subsystem herstellen zu können. Der parametrisch assoziative Ansatz zeigt wie „Wissen“ in CAx/EDM-integrierten Anwendungen gespeichert und verwaltet werden kann. Für die weitere Modellbildung werden aus diesem Kapitel die Erfassung des Produktwissens sowie der indirekte Wissenstransfer durch Datentransfer eine grundlegende Rolle spielen. Auch die Prozessorientierung der Produktentwicklung wird auf das Wissensmanagement angewandt.

¹³³ Vgl. SENDLER u. a. [2008], S. 45

5 Modell zur prozessorientierten Integration von Wissensmanagement in das Engineering Data Management

Nach einer ausführlichen Behandlung der spezifischen grundlegenden Themen gilt es nun ein Modell zur prozessorientierten Integration von Wissensmanagement in das Engineering Data Management zu entwickeln.

Dafür werden Begriffe, Modelle und Konzepte relevanter Themen der vorangegangenen Kapitel systematisch in Bezug auf die prozessorientierte Integration von Wissensmanagement in das Engineering Data Management angewandt, gegenseitig in Beziehung gebracht und schließlich zu einer gesamtheitlichen Betrachtung zusammengeführt.

Die Kernthemen werden dafür die Integration von Management-Systemen, das geschäftsprozessorientierte Wissensmanagement, der Wissensprozess zwischen Wertschöpfungsprozessen, die Schnittstelle von der Wissens- zur Datenebene sowie die Entwicklung eines dafür relevanten Bezugsrahmens sein.

Die Modelle werden in diesem Kapitel zunächst theoretisch behandelt, um sie im abschließenden Kapitel 6 - Gestaltungsansätze zur prozessorientierten Integration von WM in das EDM in der Automobilentwicklung - an praxisorientierten Fallbeispielen anwenden zu können.

5.1 Modell-Ansatz zur Integration von Wissensmanagement in das EDM

5.1.1 Vorgehensweise zur Modellbildung

Für die Modellbildung zur prozessorientierten Integration von Wissensmanagement in das Engineering Data Management wurde eine strukturierte Vorgehensweise gewählt, welche sich grob in folgende Schritte gliedern lässt:

- Begriffsdefinition und Reflexion des Untersuchungsobjektes auf die Modelle und Ansätze der Grundlagenthemen
- Formulierung spezifisch gestellter Forschungsfragen
- Modelle zur Integration von Managementsystemen
- Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement
- Wissensorientierte Geschäftsprozessmodellierung
- Wissensmanagement im EDM
- Die Datenbasis im wissensorientierten EDM
- Wissensmanagement in technischen Subsystemen
- Der Wissensprozess als Bindeglied zwischen Wertschöpfungs- und Supportprozess
- EDM-Workflow-Unterstützung wissensintensiver Prozesse
- Bildung eines Bezugsrahmens und einer Analysestruktur für wissensorientiertes EDM
- Rekonstruktion der Wissensbasis zur Anwendung des Bezugsrahmens
- Integrierte Betrachtung in Wertschöpfungsprozessen
- Modellbildung zur prozessorientierten Integration von Wissensmanagement in das Engineering Data Management

5.1.2 Begriffsdefinition und Reflexion auf die Modelle und Ansätze der Grundlagenthemen

Für die weiterführenden Betrachtungen zur prozessorientierten Integration von Wissensmanagement in das Engineering Data Management ist es notwendig eine einheitliche Begriffsdefinition für dessen Bezugsrahmen im Basismodell des Wissensmanagement festzulegen.

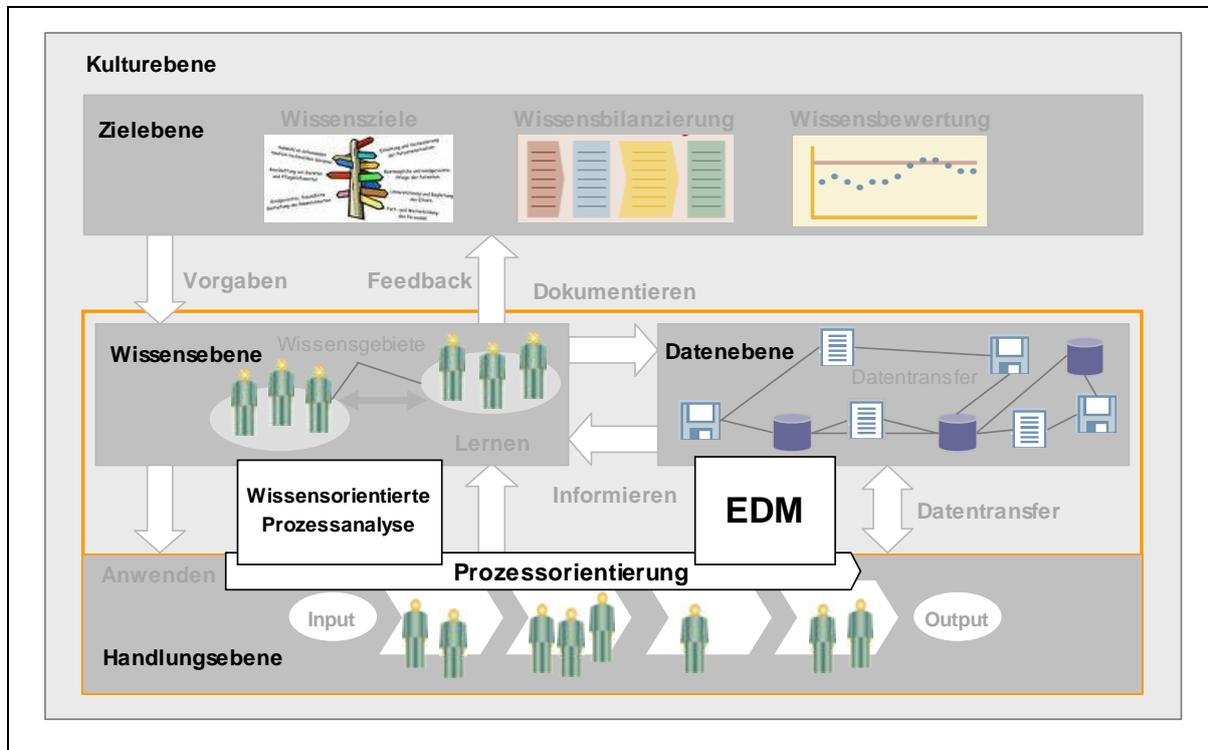


Abbildung 5-1: Einordnung des woEDM in das Basismodell des Wissensmanagements

Die prozessorientierte Integration führt die Themen Wissensmanagement und Engineering Data Management auf der Wissens-, Handlungs-, und Datenebene zusammen, wobei die jeweiligen Disziplinen wie in Abbildung 5-1 dargestellt auf das Basismodell des Wissensmanagements abgebildet werden können.

Es wird für diesen Bezugsrahmen der Begriff des „wissensorientierten Engineering Data Management“ eingeführt und mit der Abkürzung „woEDM“ in den weiteren Ausführungen verwendet.

Systemorientierter Bezugsrahmen des woEDM

Auf Basis der Untersuchungen zum „Modell überlappender Systeme“ in Kapitel 4.2.8.6 wird nun der Ansatz zum woEDM auf den systemorientierten Bezugsrahmen reflektiert.

Werkzeuge die zur Datenrecherche und Dateneingabe dienen, werden in dieser Betrachtung den infotechnischen Einrichtungen des Wissenssystems zugeordnet. Die Software Applikationen mit ihren Anwendungsfunktionen und die Datenmanagement Systeme werden den technischen Einrichtungen des Wertschöpfungssystems zugeordnet.

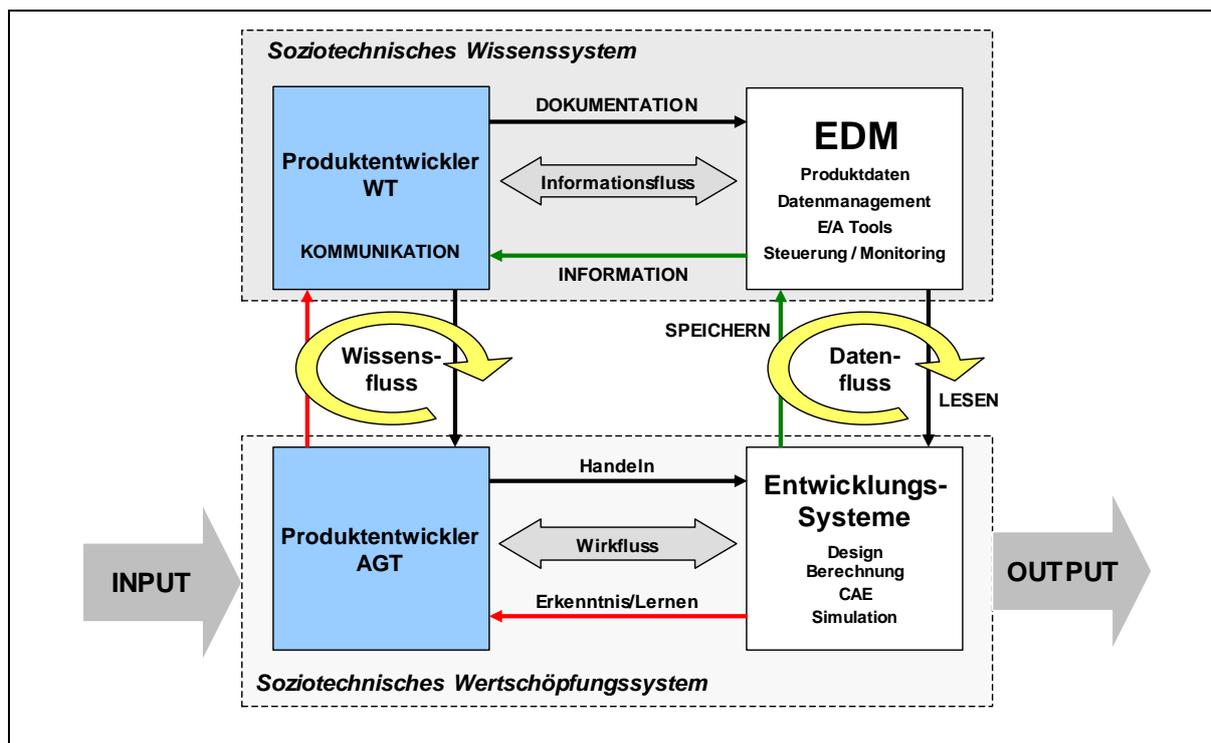


Abbildung 5-2: Systemorientierter Bezugsrahmen des EDM

Durch diese Darstellung (siehe Abbildung 5-2) können daher die Bedienmodule der einzelnen Entwicklungsapplikationen dem EDM zugeordnet werden, obwohl sie aus IT- Sicht an das Softwareprodukt gekoppelt sind. Damit gelingt es Engineering Data Management auf den allgemeinen Ansatz des systemorientierten Bezugsrahmens anzuwenden und abzubilden.

5.1.3 Spezifische Forschungsfragen zu woEDM

Aufbauend auf die originären Forschungsthemen und den bisherigen Erkenntnissen aus der Bearbeitung der Grundlagenkapitel ergeben sich für die Modellbildung folgende spezifischen Forschungsfragen, die sich im Wesentlichen einer

- strategischen Betrachtung des woEDM - Entwicklung und Gestaltung des EDM Umfeldes, und einer
- operativen Betrachtung des woEDM - wissensorientierte Prozessanalyse von Prozessbeziehungen

zuordnen lassen.

Strategisch ausgerichtete Forschungsfragen

- Welche wissensorientierten Gestaltungsmaßnahmen gibt es im EDM-Umfeld?
- Ist ein prozessorientierter Ansatz zur Entwicklung eines effektiven und effizienten Datenmanagements in Hinblick der erforderlichen Datenqualität und des Datentransfers ausreichend?
- Wie können aus Wissensprozessen Anforderungen an das Engineering Data Management abgeleitet werden?
- Was kann das Engineering Data Management zur Sicherung des Produktwissens beitragen?

Operativ ausgerichtete Forschungsfragen

- Wie kann die Schnittstelle zwischen Wissenssystem und technischem Subsystem beschrieben werden?
- Wie kann das operative Engineering Data Management Wissensprozesse beeinflussen?
- Welchen Einfluss hat das EDM auf die Bereitschaft der Projektmitarbeiter ihr Wissen zu veröffentlichen, zu kommunizieren und dazugehörige Daten bereitzustellen.
- In welcher Form stellen Informationssystem Barrieren für den Wissenstransfer dar und wie können diese durch EDM entschärft werden?
- Sind die Prozesse „Dokumentation“ und „Information“ wertschöpfend?
- Mit welchen Erhebungsmethoden können Wissensaktivitäten (Wissensprozesse) erkannt und transparent gemacht werden?

5.1.4 Modelle zur Integration von Managementsystemen¹³⁴

Das Hauptaugenmerk dieses Absatzes liegt auf der „technischen“ Integration der einzelnen Teilmanagementsysteme. Es werden verschiedene Konzepte zur Zusammenführung von Geschäftsprozess-, Wissens- und Engineering-Data-Management-Systemen zu einem integrierten Managementsystem vorgestellt. Je nach Ausmaß und Umfang der Integration (Integrationstiefe) werden verschiedene Typisierungen der Integration skizziert.

Während SCHWANINGER¹³⁵ eine Heuristik für die Gestaltung und Implementierung von Führungssystemen von Grund auf beschreibt, wählen Unternehmen meist einen pragmatischen Ansatz. Dabei versuchen sie wie in Abbildung 5-3 dargestellt die bereits bestehenden Teil-Management-Systeme zu verbinden und um erforderliche Erweiterungen zu ergänzen.

Bei der Integration der Teil-Management-Systeme kann prinzipiell zwischen der

- summarischen
- adaptiven
- produktlebenszyklusorientierten
- prozessorientierten

Integration unterschieden werden.

Obwohl die verschiedenen Integrationskonzepte hier getrennt vorgestellt werden, ist deren Kombination durchaus möglich und zum Teil bereits in der Praxis zu beobachten.¹³⁶

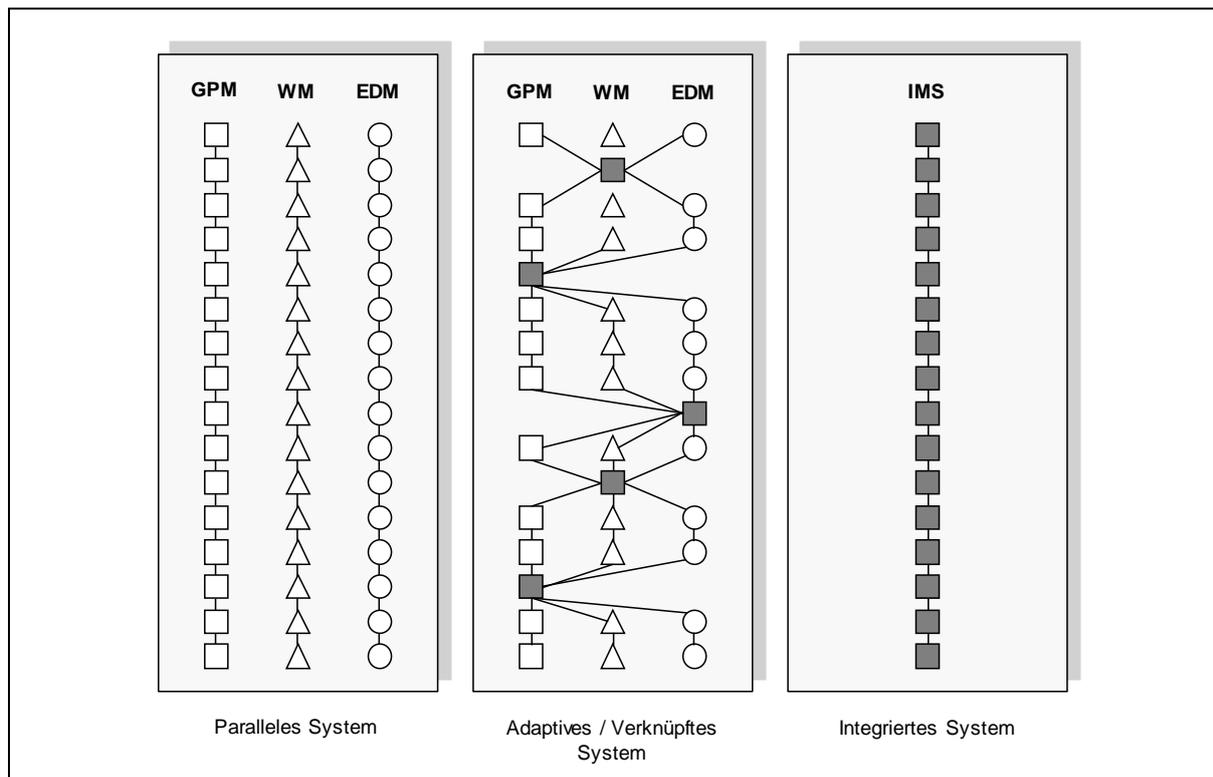
Eine Differenzierung der Integrationsaktivitäten nach ihrer Tiefe (Integrationstiefe) führt zu folgenden fünf Kategorien:

- Informationsaustausch zwischen den Fachbereichen
- Überlappende Arbeitskreise
- Integrierte Richtlinien, Verfahrens- und Arbeitsanweisungen
- Gemeinsame Führungsverantwortung
- Ernennung eines Systemverantwortlichen

¹³⁴ In Anlehnung an VORBACH [2002], S. 10ff

¹³⁵ Vgl. SCHWANINGER [1994], S. 307ff

¹³⁶ Vgl. PISCHON u. a. [1998], S. 322

Abbildung 5-3: Konzepte zur Zusammenführung von Managementsystemen¹³⁷

Echte Integration der Spezialmanagementsysteme ist nur möglich, wenn die Integrationsbemühungen deutlich über einen rein verbalen Informationsaustausch zwischen den Fachbereichen hinausgehen. Die Etablierung überlappender Arbeitskreise ermöglicht im Gegensatz zur ersten Stufe einen frühzeitigen, umfassenden Erfahrungsaustausch, der in der Regel zu gemeinsamen Projekten führt. Die dritte Kategorie der integrierten Richtlinien, Verfahrens- und/oder Arbeitsanweisungen beruht auf einer Integration einzelner Prozesse sowie Abläufe und stellt somit eine Integration im engeren Sinne dar. Bei einer organisatorischen Verankerung des integrierten Managementsystems ist es vorstellbar, dass ein Managementvertreter ausgewählt wird, der eine gemeinsame Führungsverantwortung für die integrierten Teilbereiche trägt. Eine noch weitreichendere Integration stellt die Ernennung eines Systemverantwortlichen dar, welcher die operative Verantwortung für das gesamte integrierte Managementsystem trägt. Alle fünf Stufen schließen sich gegenseitig nicht aus und können im Laufe des Integrationsprozesses nacheinander durchschritten werden.

5.1.4.1 *Summarisches Integrationsmodell*

Den einfachsten Fall einer Verbindung der Teilmanagementsysteme stellt die Summation paralleler Managementsysteme dar. Dieser Ansatz sieht keine Verknüpfung der einzelnen Teilbereiche vor. Das Wissensmanagement-System wird vielmehr unabhängig vom bereits bestehenden oder noch zu errichtenden Geschäftsprozess-Management-System implementiert, ebenso das Engineering-Data-Management-System.

Die Bezeichnung „summarisch“ wird hier im Sinne von hinzufügen verstanden. Bei diesem Ansatz wird das vorhandene Geschäftsprozess-Management-System um weitere Managementaspekte, wie z.B. Engineering Data Management oder Wissensmanagement, ergänzt.

Organisatorisch betrachtet ermöglicht dieses Modell eine getrennte oder zusammengeführte Erstellung von Managementhandbüchern.

¹³⁷ In Anlehnung an WINZER [1998], S. 11

Insbesondere die Dokumentation bzw. Darlegung eines solchen Systems in einem Element des gemeinsamen Handbuchs stellt sich aber als schwierig dar. Es ist zu befürchten, dass die Beschreibung in einem einzigen Element der Komplexität nicht gerecht werden kann und daher diese Methode bestenfalls als ein Vorläufer der Integration gesehen werden kann.

In Form von Referenzlisten, welche die Interdependenzen der Teilsysteme aufzeigen, werden die beschriebenen Systeme zueinander in Verbindung gebracht. Konflikte und Widersprüche werden in den Inhalten der Teilführungssysteme damit weitgehend eliminiert. Eine Abstimmung der Aufbau- und Ablauforganisation findet hierbei aber nicht statt, die einzelnen Teilsysteme bleiben erhalten. Das Zusammenfassen der Dokumentation ist auch nicht mit der inhaltlichen Integration verschiedener Managementsysteme gleichzusetzen. Somit lassen sich bei der Addition kaum Verbesserungen erkennen, die über erste Konfliktlösungsansätze und eine übersichtliche Anordnung, bedingt durch ein gemeinsames Inhaltsverzeichnis, hinausgehen.

Manchmal führt diese in der Praxis angewandte Methode aber zu einer Sensibilisierung der Beteiligten, wodurch ihr Problemverhalten angeregt wird, so dass die Addition weiterführende Integrationsaktivitäten anstößt.¹³⁸

5.1.4.2 *Adaptives Integrationsmodell*

Im Zusammenhang mit Integrationsmodellen für Managementsysteme wird der Begriff „Adaption“ im Sinne von Zufügen und Erweitern verstanden. Das adaptive Modell basiert ebenso wie das summarische auf das primäre Geschäftsprozess-Management-System. Adaption bedeutet Anpassung und im Rahmen dieser Darstellung ist es der Versuch, die Struktur eines Geschäftsprozess-Management-Systems so zu gestalten, dass alle Wissensmanagement und Engineering Data Management Aspekte der Unternehmenstätigkeiten berücksichtigt werden. Das adaptive Integrationsmodell kommt auf der operativen Ebene zum Tragen, und dabei zum einen auf der Ebene der Handbücher, zum anderen auf der Ebene der Verfahrensanweisungen und Arbeitsanweisungen.¹³⁹

Verfahrensanweisungen beschreiben den Ablauf von Tätigkeiten bzw. Prozessen in einem Unternehmen und konzentrieren sich vor allem auf die konkrete Definition der Aufgaben an den Nahtstellen zwischen Abteilungen und/oder Bearbeitungsstufen. Bei der Integration auf dieser Ebene ist das Hauptaugenmerk zunächst auf einen optisch und strukturell einheitlichen Aufbau der Verfahrensanweisungen zu legen, um danach deren inhaltliche Abstimmung vornehmen zu können. Als Vorteil der einheitlichen, formalen und inhaltlichen Gestaltung der Verfahrensanweisungen ist in erster Linie eine erhöhte Normensicherheit zu nennen, da nur so eine eindeutige Regelung von Aspekten wie Revision, Freigabe etc. gewährleistet werden kann.

Darüber hinaus verhilft die inhaltlich eindeutige Beschreibung von Schnittstellen zu Transparenz, vermeidet Doppelarbeit und verhindert das „Übersehen“ wichtiger Aspekte.

Nachteilig kann sich jedoch der relativ große Aufwand bei der Umstellung bereits vorhandener Verfahrensanweisungen auswirken, so dass es innerhalb der betroffenen Organisation zu entscheiden gilt, inwieweit eine schrittweise Umstellung der bestehenden Verfahrensanweisungen sinnvoll ist.

¹³⁸ In Anlehnung an VORBACH [2002], S. 15f

¹³⁹ Vgl. PISCHON u. a. [1998], S. 328f

5.1.4.3 Produktlebenszyklusorientiertes Integrationsmodell

Das produktlebenszyklusorientierte Integrationsmodell orientiert sich am Produktlebenszyklus eines Produktes und beruht auf der Feststellung, die Aktivitäten über alle Phasen im Lebenszyklus eines Produktes in Beziehung der zu integrierenden Management-Systeme zu beleuchten. Auf Basis dieser Feststellung abstrahiert das Modell die typischen unternehmerischen Prozesse.

Durch die WM- und EDM-spezifische Prozessbetrachtung entlang des gesamten Produktlebenszyklus wird dem inhaltlichen Unterschied zwischen den Management-Systemen Rechnung getragen.

So gut sich der produktlebenszyklusorientierte Ansatz durch den starken Produktbezug zur inhaltlichen Abstimmung der unterschiedlichen Management-Disziplinen eignet, umso schwerer ist es, diesen auch systemtechnisch im Unternehmen zu implementieren und die Ergebnisse operativ anzuwenden. Um die innerhalb verschiedener Phasen jeweils relevanten Management-Aspekte berücksichtigen zu können, unterscheidet das Modell phasenspezifische und phasenübergreifende Elemente.

Unter den phasenspezifischen Elementen sind Maßnahmen im jeweiligen Management-System zu verstehen, welche einzelnen Produktentstehungsphasen oder der Nutzungsphase zugeordnet werden können.¹⁴⁰

Die phasenübergreifenden Elemente des Produktlebenszyklus-Modells bestehen aus Funktionen und Aufgaben, welche keiner speziellen Phase des Produktentstehungsprozesses allein zugeordnet werden können. Dazu zählen die WM- und EDM-Strategie, Ziele und Programme, die Dokumentation, die interne und externe Kommunikation, die Motivation und die Schulung der Mitarbeiter.

Da in der Praxis hauptsächlich Management-Systeme implementiert sind, welche sich nicht vollständig am Produktlebenszyklus des Produktes orientieren, oder der Produktlebenszyklus dafür nicht hinreichend modelliert ist kommt dieses Integrationsmodell weniger zur Anwendung. Zudem ist die Einordnung der phasenübergreifenden, lenkenden und verhaltenssteuernden Elemente nicht gelöst, so dass ein großer Teil des durch eine Integration zu erwartenden Verbesserungspotentials ungenutzt bleibt.

Diese Ansätze gelten für einen gesamtheitlichen PLM Ansatz. In dieser Arbeit bildet das PLM nur die Basis für die Prozessorientierung im Engineering Data Management.

¹⁴⁰ Vgl. PFEIFER u. a. [2008], S. 345f

5.1.4.4 Prozessorientiertes Integrationsmodell

Eine Orientierung an den in den Unternehmen anzutreffenden Unternehmensprozessen bietet eine weitere Möglichkeit der Integration von Wissensmanagement und Engineering Data Management. Diese Vorgehensweise ist dann sinnvoll, wenn das betrachtete Unternehmen seine Ablauforganisation im Rahmen des „Total Quality Management“ oder des „Business Reengineering“ in eine Prozessorganisation umgestaltet hat.

GAITANIDES¹⁴¹ definiert den Prozess als „*Abfolge von Aktivitäten, die in einem logischen inneren Zusammenhang dadurch stehen, dass sie im Ergebnis zu einem Produkt bzw. einer Leistung führen, die durch einen Kunden(-prozess) nachgefragt wird.*“ Dabei bildet eine Aktivität – als zielgerichteter Einzelvorgang oder Einzelmaßnahme - das Grundelement der Unternehmenstätigkeit. Die Prozessorientierung besitzt daher, wie in Abbildung 5-4 dargestellt, einen funktionsübergreifenden Charakter. Im Unterschied zur Aufbauorganisation, die auf die funktionale Aufgabenorientierung ausgerichtet ist, hat die Prozessorganisation eine ganzheitliche Vorgangsbearbeitung zum Ziel.

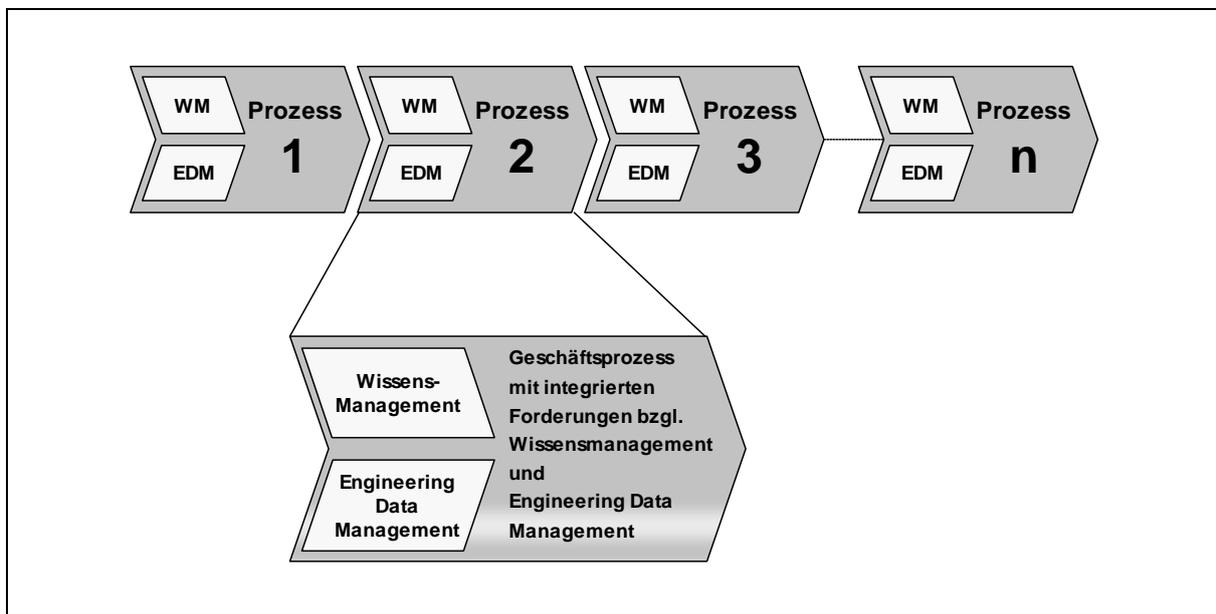


Abbildung 5-4: Prozessorientiertes Integrationsmodell nach VORBACH¹⁴²

Der Vorteil einer prozessorientierten Integration besteht im Wesentlichen in der Möglichkeit, den überwiegenden Teil der zur Aufrechterhaltung der einzelnen Spezial-Management-Systeme erforderlichen Tätigkeiten in die Linie zu verlagern. Die prozessorientierte Integration schafft somit Übersicht und wirkt der wachsenden Komplexität entgegen. Damit ist ein prozessorientiertes Managementsystem eher als andere Managementsysteme in der Lage, die Aspekte des Wissensmanagements und des Engineering Data Managements in der gewünschten Form aufzunehmen. Es zeichnet sich durch die gute Handhabbarkeit und die Benutzerfreundlichkeit gegenüber den Modellen der Summation, der Adaption und der Lebenszyklusorientierung aus.¹⁴³ Die Voraussetzung ist allerdings, dass die Prozesse des Unternehmens identifiziert, beschrieben und konsequent an den Anforderungen der Kunden ausgerichtet werden.

Dieser Arbeit liegt die prozessorientierte Integration zu Grunde und daher werden alle weiteren Ausführungen an dieses Modell angelehnt.

¹⁴¹ Vgl. GAITANIDES [1983]

¹⁴² Vgl. VORBACH [2002], S. 10

¹⁴³ Vgl. VORBACH [2002], S. 17

5.1.4.5 Kritische Aspekte der Integrationsmodelle

Von Seiten der „Integrationskritiker“ werden verschiedene Vorbehalte gegenüber einer Verschmelzung der Systeme aufgeführt. Die Ablehnung basiert jedoch häufig auf subjektiven Einstellungen. Aufgrund eines über Jahre hinweg gepflegten Abteilungsdenkens entsteht zwischen den Fachbereichen eine interne Konkurrenz, welche die Befürchtung von individuellen Machteinbußen verstärkt. Die Festlegung von aufbau- und ablauforganisatorischen Sachverhalten ist in der Regel gleichbedeutend mit einer Umstrukturierung des Unternehmens. Diese stellt Besitzstände und Gewohnheiten in Frage und provoziert damit Widerstände formeller und informeller Art auf allen betroffenen Unternehmensebenen.

5.1.4.6 Das Generic Management System

Die Beobachtung, dass es in den Unternehmen zunehmend mehr Managementsysteme gibt, die oftmals weitgehend isoliert voneinander existieren und nur wenig koordiniert sind, führt zu der Forderung nach einem „Management der Managementsysteme“. Dieses muss die Einordnung der Teilmanagementsysteme in ein übergeordnetes Managementsystem erlauben.

In der Literatur wird die Integration von Managementsystemen in ein umfassendes System unter dem Begriff des „Generic Management System“ diskutiert.¹⁴⁴ Der aus der Biologie stammende Begriff „generic“ bezieht sich ursprünglich auf eine gleiche Gattung.¹⁴⁵

Übertragen auf die Betriebswirtschaftslehre wird unter einem generischen Managementsystem ein umfassendes, übergeordnetes Managementsystem verstanden. Da diese Definition einen weiten Interpretationsspielraum offen lässt, werden hier zwei grundsätzliche Auslegungsarten unterschieden:

Zum einen wird von einem generischen Managementsystem gesprochen, wenn zwei oder mehrere Teilsysteme so umfassend integriert sind, dass sie praktisch nicht mehr als eigene Systeme unterschieden werden können. Aufgrund der vollständigen Verschmelzung und Auflösung im generischen Managementsystem haben sie ihre eigene Identität aufgegeben. Diese Auffassung entspricht jedoch nicht der eines generischen Managementsystems im eigentlichen Sinne.

Eine geeignetere Interpretation bietet das Verständnis des generischen Managementsystems als übergeordnetes System, welches die Koordination der untergeordneten Teilsysteme sicherstellt. Bei einem so verstandenen generischen Managementsystem handelt es sich somit nicht um ein neues oder ein zusätzliches Managementsystem, sondern um ein gemeinsames Konstruktionsprinzip für alle vorhandenen Teilsysteme. Das generische Managementsystem weist in dieser Form keine eigenen fachlichen Inhalte auf, wie ein Geschäftsprozess-, Wissens- oder Engineering-Data-Management-System. Vielmehr bildet es ein gemeinsames Konstruktionsprinzip und ein abstrakt formuliertes Steuerungssystem auf übergeordneter Ebene.

Das Ziel bei dem Aufbau eines Generic Management Systems, welches als Grundlage für ein integriertes Managementsystem dienen kann, ist die Formulierung einer grundsätzlichen Gliederungsvorschrift und einer Vorschrift zur inhaltlichen Gestaltung der jeweiligen Teilsysteme.

¹⁴⁴ Vgl. WOHINZ [2003a], S. 330

¹⁴⁵ „Generisch“ bedeutet in der Biologie so viel wie „das Geschlecht oder die Gattung betreffend“

5.2 Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement

5.2.1 Prozessorientierung im Wissensmanagement

Durch die Differenzierung der unterschiedlichen Managementaktivitäten und operativen Tätigkeiten sowie der damit verbundenen Spezialisierung entstehen in einer Organisation vielfach negative Effekte. Dazu gehört u. a., dass einzelne Abteilungen suboptimal arbeiten und unnötige und nicht nachvollziehbare Schnittstellen aufgebaut werden. Diese insbesondere in funktionalen Organisationsstrukturen auftretenden nachteiligen Effekte versucht man zunehmend durch integrierende Sichtweisen zu überwinden.¹⁴⁶

Ein Ansatz hierzu ist die **Prozessorientierung**, welche sich auf die relevanten Wertschöpfungsaktivitäten einer Organisation fokussiert und bei der es darum geht, die einzelnen Prozesse zu betrachten sowie abteilungsübergreifend zu optimieren. Prozesseigner erhalten die Verantwortlichkeit über einen gesamten Prozess, so dass es möglich wird, diesen als Einheit zu betrachten und funktionsübergreifend zu optimieren. Dabei können insbesondere Schnittstellenprobleme minimiert und eine durchgängige Kundenorientierung über die gesamte Wertschöpfungskette implementiert werden.

Bei Prozessen handelt es sich um eine Gesamtheit von Tätigkeiten, die einer bestimmten Zielsetzung unterstehen und einen gegebenen Input (Produktionsfaktoren, Information, Wissen etc.) in ein definiertes Ergebnis wandeln. Jeder Prozess wird durch ein Anfangsereignis angestoßen und endet mit dem Erreichen eines oder mehrerer Endzustände. Dabei werden die Funktionen und deren Abfolge von Zielen gesteuert, die einerseits auf den Anforderungen der internen und externen Kunden bzw. Stakeholder und andererseits auf den übergeordneten Organisationszielen beruhen.

Von Geschäftsprozessen spricht man bei Prozessen einer Organisation, die entweder direkt oder indirekt zur Wertschöpfung beitragen. Den traditionellen Ausgangspunkt der Prozessorientierung liefert das Modell der Wertschöpfungskette, welches auf einer Analyse der Organisation nach wertschöpfenden Tätigkeiten basiert. Das Prozessmanagement basiert auf der Prozessorientierung und setzt diese in allen Geschäftsbereichen einer Organisation um. Prozessmanagement umfasst sowohl die Analyse als auch die Planung, Kontrolle und Steuerung sowie Optimierung von Prozessen.

Die Verknüpfung von Prozessmanagement und Wissensmanagement kann prinzipiell aus zwei Blickwinkeln betrachtet werden.¹⁴⁷

¹⁴⁶ Vgl. WMF [2007], S. 99f

¹⁴⁷ Vgl. WOHINZ u. a. [2007], K.4/S.3

Wissensorientiertes Prozessmanagement

Zum einen kann Wissensmanagement als Unterstützung zum Prozessmanagement gesehen werden. Dies erfolgt unter der Prämisse, dass Wissen in Prozessen generiert und auch wieder angewendet wird und bezweckt die bestmögliche Integration des Wissensmanagements in das Prozessmanagement. In letzter Konsequenz führt das zu einem „wissensorientierten“ Prozessmanagement. Im Zuge dessen wird das Management eines Prozesses unter besonderer Berücksichtigung der Ressource Wissen durchgeführt.

Zum wissensorientierten Prozessmanagement können folgende Punkte zusammengefasst werden:

- Beschäftigt sich mit der optimalen, effizienten Gestaltung von Prozessen mit dem Fokus auf Wissensmanagement-Methoden
- Es geht dabei darum, die Prozesse dahingehend zu optimieren und anzupassen, dass durch die Handlungen im Prozess und der im Prozess entstehenden Erkenntnisse ein bestmögliches Lernen und dadurch Aufbau von Wissen ermöglicht wird.
- Effektive wissensrelevante Prozessgestaltung
- Wissensorientiertes Prozessmanagement wird vom "Prozesseigner" betrieben
- Die Erkenntnisse der wissensorientierten Prozessgestaltung spiegeln sich verstärkt in den standardisierten und dokumentierten Standard - Prozessen des Unternehmens wieder.

Prozessorientiertes Wissensmanagement

Zum anderen kann das Wissensmanagement selbst als Prozess betrachtet werden und die Prozessorientierung hält in das Wissensmanagement Einzug. Gemäß der Typologie nach ÖSTERLE¹⁴⁸ ist es als ein Unterstützungsprozess zu sehen. Einen ersten Ansatzpunkt dafür liefern die Bausteine des Wissensmanagements nach Probst, welche als (Teil-)Prozesse interpretiert werden können, die im Zuge des Wissensmanagements abgearbeitet werden.

Zum prozessorientierten Wissensmanagement können folgende Punkte zusammengefasst werden:

- Beim prozessorientierten Wissensmanagement versucht man auf fest verankerte bzw. nicht wesentlich änderbare Prozesse Methoden des Wissensmanagement so anzuwenden, dass die für den Prozess durch den definierten Output erwartete Wertschöpfung durch Anpassung der Aktivitäten am besten erreicht wird.
- Es wirkt direkt auf die Handlung und die handelnden Personen innerhalb des Prozesses
- Es soll die Effizienz des Prozesses beeinflussen (Prozesseffizienz)
- Prozessorientiertes Wissensmanagement wird vom "Prozessmanager" betrieben
- Die spezifischen wissensrelevanten Anpassungen und Ausprägungen der Prozessabfolge werden in Arbeitsanweisungen definiert.

¹⁴⁸ Vgl. ÖSTERLE [1995]

5.2.2 Integration von Wissensmanagement in Geschäftsprozesse

Die Integration von Wissensmanagement in die Geschäftsprozesse soll eine optimierte Anwendung von Wissen in wertschöpfenden Aktivitäten sicherstellen. Nur so kann Wissen (-smanagement) Wettbewerbsvorteile generieren.¹⁴⁹

Abbildung 5-5 zeigt den Ansatz für das *geschäftsprozessorientierte Wissensmanagement* (gpoWM), welches die Wissens- und Datenebene mit den Prozessen verknüpft.

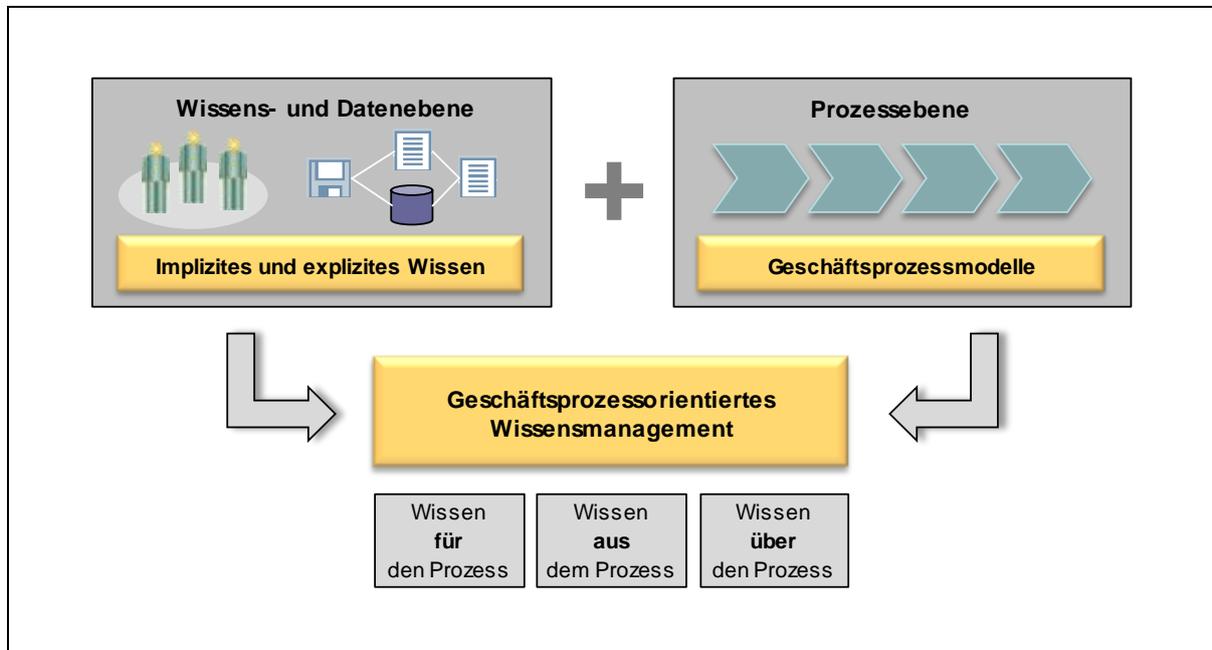


Abbildung 5-5: Elemente im geschäftsprozessorientierten Wissensmanagement

Die Prozesse laufen dabei auf der Handlungsebene ab. Diese Ebene umfasst das Geschäftsprozessmodell einer Organisation sowie dessen systematisches Management. Für eine prozessorientierte Betrachtungsweise ist es sinnvoll, drei Kategorien von Wissen zu unterscheiden:

- Das *Wissen für den Prozess* ist für die optimale Durchführung des Geschäftsprozesses erforderlich.
- Zusätzlich wird während der wertschöpfenden Tätigkeit Wissen aufgebaut, das z. B. Erkenntnisse und Erfahrungen einschließt – *Wissen aus dem Prozess*. Dieses gilt es in der Organisation kollektiv zu erschließen.
- Neben diesen zwei Kategorien, die eher der Disziplin Wissensmanagement zuzuordnen sind, gibt es noch das *Wissen über den Prozess*, auch als Prozesswissen bezeichnet, das mit dem Prozessmanagement assoziiert wird.

Die Motivation für Prozessorientierung leitet sich aus der Herausforderung ab, Wissensmanagement direkt im Wertschöpfungsprozess zu implementieren.

Integriert man die Wissenssicht in eine prozessorientierte Gestaltung der Organisation und stellt die Geschäftsprozesse in das Zentrum von Wissensmanagement, so hat dies den Vorteil, dass das Wissen über den Prozess und jenes aus dem Prozess mit einer direkten Anwendung in Verbindung steht und somit leichter erfassbar ist. Die Geschäftsprozesse lassen sich somit handlungsorientiert durch Wissen unterstützen.

¹⁴⁹ Vgl. WMF [2007], S. 101ff

Zusätzlich liefert die Prozessorientierung Ansätze zum einfacheren Messen von Kosten und Leistungen von Wissensaktivitäten und wissensintensiven Geschäftsprozessen.

Das Pendant zum Geschäftsprozess aus dem klassischen Prozessmanagement ist im gpoWM der Wissensprozess. Wissensprozesse können je nach Wissensziel entsprechend der Wissensaktivitäten verschiedenste Inhalte einschließen (z.B. Wissen zu generieren, zu erwerben, zu organisieren, zu sichern, weiterzugeben oder anzuwenden).

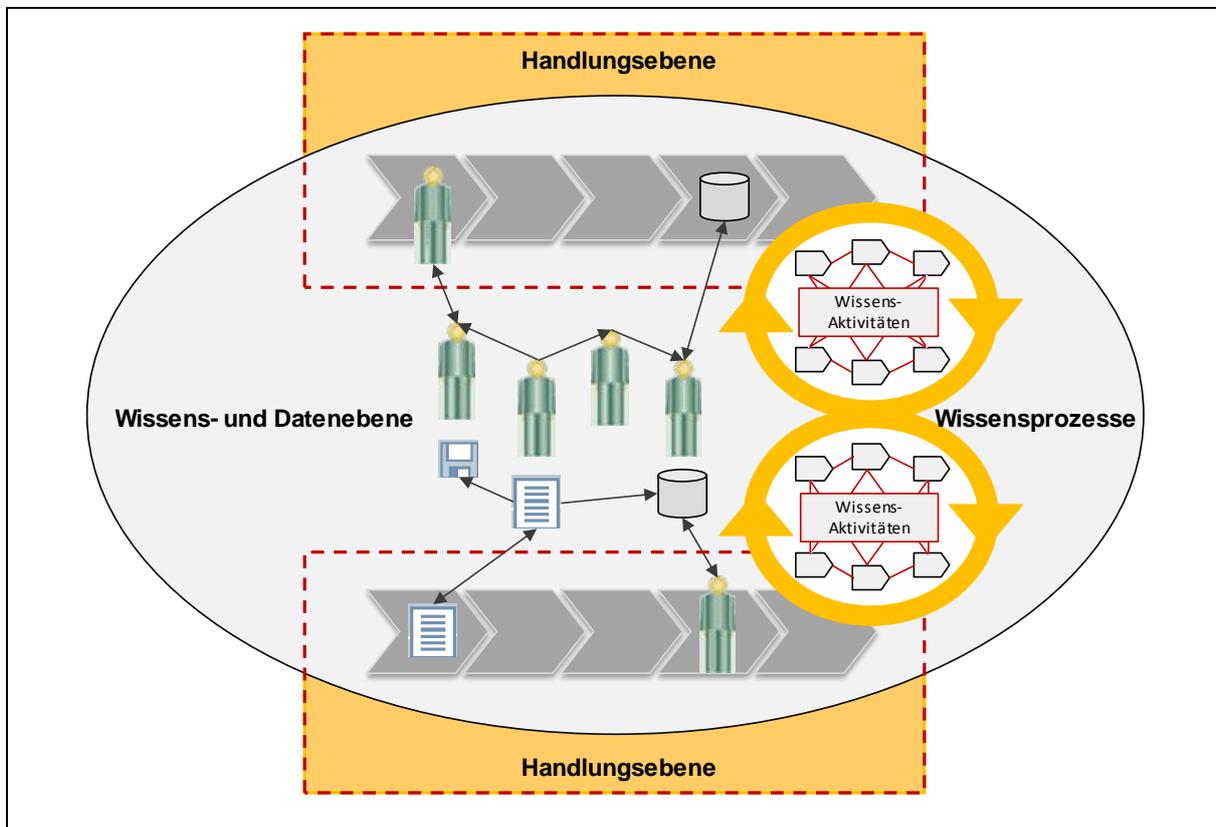


Abbildung 5-6: Basismodell des geschäftsprozessorientierten Wissensmanagements ¹⁵⁰

Abbildung 5-6 zeigt schematisch die wichtigsten Elemente des gpoWM, wobei der Geschäftsprozess den Ausgangs- und Endpunkt des Wissensprozesses darstellt. Die Interaktion findet mit der Wissens- und Datenebene der Organisation statt, die einerseits als Lieferant und andererseits als Empfänger von Wissen bzw. Daten dienen. Das geschäftsprozessorientierte Wissensmanagement hat somit die Mitarbeiter und technischen Einrichtungen gleichermaßen zu berücksichtigen.

Durch eine effiziente Integration der Wissens- und Datenebene in die Prozesse kann daher jeder weitere Geschäftsprozess mit Wissen und Daten aus anderen in der Organisation etablierten Geschäftsprozessen versorgt werden. Wesentlich im gpoWM ist die Integration dieser Wissensaktivitäten in die Struktur des Geschäftsprozessmodells.

5.2.3 Wissensintensive Geschäftsprozesse

Es liegt nahe, prozessorientiertes Wissensmanagement nicht für alle, sondern lediglich für die wissensintensiven Geschäftsprozesse einer Organisation einzuführen, um damit auch den Aufwand in einem akzeptablen Ausmaß zu halten. Insbesondere wissensintensive Geschäftsprozesse sollten somit Ausgangspunkt für ein prozessorientiertes Wissensmanagement sein. Wissensintensive Prozesse finden sich in erster Linie dort, wo viel Wissen geschaffen, verteilt oder genutzt wird. Sie lassen sich von Routineprozessen differenzieren.

¹⁵⁰ Aus WMF [2007], S. 100

Im Gegensatz zu Routineprozessen sind sie in der Regel wenig standardisiert bzw. standardisierbar und verfügen über einen deutlich höheren Komplexitätsgrad. Mit ein Grund dafür, dass für ihre Durchführung besonderes Expertenwissen, meist Erfahrungswissen, notwendig ist. Dessen Dokumentation ist üblicherweise nur sehr schwer bis gar nicht möglich.

Die Wissensintensität kann zur Bestimmung von wissensintensiven Geschäftsprozessen herangezogen werden. Dies kann unabhängig davon geschehen ob es sich um Wissen beschaffende, verteilende oder nutzende Geschäftsprozesse handelt.¹⁵¹

Wird ein Geschäftsprozess bis auf Aktivitätenebene betrachtet, so spricht GOESMANN dann von einem wissensintensiven Geschäftsprozess, wenn dieser „sowohl eine oder mehrere wissensintensive Aktivität(en) enthält“.¹⁵²

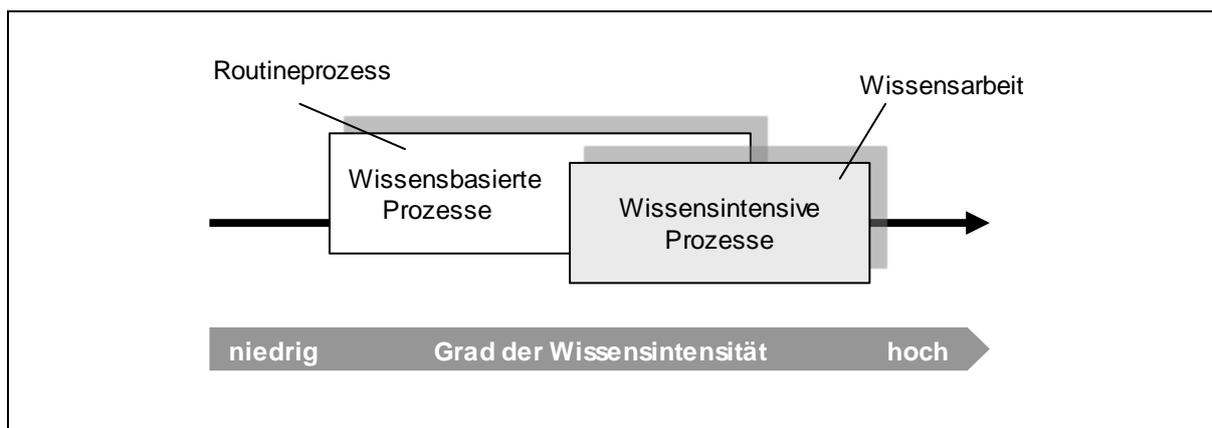


Abbildung 5-7: Spektrum von Prozessen

Er gibt dafür eine Abgrenzung, wie sie in Abbildung 5-7 ersichtlich ist. Die zwei unterschiedlichen Extremfälle sind demnach der Routineprozess oder der wissensbasierte Prozess und die Wissensarbeit oder der wissensintensive Prozess. Die Skala der Wissensintensität deutet an, dass die Unterscheidung in der Praxis naturgemäß nicht als exakte Trennung zu finden ist.

Gegenstand prozessorientierten Wissensmanagements müssen nicht nur besonders wissensintensive Prozesse sein. Aus Wissenssicht erscheint es auch sinnvoll, sich mit Prozessen zu beschäftigen, bei denen ein hohes Wissensrisiko besteht; Risiko, dass erforderliches Wissen nicht vorhanden ist oder Risiko, dass entscheidende Wissensaktivitäten nicht implementiert werden. Demzufolge ist es wichtig, auch die Wissensrisiken eines Geschäftsprozesses ausreichend zu betrachten und entsprechende EDM Maßnahmen zu minimieren.

5.2.4 Wissensorientierte Geschäftsprozessmodellierung

Ein wesentlicher Schritt bei der Einführung von wissensintensiven Geschäftsprozessen und bei der Integration des Wissensaspektes in die Geschäftsprozesse ist der Einsatz der wissensorientierten Geschäftsprozessmodellierung.¹⁵³

Ziel der wissensorientierten Geschäftsprozessmodellierung ist die Integration der Wissenssicht in Geschäftsprozessmodelle. Demzufolge ist diese Disziplin nur dann sinnvoll, wenn die Organisation bereits Geschäftsprozesse dokumentiert hat bzw. zumindest dies in weiterer Folge durchführen möchte.

¹⁵¹ Vgl. REMUS [2002b], S. 106

¹⁵² Vgl. GOESMANN [2002], S. 63

¹⁵³ Vgl. WMF [2007], S. 109f

Der wissensorientierten Geschäftsprozessmodellierung kommt insofern große Bedeutung zu, da sie den Ausgangspunkt für Integrationsinitiativen in der wissensorientierten Geschäftsprozessmodellierung bildet. Da sich die Methode der Modellierung sinnvollerweise an die der Geschäftsprozesse orientiert, soll hier nochmals auf die unterschiedlichen Darstellungsmöglichkeiten von Geschäftsprozessen hingewiesen werden.

5.2.4.1 Darstellungsmöglichkeiten von Geschäftsprozessen

Geschäftsprozesse werden oft in hinreichend genauer Detaillierung abgebildet. Zu detaillierte Darstellungen würden der Übersichtlichkeit schaden, wobei zu große Abstraktionen kaum Aussagekraft haben. Des Weiteren ist zu unterscheiden ob die Darstellung und Dokumentation der Geschäftsprozesse als Arbeitspapier für den Geschäftsprozess-Designer, oder als Vorgabe für den Anwender eines Geschäftsprozesse dienen soll.

Grundsätzlich können aber für eine grobe graphische Darstellung von Geschäftsprozessen folgende in Abbildung 5-8 abgebildeten Modellierungsformen zum Einsatz kommen.

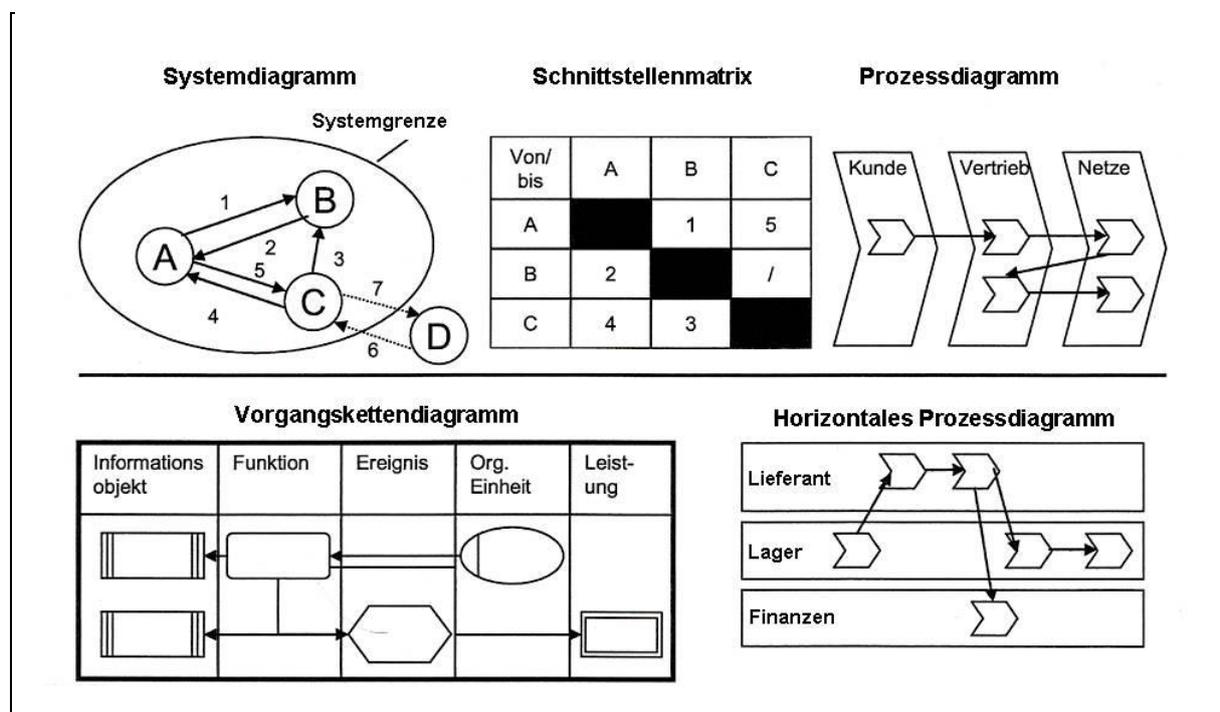


Abbildung 5-8: Modellierungsformen von Geschäftsprozessen ¹⁵⁴

Es gibt daher einen breiten Spielraum der vernünftigen Abbildung eines Geschäftsprozesses. Das Vorgangskettendiagramm, auch ePK (ereignisgesteuerte Prozesskette) genannt, soll aufgrund der weiten Verbreitung und der standardisierten Verwendung in Unternehmen als Modellierungsform für Geschäftsprozesse für die weiteren Ausarbeitungen als Grundlage dienen. Das Systemdiagramm bzw. dessen Logik des Systemdenkens wird vor allem in der Analyse von Geschäftsprozessen im weiteren Fortschritt der Arbeit vorkommen.

¹⁵⁴ Vgl. FISCHERMANN [2006], S. 116ff

Sichten auf Geschäftsprozesse

Für diese Arbeit wird das Vorgangskettendiagramm nach SCHEER als die relevante Modellierungsform von Geschäftsprozessen ausgewählt. Ein wesentliches Merkmal dieser Darstellungsart ist die Gliederung der Elemente eines Geschäftsprozesses in Sichten.

SCHEER¹⁵⁵ definiert im Wesentlichen vier Sichten für die Systematik der ARIS¹⁵⁶ Geschäftsprozessmodellierung:

- Funktionssicht
- Organisationssicht
- Datensicht
- Leistungssicht

Die Verknüpfung der Sichten wird als Steuersicht bezeichnet und steht für die Visualisierung der Beziehungen der vier anderen Sichten.

Wissenssicht

Die Wissenssicht wird für die Anforderungen zur Wissensprozessmodellierung als weiteres Element in diese Systematik integriert. Die Wissenssicht behandelt die Ressource „Wissen“ und soll Verknüpfungen zu Wissensaktivitäten bzw. -funktionen und zu Wissensträgern zeigen. Diese Form der Geschäftsprozessmodellierung ist trotz Bezug auf das Wissenssystem durch die Wissenssicht für die Gestaltung von wissensbasierten EDM-Workflows nur bedingt anwendbar. Für die Prozessdokumentation auf Ebene der Fachprozesse und als Analysewerkzeug schaffen sie jedoch die dafür notwendige Grundlage.

5.2.4.2 Vorgehensweise der wissensorientierten Geschäftsprozessmodellierung

Um das Modell der verknüpften Geschäftsprozessssichten auch effizient anwenden zu können ist es aber auch notwendig eine Systematik in der Vorgehensweise zu beschreiben. Diese kann mit folgenden Schritten beschrieben werden:

1. *Übernahme der Strategievorgaben und Ziele der Organisationsführung:* Was soll mit einer wissensorientierten Geschäftsprozessmodellierung erreicht werden? Welcher wissensintensive Geschäftsprozess soll wissensorientiert modelliert werden?
2. *Prozessanalyse:* Wie läuft der Geschäftsprozess ab? Wie sieht die Grobmodellierung dieses Geschäftsprozesses aus? Was sind die Schwachstellen in diesem Prozess?
3. *Wissensanalyse:* Welche Information bzw. welches Wissen benötigt der Geschäftsprozess? Welche Informations- bzw. Wissensträger sind damit verbunden?
4. *Identifizierung von Wissensaktivitäten:* Welche Wissensaktivität wird in Bezug auf die Information, das Wissen durchgeführt?
5. *Modellierung des wissensorientierten Geschäftsprozessmodells:* Wie sollen Geschäfts- und Wissensprozesse miteinander verknüpft werden?

Die Ergebnisse dieser Geschäftsprozessmodellierung bilden die Basis und Auslöser für Datenmanagementprozesse und sind somit ein wesentlicher Bestandteil für die Gestaltung und für die operativen Datenmanagementaktivitäten im Ansatz des wissensorientierten Engineering Data Management.

¹⁵⁵ Vgl. SCHEER [1998], S. 21ff

¹⁵⁶ ARIS steht für „Architektur integrierter Informationssysteme“

5.2.4.3 Elemente und Architektur der wissensorientierten Geschäftsprozessmodellierung

Durch Anwendung der vorgestellten Vorgehensweise werden zunächst die Elemente der Modellierung des Geschäftsprozesses sukzessive konkretisiert. Diese bestehen aus Ereignis, Tätigkeit, Rollen, Operatoren und Informationsobjekten (siehe Abbildung 5-9). Letztere stellen den datentechnischen Input oder Output eines Prozesses dar.¹⁵⁷

Die genannten Elemente allein liefern jedoch noch keine Auskunft über die Quelle oder den Träger von Informations- oder Wissensobjekten. Auch durchgeführte Wissensaktivitäten und die an Personen gebundenen Wissensobjekte bleiben unberücksichtigt. Ein Wissensobjekt entspricht einer thematischen Teilmenge des Wissens für einen speziellen Anwendungsfall. Hierfür ist es notwendig, neue Elemente für die Modellierung der bis dato noch nicht berücksichtigten Wissenssicht einzuführen. Zu diesen zählen Wissensaktivität, Wissensobjekt, Wissensträger und Datenträger.

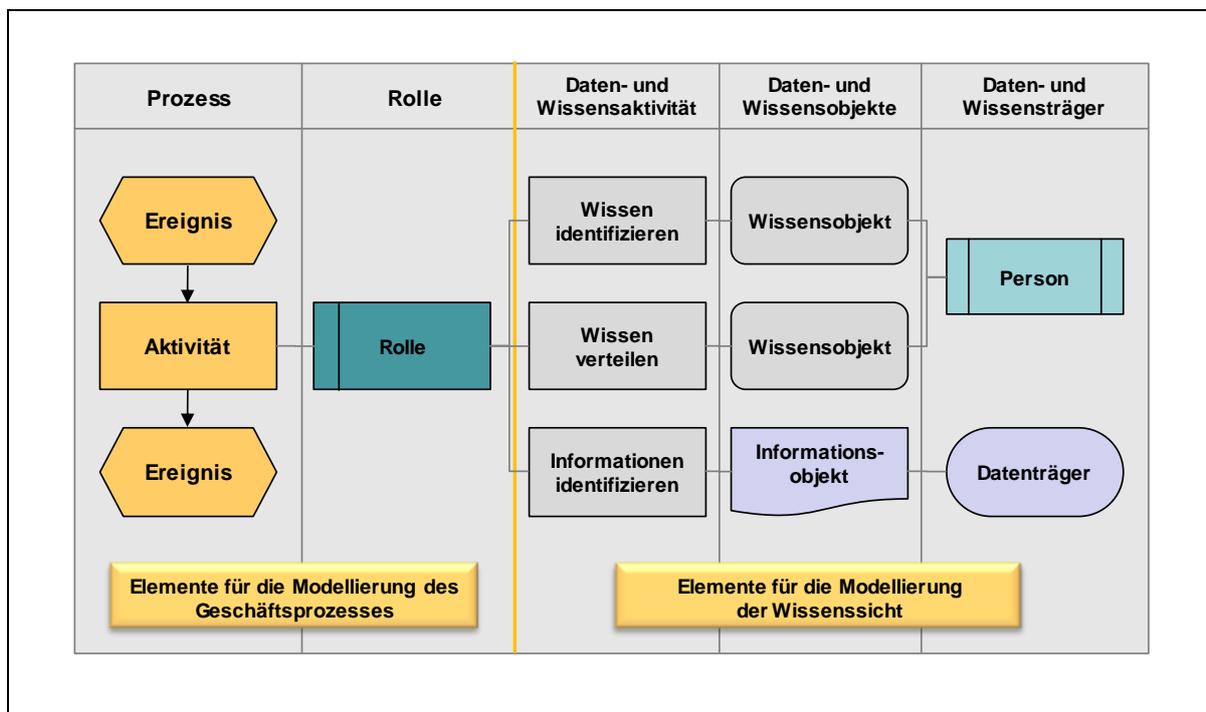


Abbildung 5-9: Architektur und Elemente zur Modellierung von Geschäftsprozessen mit Wissenssicht

In Abbildung 5-9 ist die ablauforientierte Modellierung eines Geschäftsprozesses schematisch dargestellt. Über die Rolle, welche eine Person in der Organisation einnimmt, wird die Schnittstelle zu Wissensaktivitäten und damit zur Modellierung der Wissenssicht gelegt. Die Wissensaktivitäten beziehen sich auf ein Informations- oder Wissensobjekt. Dieses kann z.B. identifiziert, gespeichert, verteilt oder angewendet werden. Entsprechend der Unterscheidung von Wissen und Information referenzieren Informationsobjekte auf Informationsträger, wogegen Wissensobjekte mit Personen verknüpft sind.¹⁵⁸

Der Mehrwert der wissensorientierten Geschäftsprozessmodellierung zeigt sich anhand dieser Architektur in der Darstellung der implizit ablaufenden Wissensaktivitäten und aller dafür erforderlichen Elemente.

¹⁵⁷ Vgl. WMF [2007], S. 108f

¹⁵⁸ Vgl. WMF [2007], S. 110

5.2.6 B-KIDE-Ansatz

STROHMAIER¹⁶⁰ stellt in seiner Arbeit „B-KIDE“¹⁶¹ einen starken Bezug zu Geschäftsprozessen her. In seiner Analyse fügt er der Modellierung von Geschäftsprozessen die Modellierung von Wissensprozessen hinzu. Deren Erhebung erfolgt mit geschäftsprozessorientierten Interviewformularen. Dabei wird eine Zuordnung von Wissensdomänen zu Geschäftsprozessen vorgenommen, welche in weiterer Folge eine Verbindung von Informations- und Wissensobjekten zu dem jeweiligen Geschäftsprozess herstellt. Zusätzlich definiert STROHMAIER vier Wissensaktivitäten, die den Umgang mit Informations- und Wissensobjekten beschreiben.

Diese sind folgende:

- Generation
- Transfer
- Application
- Storage

Somit ergibt sich bei der Durchführung aller vier Wissensaktivitäten ein geschlossener Wissensprozess. In Abbildung 5-11 wird schematisch dargestellt, wie für drei Geschäftsprozesse in jedem Geschäftsprozessschritt analysiert wird, welche Wissensaktivität stattfindet und zu welcher Wissensdomäne sich diese zuordnen lässt.

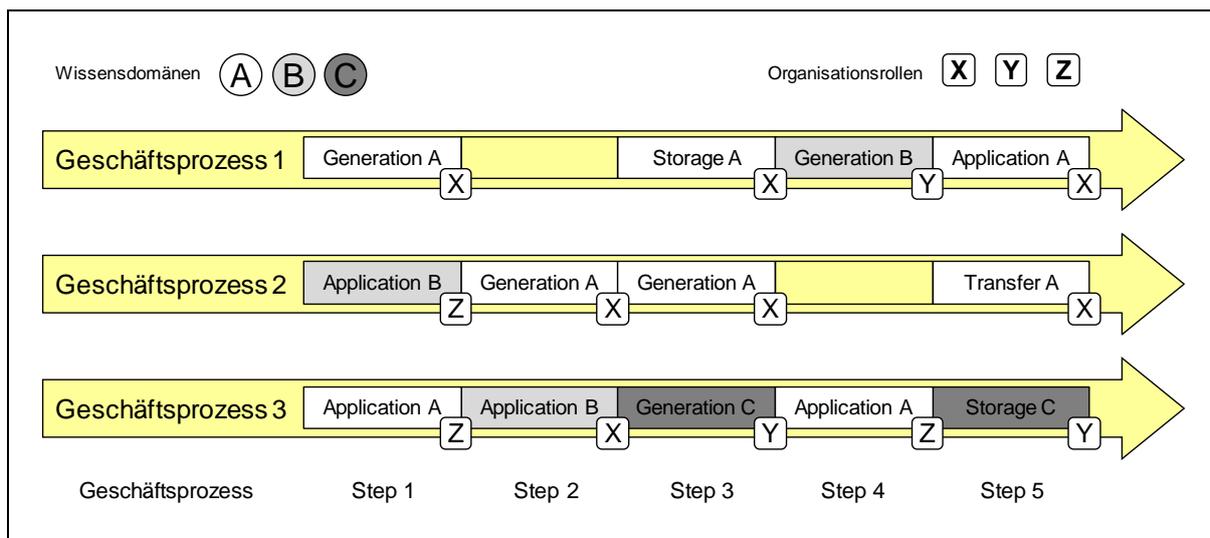


Abbildung 5-11: Modellierung der Wissensarbeit in Geschäftsprozessen¹⁶²

Durch eine Transformation der Sichtweise durch das B-KIDE Datenmodell kann der Fokus von der prozessorientierten Analyse auf den eigentlich ablaufenden Wissensprozess gelegt werden.

¹⁶⁰ Vgl. STROHMAIER [2005]

¹⁶¹ B-KIDE steht für „Business process oriented Knowledge Infrastructure Development“

¹⁶² Vgl. STROHMAIER [2005], S. 71

Das Resultat der B-KIDE Analyse ist eine Visualisierung, die darstellt, welcher Geschäftsprozessschritt welche Wissensdomäne behandelt und welche Wissensaktivität dabei erfolgt. Zusätzlich kann noch die Zuordnung von Organisationsrollen zu den Wissensaktivitäten vorgenommen werden (siehe Abbildung 5-12).

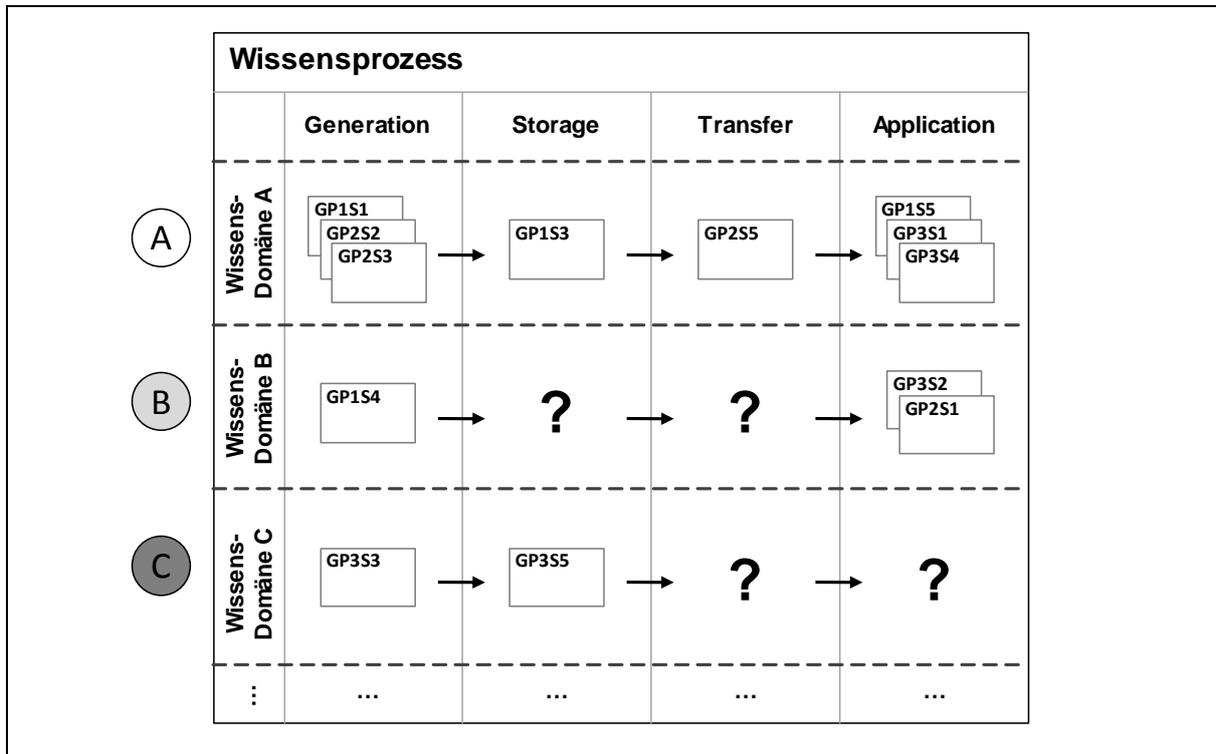


Abbildung 5-12: Visualisierung der Wissensprozesse nach Wissensdomänen

Der Mehrwert liegt nun darin, dass durch diese Methode unterstützt durch das Werkzeug zur Vernetzung von Wissensprozess und Wertschöpfungsprozess auch Lücken, welche hier durch „?“ zu erkennen sind, in der Durchgängigkeit von Wissensprozessen aufgezeigt werden können. Es gelingt damit, aus einer prozessorientierten Analyse von Wissensaktivitäten zweier in Beziehung bestehender Geschäftsprozesse Rückschlüsse auf mehr oder weniger realistisch ablaufende Wissensprozesse zu machen.¹⁶³

Diese Erkenntnis ist für die Analyse zur operativen Gestaltung von wissensorientierten Engineering Data Management von großer Bedeutung. Daraus ergeben sich nun grundlegende Forderungen zur effizienten Gestaltung von Wissensprozessen zwischen Wertschöpfungsprozessen.

¹⁶³ Vgl. STROHMAIER u. a. [2004]

5.3 Wissensorientiertes Engineering Data Management

Im Ansatz „Wissensorientiertes Engineering Data Management“ (woEDM) versucht man zunächst über das prozessorientierte Wissensmanagement wissensintensive Aktivitäten der Wertschöpfungsprozesse zu ermitteln. Diese Aktivitäten werden dann im Sinne des wissensorientierten Prozessmanagements durch die Festlegung von Wissensprozessen zueinander in Beziehung gebracht. Daraus ergibt sich für die Beziehung zwischen zwei Prozessen gleichzeitig eine Prozessorientierung des Wissensmanagements.

Bei der Wissensorientierung im Engineering Data Management geht es im Wesentlichen um folgende Aspekte.

- Wie gelingt es die dem Produktwissen zu Grunde liegende Datenbasis zu erfassen, zu klassifizieren und wieder zugänglich zu machen?
- Welcher Wissensbedarf kann durch systematisches EDM angeboten werden?
- Wie kann das EDM Wissensprozesse durch Datenmanagement und Workflows unterstützen?
- Wie können unterschiedliche Wissensbedarfe zwischen Wissensträger und Aufgabenträger über EDM transferiert werden?

Mit Antworten auf diese Zielsetzungen soll der Faktor Wissen eine Qualitäts- und Effizienzsteigerung im Engineering Data Management bringen. Ziel ist es aber auch, die aus dem Wissensmanagement gewonnenen Erkenntnisse in den Wertschöpfungsprozess zu integrieren, aus den Prozessen Wissen zu generieren und dieses wiederum einzusetzen. So soll ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) realisiert werden, der in möglichst allen Bereichen eines Betriebes stattfinden soll und durch EDM unterstützt wird.

Wichtige Bestandteile von Wissensmanagement können sogar unmittelbar mit dem Einsatz von EDMS und integriertem CAD verwirklicht werden. Die Wiederverwendung von Teilen und ganzen Produkten, ja sogar die erneute Verwendung bereits erfolgreich durchgeführter Produktstrukturen sind ja die wichtigsten Ziele dieser Technik. Genau in diesen Projekten und Produkten steckt das Know-how der Beteiligten. Wenn man es nicht nach Gebrauch wegwirft oder vergisst, sondern stattdessen sinnvoll verwaltet und so organisiert, dass bei vergleichbaren Projekten darauf wieder zugegriffen werden kann, dann ist das im besten Sinne Wissensmanagement. EDM alleine macht noch kein Wissensmanagement aus. Wenn die Frage der Parametrisierbarkeit und die Anwendung von Wissensmanagement in einem Unternehmen vielleicht noch keine Rolle spielt, ist damit noch keine Aussage über die Notwendigkeit und den möglichen Nutzen von EDM getroffen.

5.3.1 Der Wissensprozess als Bindeglied zwischen Geschäftsprozess und dem Supportprozess EDM

Einer der Schlüsselfaktoren für ein erfolgreiches Wissensmanagement in Organisationen ist die Integration von Aktivitäten des Wissensmanagements in die Geschäftsprozesse, da oftmals das Wissen als besonders wertvoll eingeschätzt wird, das die Effektivität und die Effizienz der Organisation in ihren Kengeschäftsprozessen erhöht. Neben den Geschäftsprozessen, die als primärer Ansatzpunkt für die Entwicklung des Wissensmanagements angesehen werden, sind weitere Prozesstypen zu berücksichtigen, insbesondere die Prozesse der kontinuierlichen Pflege der Wissensbasis, die Wissensmanagementprozesse und die übergreifenden Wissens (transfer-) prozesse.¹⁶⁴

¹⁶⁴ Vgl. HOFFMANN u. a. [2001], S. 59-63

EDM unterstützt Prozesse der kontinuierlichen Pflege, welche z.B. redaktionelle Tätigkeiten oder die Leistungen interner Dienstbringer, durch die Materialien für die Geschäftsprozesse organisiert werden, zum Beispiel die Vorbereitung von Strukturen für die Sammlung von Informationen oder Dokumenten, die Zusammenstellung und Aufbereitung von Dokumenten, Überprüfung und Korrektur oder die Aktualisierung von Informationsbeständen beinhalten.

Als Metaprozesse des Wissensmanagements oder Wissensmanagementprozesse fasst man Wissensmanagementprojekte oder Aktivitäten auf, durch die Ressourcen für die Wissensarbeit entwickelt werden, z.B. den Entwurf und die Implementierung von Wissensmanagementanwendungen, die Schulung qualifizierter Wissensarbeiter oder die Absprache organisatorischer Regeln und Verantwortlichkeiten für den Betrieb. Wissensprozesse schließlich leisten den Transfer und die Entwicklung von Wissen über Geschäftsfälle und Geschäftsprozesse hinweg, sie koordinieren dabei Geschäftsprozessbearbeitung und kontinuierliche Pflegetätigkeiten.

EDM entspricht somit einem kontinuierlichen Supportprozess der die Geschäftsprozesse mit den notwendigen Produkt- und Prozessdaten versorgt.

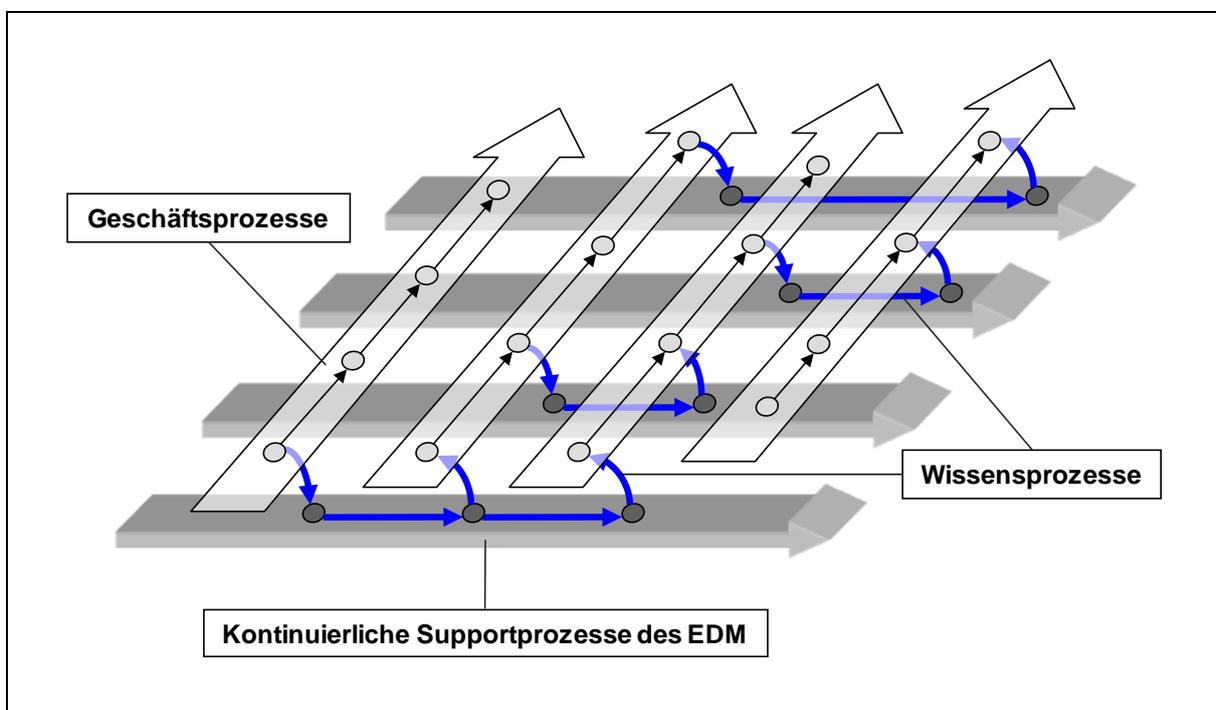


Abbildung 5-13: Wissensprozess als Bindeglied zwischen Geschäftsprozess und den kontinuierlichen Supportprozessen des EDM

Ohne den Rückgriff auf sekundäre Unterstützungs- und Transferprozesse ist Wissensmanagement in den primären Prozessen, den Geschäftsprozessen, nicht denkbar. Daher besteht der zweite Schlüsselfaktor beim prozessorientierten Wissensmanagement darin, die verschiedenen Prozesstypen aufeinander abzustimmen und miteinander zu vernetzen.

Wie in Abbildung 5-13 dargestellt, bildet der Wissensprozess das Bindeglied zwischen Geschäftsprozess dem kontinuierlichen Supportprozess EDM.

Wissensintensive Prozesse zeichnen sich durch flexible, nicht planbare Wissensbedarfe aus. Sie erzeugen darüber hinaus unterschiedliche, zum Modellierungszeitpunkt nur teilweise vorherzusehende Ergebnisse und sind durch einen starken Wissenstransfer zwischen den beteiligten Personen und unterschiedlichen Geschäftsfällen charakterisiert.

5.3.2 Anforderungen an die informationstechnische Unterstützung prozessorientierten Wissensmanagements im EDM

Technische Subsysteme begründen ihren Einsatz im Wissensmanagement im weitesten Sinne durch den Zweck, Abläufe zu vereinfachen. Im Bereich Wissensmanagement bezieht sich diese Vereinfachung in erster Linie auf eine Optimierung der Prozesse Information, Dokumentation und Datentransfer, wobei der Dokumentationsprozess als Basis für die nachfolgenden Prozesse gesehen werden kann. Dokumentation muss vor allem empfängerorientiert erfolgen, wobei unter Empfängerorientierung eine Dokumentation unter Berücksichtigung des Kontextwissens der Empfänger, welches für eine erfolgreiche Interpretation von Daten notwendig ist, verstanden wird. EDM hat die Aufgabe den Dokumentationsprozess durch entsprechende Methoden und Applikation zu unterstützen.

Eine weitere Unterstützungsfunktion, die den technischen Subsystemen zuordenbar ist, ist die Verwaltung und das Management von Daten. Unter Verwaltung von Daten kann unter anderem die Speicherung, Archivierung/Sicherung, Strukturierung und Klassifizierung sowie die Verteilung und Bereitstellung verstanden werden. Im Bereich des Informationsprozesses können technische Subsysteme beispielsweise Unterstützung bei der Suche nach Daten (Search Engines), Übersetzung von Daten (Translation Engines) und Verknüpfung von Daten leisten.

Einer der zentralen Gestaltungsparameter im Wissensmanagement ist die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine. Dieser, oft als „User Interface“ bezeichnete Bereich, beeinflusst schlussendlich die Art und Weise, wie Informationsprozesse ausgelöst werden können. In wie weit diese Schnittstelle den Anforderungen der Anwender entspricht, wird in der Praxis über den Faktor Bedienerfreundlichkeit definiert. Eine der häufigsten Fehlentwicklungen dieser Schnittstellengestaltung ist eine Vernachlässigung der Anforderungen der User.

Der Prozess Datentransfer verbindet einzelne Systemelemente des technischen Subsystems miteinander. Auch dieser Prozess kann durch Inkompatibilitäten einzelner Elemente be- oder verhindert werden. Technische Barrieren wie Systembrüche, mangelnde Netzwerke und unterschiedlichste System- und Applikationsprodukte können den theoretisch betrachteten Wissenstransferprozess in der Praxis sehr stark behindern.

5.3.2.1 Modellierungsansatz für das technische Subsystem

Um die Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine bzw. der Handlungsebene von Geschäftsprozessen und dem EDM Systemen auch in der Praxis entsprechend gestalten zu können gilt es zunächst die grundsätzlichen Modellierungsansätze von betrieblichen Informationssystemen (IS) zu beschreiben. Dazu gibt es folgende Ansätze:

- Die *Funktionale Zerlegung* beruht auf der mehrstufigen Zerlegung der Funktionen eines IS in Teilfunktionen bei gleichzeitiger Festlegung von Schnittstellen.
- Der *Datenflussansatz* versucht ein IS als Menge von Datenflüssen zu definieren, die durch Aktivitäten transformiert werden. Zur zeitlichen Pufferung von Datenflüssen stehen Datenspeicher zur Verfügung.
- Die *Datenmodellierung* konzentriert sich auf die Beschreibung der Struktur der Datenbasis des IS. Komponenten dieser Struktur sind Datenobjekttypen mit zugeordneten Attributen. Die einzelnen Datenobjekttypen sind durch Beziehungen verbunden.
- Der *geschäftsprozessorientierte Ansatz* markiert den Übergang von einer primär statischen und strukturierten Sicht des IS zu einer dynamischen und verhaltensorientierten Sicht.

Zur Charakterisierung des Modellierungsumfangs der jeweiligen Modellierungsansätze wird zwischen statischen Sichten auf die Funktion eines IS (Funktionssicht), auf die Datenstrukturen (Datensicht) und die Kommunikationskanäle (Interaktionssicht) sowie der dynamischen Sicht auf Vorgänge (Vorgangssicht) unterschieden. Als Funktion wird eine Aufgabe verstanden, welche computerunterstützt durchgeführt wird.

Definition der Aufgabenstruktur

Der Begriff Aufgabe als Bindeglied zwischen Prozess und System wird als Zielsetzung für zweckbezogenes menschliches Handeln definiert.

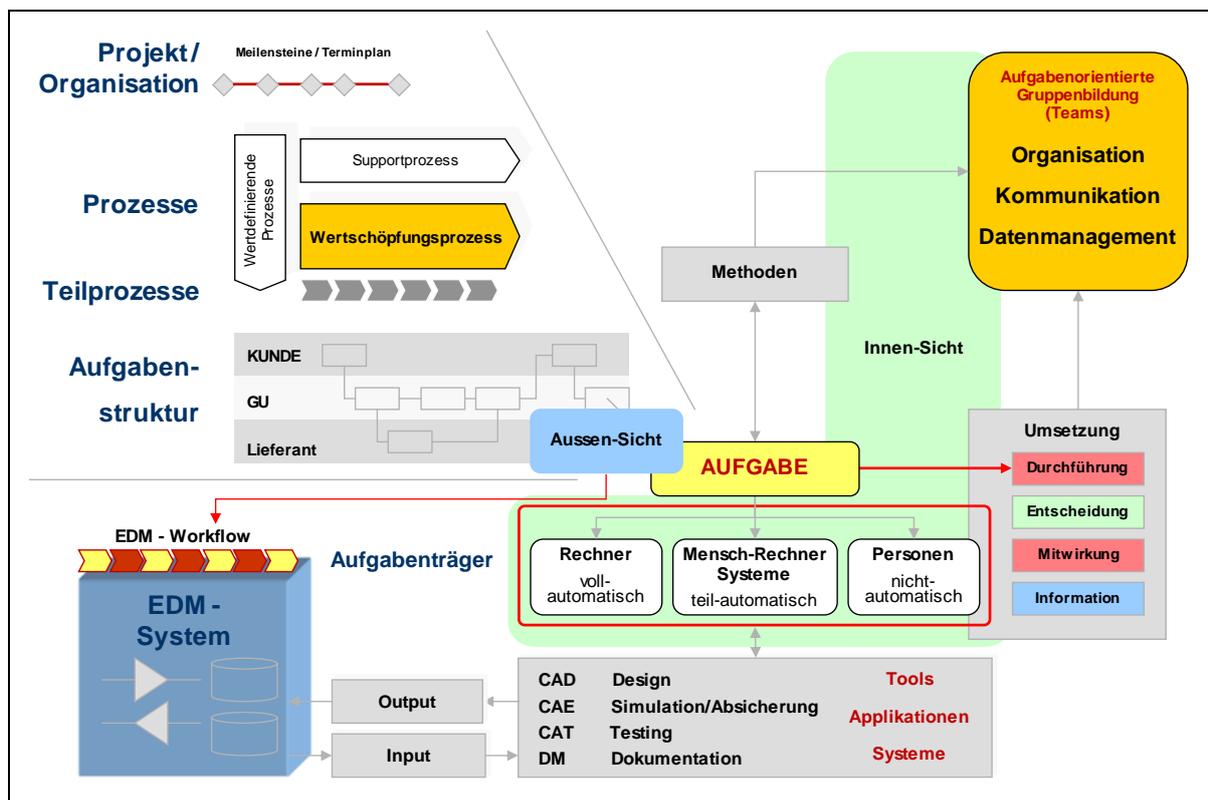


Abbildung 5-14: Aufgabenstruktur als Bindeglied zwischen Prozess und System im EDM

Abbildung 5-14 zeigt die Aufgabenstruktur als Bindeglied zwischen Prozess und System im EDM-Umfeld. Um mögliche Freiheitsgrade in den Phasen Spezifikation und Durchführung einer Aufgabe auszuleuchten, werden die Begriffe Außen- Innensicht einer Aufgabe, Aufgabenträger und Vorgang mit folgender Bedeutung verwendet:

- Die Aussensicht einer Aufgabe definiert: „Was soll wann erreicht werden“
- Die Innensicht einer Aufgabe definiert das Lösungsverfahren (den Verrichtungsvorgang) der Aufgabe und nimmt dabei Bezug auf den Aufgabenträgertyp. (personelle oder maschinelle Aufgabenträger) – *Wie soll die Aufgabe durchgeführt, d.h. das Aufgabenziel erreicht werden?*
- Der Aufgabenträger führt eine Aufgabe eigenständig durch. „Wer kann das Lösungsverfahren womit durchführen“
 - Personen (nicht-automatisierte Aufgaben)
 - Rechner (vollautomatisierte Aufgaben)
 - Mensch-Rechner Systeme (teilautomatisierte Aufgaben).

Die „Aussen-Sicht“ der definiert und steuert im Wesentlichen den EDM-Workflow, die „Innen-Sicht“ beeinflusst die systemtechnische Anwendung des EDM.

5.3.2.2 Die Datenbasis des woEDM

Die Datenbasis wird einerseits durch Teile von Ressourcen des technischen Subsystems gebildet, die in der Lage sind Daten zu verarbeiten. Andererseits zählen alle Dokumente und Metadaten zur Datenebene einer Organisation und zwar unabhängig davon, ob diese handschriftlich oder elektronisch angefertigt wurden. Durch die Generierung und Aufzeichnung von Daten wird das "organisatorische Gedächtnis" unterstützt. Dies drückt sich vor allem in der Dokumentation von unternehmensrelevanten Daten aus, die es anderen Wissensträgern ermöglicht zeitlich entkoppelt im Informationsprozess wieder Wissen aufzubauen. Die große Vielzahl an verfügbaren In der Produktentwicklung der Automobilindustrie hat man es mit einer außergewöhnlichen Vielfalt von Daten zu tun. Beispielhaft sollen hier die wesentlichen Datenausprägungen aufgezählt werden:

- Dokumente (Messberichte, Lastenhefte, Standards, Protokolle, Normen, Prüfvorschriften, Produktbeschreibungen, Änderungsdokumente, ...)
- Metadaten (Berechnungsdaten, Masse, Schwerpunkt, technische Daten, ...)
- Geometrien (Modelle, Strukturen, Zeichnungen, Stylingflächen, Hüllflächen,...)
- Prozessdaten (Design, Simulation, Planung, Fertigung, Produktion, ...)
- Strukturdaten (Konfigurationen, Sichten, ...)
- Projekt- und Prozessmanagementdaten (Meilensteine, Terminplan, Kosten,...)

5.3.2.3 Anforderungen an die Datenspeicherung

Bei der organisatorischen Datenbasis ist zu beachten, dass Datenspeicher im Gegensatz zu Wissensträgern statische Speicherobjekte sind. Daher müssen Datenspeicher ständig aktualisiert werden, um damit den Mitarbeitern einen attraktiven Support für die Aufgabendurchführung bereitzustellen. Nur wenn das Vertrauen der Anwender in die Datenqualität und Datenaktualität gegeben und gleichzeitig ein einfacher Zugriff auf das System gewährleistet ist, wird das System auch genutzt und gepflegt, was wiederum der Datenqualität zugutekommt.

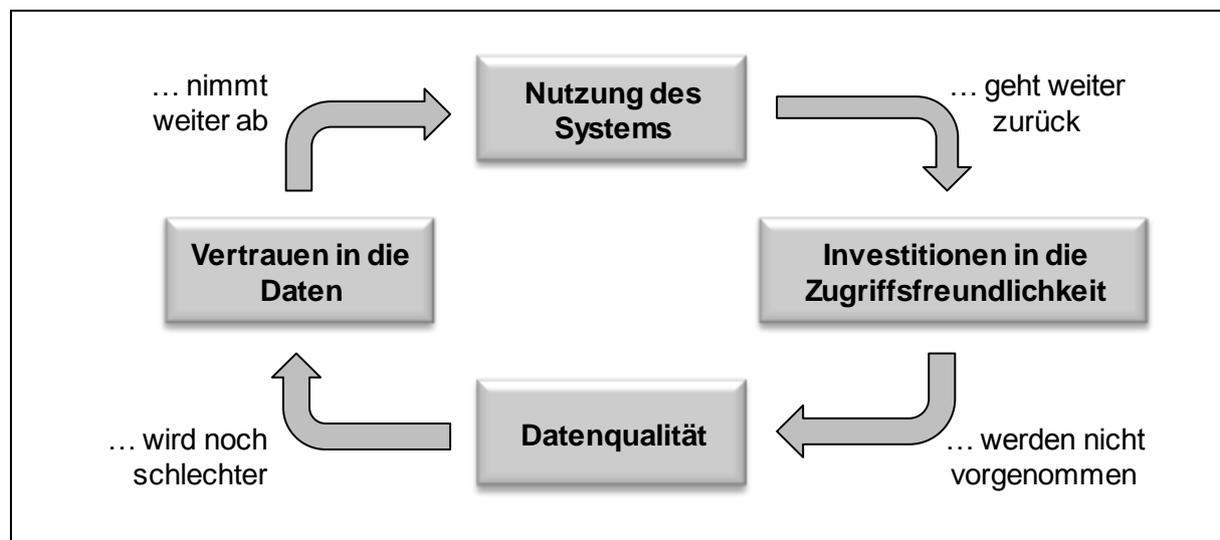


Abbildung 5-15: Todesspirale eines elektronischen Datenspeichers ¹⁶⁵

Ist die nötige Aktualität nicht im ausreichenden Maße garantiert, so schwindet mit dem Vertrauen der Anwender auch die Bereitschaft, den erforderlichen Aufwand in die Pflege des Systems zu investieren. Die Datenqualität verschlechtert sich weiter, das Vertrauen schwindet fortlaufend und das System stirbt (siehe Abbildung 5-15).

¹⁶⁵ Vgl. PROBST u. a. [2006], S. 310

5.3.3 EDM-Workflow Unterstützung wissensintensiver Prozesse

Gegenwärtig auf dem Markt verfügbare Engineering Data Management Systeme (EDMS) sind zur Unterstützung wissensintensiver Prozesse nur unzureichend geeignet. Daher ist es notwendig, zur Repräsentation prozessorientierten Wissens so genannte Kontexte in das Workflow-Modul einer EDMS zu integrieren. Mit Hilfe von Kontexten soll dem Workflow-Bearbeiter die Möglichkeit gegeben werden, integriert in die Workflow-Bearbeitung auf prozessbezogenes Wissen zuzugreifen, das nicht im Prozessmodell enthalten ist. Hierzu zählen z.B. Vorgaben, Erfahrungen bei der Prozessbearbeitung, Gründe für Entscheidungen, Wissen über Kunden oder Wettbewerber oder Informationen über Fristen. Ein Kontext enthält eine Menge von Kontextdokumenten, die prozessbezogenes Wissen repräsentieren und ist an ein konkretes Workflow-Objekt der Prozessstruktur (Prozess, Aktivität, Anwendung, Dokumentenvorlage und Geschäftsfall) oder der Organisationsstruktur (Organisationseinheit, Rolle, Bearbeiter) gebunden. Durch diese Zuordnung eines Kontextes zu einem Workflow-Objekt, wird festgelegt, wann ein Kontextdokument für einen Bearbeitungsvorgang relevant ist. Die Bearbeiter können somit durch diese unterschiedlichen Typen von Kontexten im Rahmen der Workflow-Durchführung zusätzliches Wissen auffinden, angeboten bekommen oder explizieren, das z.B. zur Bearbeitung einer bestimmten Aktivität oder nur in einem konkreten Geschäftsfall relevant ist oder einer bestimmten Rolle entspricht.

Assistenz oder aktive Steuerung bei der Prozessführung

Die Art der Unterstützung bei der Prozessdurchführung ist abhängig vom Strukturierungsgrad des Prozesses. Bei stark strukturierten Prozessen (z.B. Konstruktions-Änderungsanträge) ist eine aktive Unterstützung durch das EDMS gemäß dem Workflow-Management-Ansatz in Kapitel 3.4.4.2 angebracht. Dagegen erfordern schwach strukturierte Prozesse eher eine Assistenz durch Dokumenten-Management-Funktionalitäten ohne aktive Steuerung des Prozesses.

Wie in WFMS üblich werden Aktivitäten auf Grundlage eines Workflow-Modells koordiniert und Routinetätigkeiten bei ihrer Ausführung automatisiert. Im Unterschied dazu zeigen wissensbasierte WFMS lediglich mögliche Abfolgen von Aktivitäten auf und vereinfachen den Zugang zu im System verteilten Informationen und Werkzeugen. Je nach Art der unterstützten Prozesse sind für die Prozessführung unterschiedliche Funktionen erforderlich. Die Einhaltung von Abhängigkeiten etwa bei der Reihenfolge von Aktivitäten oder bei der Zuordnung von Aktivitäten zu Benutzerinnen und Benutzern kann durch Rückgriff Workflow-Modelle gewährleistet werden.

Prozess- bzw. Aktivitätsbezogenes Informationsangebot

Das System muss dem Bearbeiter bei der Durchführung eines Prozesses kontextabhängige Unterstützung bieten, d.h. genau die Informationen auf einfache Weise zur Verfügung stellen, die zur Bearbeitung eines jeweiligen Prozesses, Teilprozesses oder eines Aufgabenschrittes passen.

Bei WFM-basierten Ansätzen erfolgt die Steuerung der Prozessbearbeitung über das System. Im übertragenen Sinn kann daher davon gesprochen werden, dass das System "weiß", was der Bearbeiter gerade tut bzw. an welcher Aktivität er in welchem Geschäftsfall gerade arbeitet. Vorausgesetzt die Informationsobjekte werden in Bezug auf das Workflow- und Instanzenmodell klassifiziert, ist das System in der Lage, ohne weitere Eingriffe des Bearbeiters Informationen prozess- und aktivitätsbezogen auszuwählen und strukturiert anzubieten. Reine Dokumenten-Management-Systeme verfügen nicht über eine Abbildung der Bearbeitungssituation. Dementsprechend muss der Bearbeiter seinen Informationsbedarf zuerst artikulieren, bevor ihm relevante Daten bereitgestellt werden können.

Unterstützung prozessorientierter Explizierung und Klassifikation

Neben der kontextabhängigen Informationsbereitstellung sollte ein System auch die Explizierung von Wissen, das sich auf die Bearbeitung von Prozessen bezieht, unterstützen. Der Aufwand für die Explizierung sollte so gering sein, dass diese Wissensarbeit prozessbegleitend durchführbar ist und somit Barrieren für die Mitwirkung am Wissensaufbau vermindert werden. Je mehr Dimensionen bei der Klassifikation von Informationsobjekten einbezogen werden, desto differenzierter können diese in Nutzungssituationen bereitgestellt werden. Die Kehrseite differenzierter Informationsfilterung ist aber der Aufwand für deren multidimensionale Klassifikation. Bei Workflow-basierten Ansätzen können Beiträge automatisch den aktuellen Kontexten zugeordnet werden, wenn die Bearbeiter die Informationen entsprechend der aktuellen Bearbeitungssituation explizieren. Jedoch treten auch hier Probleme auf, wenn die Relevanz einer Information nicht durch eine eindeutige Zuordnung erfasst werden kann, z.B. wenn eine Informationen für mehrere Prozessaktivitäten relevant ist und die Menge dieser Aktivitäten nicht durch die anderen verfügbaren Merkmale (z.B. gleicher Kunde oder gleiches Geschäftsobjekt) charakterisiert werden kann.

Unterstützung der Explizierung von Prozessen bzw. deren Modifizierung

Zur Unterstützung prozessorientierten Wissensmanagements gehört, dass die Teile der Aufgabenbearbeitung, die sich häufiger wiederholen, als Prozesse dargestellt und im Wissensmanagementsystem dokumentiert werden können.¹⁶⁶ Bei der Aufgabenausführung sollte es dann immer möglich sein zu prüfen, ob die Prozessdokumentation sowohl stimmig als auch vollständig ist und sie ggf. zu ergänzen oder zu korrigieren.

Integration von Unternehmensprozessen

Für den erfolgreichen Betrieb eines wissensorientierten EDMS sind unterschiedliche Informationsobjekte zu vernetzen, die in verschiedenen Prozessen erzeugt oder verwendet werden. Zur Unterstützung stark strukturierter Prozesse kann einerseits eine Anbindung an WFMS sinnvoll sein. Um aber andererseits auch andere Typen von Prozessen integrieren zu können, muss das System unabhängig von der Bearbeitung von Workflows zugreifbar sein und flexible Mechanismen zur Koordination beinhalten.

Integration von Medien

Je nach ihren Eigenschaften erfordern verschiedene Prozesse unterschiedliche Funktionen und Mechanismen zur Kooperation, Kommunikation und Koordination. Ein prozessorientiertes Portal zum Unternehmenswissen sollte daher unterschiedliche Informations- und Kommunikationsmedien, wie Intranet, E-Mail, Diskussionsforen und Dokumentenablage integrieren und entsprechende Möglichkeiten zur Navigation und Suche bereitstellen bzw. unterstützen.

Integration von Informationsobjekten

Mit der Integration von verschiedenen Prozesstypen erfolgt auch die Integration verschiedener Informationsobjekte oder Wissensdomänen. Je mehr relevante Informationen durch das System abgedeckt werden, desto höher ist der Nutzen des Systems in den Geschäftsprozessen. Prozessorientiertes Wissen sollte demnach nicht in einem separaten System verwaltet werden, sondern sich möglichst nahtlos in ein unternehmensweit genutztes WMS einfügen.

Es gilt nun die bisherigen Überlegungen konkreter auf das woEDM anzuwenden und dazu ist es notwendig, einen erweiterten Bezugsrahmen zu definieren.

¹⁶⁶ Vgl. HERRMANN u. a. [2001], S. 143-154

5.3.4 Bezugsrahmen für wissensorientiertes Engineering Data Management

In diesem Abschnitt wird nun der grundlegende Rahmen für die Betrachtung eines wissensorientierten Engineering Data Management in Anlehnung an den Bezugsrahmen für Wissenslogistik nach HARTLIEB¹⁶⁷ beschrieben. Als Basis für die Entwicklung eines solchen Bezugsrahmens können

- die Dimensionen des Managements nach Bleicher,
- die Ebenen-Betrachtung für Wissenssysteme und
- die Definition für Engineering Data Management

herangezogen werden.

In Abbildung 5-16: Dimensionen und Ebenen des wissensorientierten EDM - ist die Grundstruktur dieses Bezugsrahmens dargestellt. Darin werden drei Dimensionen unterschieden. Der äußere Ring umschließt die operative Dimension und der innere Ring bildet die strategische Dimension woEDM. Im Zentrum der Überlegungen ist die normative Dimension.

Des Weiteren werden die Dimensionen des EDM auf den unterschiedlichen Ebenen des Wissenssystems betrachtet, nämlich der

- Handlungs-Ebene,
- Wissens-Ebene und
- Daten-Ebene.

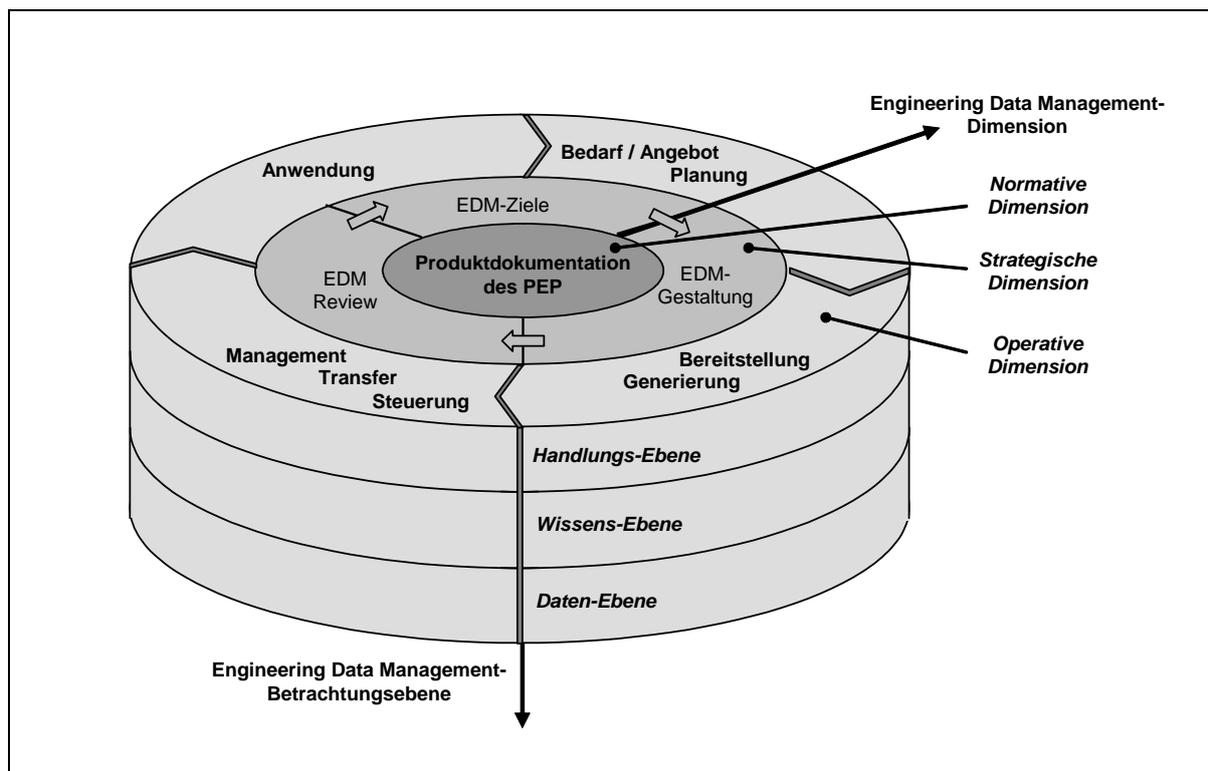


Abbildung 5-16: Dimensionen und Ebenen des wissensorientierten EDM

Unter Einbindung der Definition für das EDM können in den einzelnen Dimensionen die erforderlichen EDM-Prozesse festgelegt werden. Somit kann ein ganzheitlicher Bezugsrahmen für ein wissensorientiertes EDM wie in Abbildung 5-16 konzipiert werden.

¹⁶⁷ Vgl. HARTLIEB [2000], S. 107

Zunächst soll ein Überblick über die Prozesse der einzelnen Dimensionen des wissensorientierten EDM gegeben werden.

In der operativen Dimension des EDM geht es vor allem um die Verantwortung der unteren Führungskräfte hinsichtlich der effizienten Umsetzung der operativen Prozesse des EDM im Alltag der Produktentwicklung. Die operative Dimension ist festgelegt durch die Spezifizierung des Bedarfs, die Ermittlung des Angebots, die Durchführung des Transfers und die Anwendung.

In Hinblick auf den zu entwickelnden Ansatz des woEDM geht es in der strategischen Dimension um die effektive und effiziente Nutzung vorhandener Wissenspotentiale einer Unternehmung mit Unterstützung des EDM. Durch die Prozesse in der strategischen Dimension wird ein klassischer Managementprozess beschrieben.

Bei der Gestaltung der normativen Dimension des woEDM geht es insbesondere um die Schaffung eines unternehmerischen Selbstverständnisses zur Sicherstellung einer qualitativ hochwertigen Produkt- und Prozessdokumentation, die innerbetrieblich einen offenen Datenaustausch und damit Wissensaustausch fördert.

Das effiziente Produktdatenmanagement im Sinne der Produktdokumentation als Support des Produktentwicklungsprozesses steht somit im Zentrum der Überlegungen hinsichtlich der Analyse und Gestaltung woEDM im betrachteten Wissenssystem. Die normative Dimension wird stark durch Verhaltensweisen des oberen Managements beeinflusst und geprägt.

Der Kreislauf in der operativen Dimension wird permanent durchlaufen. Der Kreislauf in der strategischen Dimension muss vom Management institutionalisiert werden, damit die operativen Prozesse ständig optimiert und angepasst werden. Die Beobachtung der Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge in normativer Dimension müssen, im Sinne einer gesamtheitlichen Gestaltung des woEDM, vom Management ständig durchgeführt werden. Die geschlossenen Kreisläufe in der jeweiligen Dimension ermöglichen die Anpassung des EDM an die dynamischen Veränderungen im Umfeld.

Zusammen mit der Definition von Transferbeziehungen im Wissenssystem die im Wissenstransfer-Modell (siehe Kapitel 4.3.3) ausführlich beschrieben sind bildet dies den theoretischen Bezugsrahmen des woEDM.

Unter Einbeziehung der Analogiebetrachtungen zur Wissenslogistik kann woEDM als das Management von Wissens-Bedarf, Wissens-Angebot und Wissens-Transfer durch Datenmanagement beschrieben werden.

Die Ebenen-Betrachtung woEDM bildet den Bezugsrahmen für die folgenden Überlegungen zur Analyse und Gestaltung des woEDM.

5.3.5 Analyse-Struktur zum woEDM

5.3.5.1 Analyse der normativen Dimension des woEDM

Die normative Dimension im EDM liegt in der Legitimation zur durchgehenden, eindeutigen, widerspruchsfreien und nachvollziehbaren Dokumentation der Produkt- und Prozessdaten eines Produktes über den gesamten Produktlebenszyklus.

5.3.5.2 Analyse der strategischen Dimension des woEDM

Die strategische Dimension des woEDM soll die effektive und effiziente Nutzung der Wissenspotentiale mit Unterstützung des EDM einer Unternehmung sicherstellen. Somit geht es dabei um die übergeordnete Orientierung der operativen Wissensprozesse des EDM.

Die strategische Dimension des woEDM ist bestimmt durch das

- Definieren von Zielen,
- Ableitung und Durchführung von Interventionsmaßnahmen,
- Durchführung von periodischen Reviews.

Die strategischen Gestaltungsansätze liegen in der Festlegung von EDM-Zielen und der Durchführung von Interventionsmaßnahmen. Das EDM-Review - als Analyseansatz - schließt den Kreislauf der strategischen Dimension woEDM. In der Darstellung eines Kreislaufes ist auch die Absicht enthalten, die Projekterfahrungen zu nutzen und im Sinne einer wissensorientierten Weiterentwicklung der Organisation bzw. des Wissenssystems einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess¹⁶⁸ - zu implementieren.

Dabei kommt der gründlichen Analyse und Bewertung im Rahmen eines periodischen Reviews eine besondere Bedeutung zu. Als Grundlage für die Bewertung können in Anlehnung an PÜMPIN/PRANGE¹⁶⁹ folgende Kenngrößen genannt werden:

- Die Legitimität als Kenngröße für die normative Dimension des EDM
(*die Gesamtaufgabe erfüllen*);
- Die Effektivität als Kenngröße für die strategische Dimension des EDM
(*die richtigen Interventionsmaßnahmen durchführen*);
- Die Effizienz als Kenngröße für die operative Dimension des EDM
(*die Interventionsmaßnahmen richtig durchführen*).

Die Orientierung an der Legitimität hat die Aufrechterhaltung der Lebensfähigkeit bzw. Entwicklungsfähigkeit einer Organisation zum Ziel.¹⁷⁰

Die Effektivität misst demgegenüber, ob bzw. zu welchem Grade die Ziele erreicht wurden oder nicht. Die Effektivität legt somit Hauptaugenmerk auf die Ergebnisse (den Output) und vergleicht, ob die IST-Werte mit den SOLL-Werten (Zielen) übereinstimmen.

Effizienz untersucht den Input, der benötigt wird, um bestimmte Ziele zu erreichen und beschäftigt sich mit der Frage, wie bestimmte Ziele erreicht werden. Wirkungsgrad, Produktivität und Wirtschaftlichkeit sind prioritär Kennzahlen zur Effizienzbestimmung, da es um das Verhältnis von erreichtem Output zu eingesetztem Input geht.

¹⁶⁸ Vgl. WOHINZ [2002], S. 16ff

¹⁶⁹ Vgl. PÜMPIN u. a. [1991], S. 20

¹⁷⁰ Vgl. OBERHOFER u. a. [1997], S. 31

In der Betrachtung von Interventionsmaßnahmen im Rahmen des woEDM kann die Effektivität und Effizienz der Maßnahmen nur schwer mit Kennzahlen erfasst werden. Es gibt zwar Kennzahlen über das EDMS (Datenvolumen, Anzahl von Datentransaktion, Kennzahlen über EDM-Workflows oder Datenmonitoring), aber diese werden nicht nur von EDMS beeinflusst und können für die Gestaltung von Interventionsmaßnahmen nur eingeschränkt herangezogen werden. Hier muss im Review die Effektivität und Effizienz der durchgeführten Interventionsmaßnahmen auch mit verbalen Beschreibungen erfasst und bewertet werden.

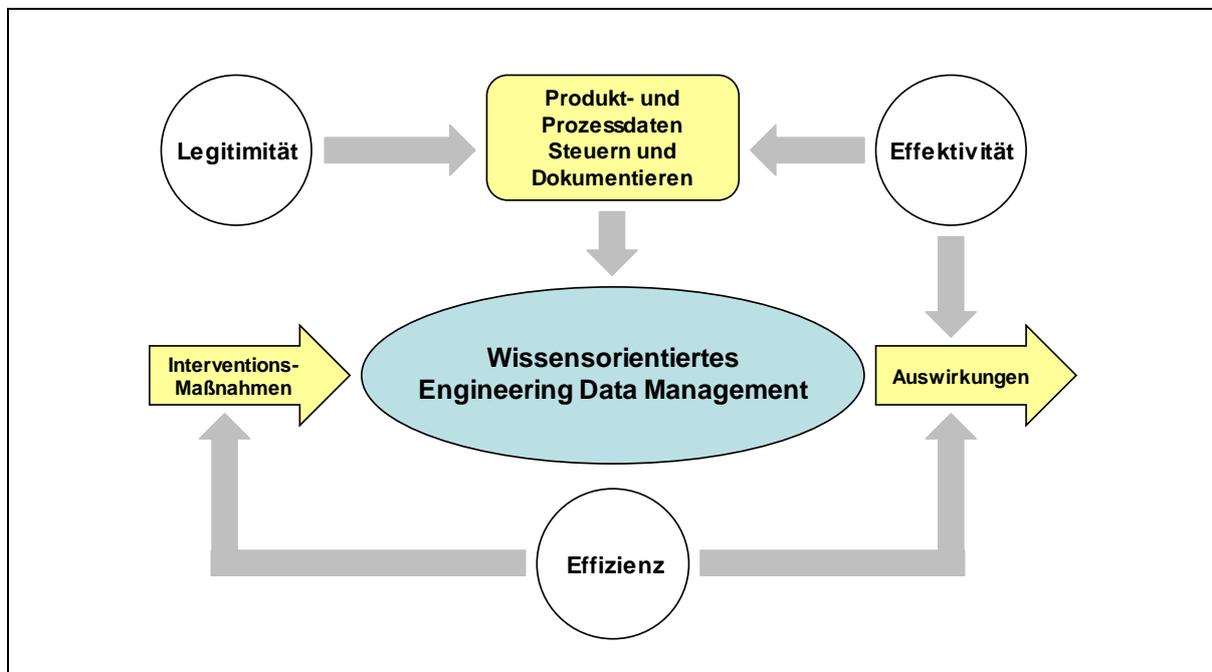


Abbildung 5-17: Bezugsrahmen für das EDM-Review in Anlehnung an WOHINZ ¹⁷¹

In Abbildung 5-17 sind die Zusammenhänge für das EDM-Review abgebildet. Das woEDM gilt hier als Betrachtungs- bzw. Managementobjekt.

Den Ausgangspunkt bildet das EDM-Zielsystem. Aus dem Zielsystem werden die entsprechenden Interventionsmaßnahmen abgeleitet. Da man es im Wissenssystem mitunter mit nicht-trivialen-Maschinen (Mensch, Gruppe, Organisation,...) zu tun hat, besteht kein exakt bestimmbarer Zusammenhang zwischen gesetzten Maßnahmen (Interventionen) und erreichten Ergebnissen. Daher müssen die Auswirkungen der Maßnahmen periodisch kritisch analysiert und bewertet werden, um hier im Sinne einer Feinjustierung die Abweichungen zwischen Soll und Ist schrittweise verkleinern zu können.

Der Vergleich zwischen den EDM-Zielen und den Auswirkungen der Maßnahmen liefert eine Aussage über die Effektivität des Engineering Data Managements in der Produktentwicklung. Bei geringer Effektivität muss eine grundlegende Richtungsänderung in der Intervention vorgenommen werden („Die richtigen Dinge tun“).

Der Vergleich zwischen den durchgeführten Interventionsmaßnahmen und deren Auswirkungen liefert eine Aussage über die Effizienz des EDM. Bei geringer Effizienz muss die Durchführung der Intervention – im engeren Sinne der Projektverlauf – kritisch hinterfragt und verbessert werden („Die Dinge richtig tun“).

Aufbauend auf die Analyse der strategischen Dimension wird im Anschluß die Analyse der operativen EDM-Prozesse beschrieben.

¹⁷¹ Vgl. WOHINZ [2003a], S. 5

5.3.5.3 Analyse der operativen Dimension des woEDM

Die operative Dimension des woEDM ist wieder stärker an den Wissensprozess gebunden und kann in Anlehnung an HARTLIEB¹⁷² durch die Prozesse

- Spezifizierung des Bedarfs,
- Ermittlung des Angebots,
- Transfer und
- Anwendung.

beschrieben werden.

Der Ausgangspunkt für die weiteren Betrachtungen ist die Durchführung von Entwicklungsaufgaben durch einen verantwortlichen Mitarbeiter (Aufgabenträger). Dabei wird Wissen in konkreten Handlungen angewendet. Der Aufgabenträger verfügt nicht in jedem Fall über das für die Durchführung der Entwicklungsaufgaben erforderliche Wissen.

Somit soll in einem ersten Schritt der Wissens-Bedarf spezifiziert werden. Darauf aufbauend muss das relevante Wissens-Angebot ermittelt werden. Wenn das Wissens-Angebot bestimmt ist, kann, angepasst an die jeweilige Anforderung der Entwicklungsaufgabe, der Wissens-Transfer durchgeführt werden.

Der Prozess der Anwendung schließt den Kreis der operativen woEDM. Dieser Prozess ist für die Beurteilung von Wissenstransfers von besonderer Bedeutung. Erst anhand der Handlung durch den Wissens-Empfänger bzw. Wissens-Anwender kann festgestellt werden, ob der Wissenstransfer erfolgreich war.

5.3.5.4 Spezifizierung des Bedarfs

Bei der Spezifizierung des Bedarfs müssen folgende Gesichtspunkte berücksichtigt werden:

- Bedarfs-Entstehung
- Bedarfs-Ebene
- Bedarfs-Ort
- Bedarfs-Zeitraum.

Bedarfs-Entstehung

Bei der Spezifizierung des Bedarfs muss zunächst zwischen subjektivem und objektivem Bedarf an Wissen unterschieden werden.

Jener Wissens-Bedarf, den der individuelle Aufgabenträger zur Erfüllung seiner Aufgaben als erforderlich empfindet, wird als subjektiver Wissens-Bedarf bezeichnet.¹⁷³ Meist kann nur ein Teil dieses Wissens-Bedarfs durch das Wissensangebot des Aufgabenträgers selbst abgedeckt werden.

Jener Wissens-Bedarf, der sich auf Basis der Analyse und/oder Gestaltung einer Aufgabenstellung ergibt, wird als objektiver Wissens-Bedarf bezeichnet. Aus einer kritischen Perspektive heraus müsste man anmerken, dass es keinen objektiven Bedarf an Wissen gibt, weil eben Wissen an Personen gebunden ist. Mit objektivem Wissensbedarf, der sich aus einer Analyse der Aufgaben bzw. durchzuführenden Prozesse ergibt, ist der Wissensbedarf für einen Aufgabenträger, aus der Sicht eines externen Beobachters (Experte, Vorgesetzter,...), gemeint.

¹⁷² Vgl. HARTLIEB [2000], S. 121ff.

¹⁷³ Vgl. REHAEUSER u. a. [1996], S. 1-40

Bedarfs-Ebene

Jeder Mitarbeiter muss als Wissensträger auf mehreren Wissensgebieten gesehen werden. Unterschiede bezogen auf einen betrachteten Mitarbeiter gibt es hinsichtlich des Wissensstandes bzw. des Qualifikations-Niveaus auf den unterschiedlichen Wissensgebieten.

Beim Bedarf auf Handlungs-Ebene geht es um den Bedarf an Mitarbeitern, die in der Rolle des Aufgabenträgers die Aufgabenstellungen der Entwicklung durchführen. Damit müssen die Aufgabenträger in den für die Aufgabendurchführung erforderlichen Wissensgebieten auch das geforderte Qualifikations-Niveau aufweisen, um das bezogene Wissen in eine Handlung umsetzen zu können.

Beim Bedarf auf Daten-Ebene besteht ein Bedarf an relevanten Daten zu einem Wissensgebiet, damit der Aufgabenträger mit Hilfe des vorhandenen Kontextwissens das für die Aufgabendurchführung erforderliche Wissen über den Prozess der Information generieren kann.

Bedarfs-Zeitraum

Auf Wissens-Ebene geht es hier um die Erfassung des Bedarfs-Zeitraums, innerhalb dessen Wissensträger für die Beantwortung von spezifischen Fragestellungen verfügbar sein sollten.

Auf Daten-Ebene geht es ebenfalls um den Bedarfs-Zeitraum, innerhalb dessen die erforderlichen Daten bzw. Datenträger verfügbar sein sollten.

Bedarfs-Ort

Auf Handlungs-Ebene geht es hier um den konkreten Einsatzort für die notwendigen technischen Einrichtungen.

Auf Wissens-Ebene ist der Ort des Wissensbedarfs von wesentlicher Bedeutung, da die örtliche Distanz ein entscheidender Parameter für die Art des indirekten Wissenstransfers zwischen Wissensträger und Aufgabenträger ist.

Auf Daten-Ebene ist der Ort des Datenbedarfs wesentlich für die Art und Weise der Datenübertragung.

5.3.5.5 Ermittlung des Angebots

Auf Basis eines definierten Wissens-Bedarfs muss nun im nächsten Schritt das geforderte Angebot an Wissen und Daten ermittelt werden.

Bei der Ermittlung des Angebots müssen folgende Gesichtspunkte berücksichtigt werden:

- Ebene des Angebots (Handlungs-, Wissens-, Datenebene),
- Qualitative Aspekte des Angebots,
- Örtliche und zeitliche Verfügbarkeit des Angebots.

Beim technischen Subsystem stehen hier die Datenträger und -systeme im Zentrum der Betrachtung. Den einzelnen Wissensgebieten können Wissenspotentiale – vertreten durch die Mitarbeiter einer Unternehmung und Datenpotentiale – repräsentiert durch die Datenträger, zugeordnet werden.

Jeder Mitarbeiter einer Unternehmung nimmt in Hinblick auf die Ebenen-Betrachtung zweierlei Rollen wahr. Einerseits führt er in der Rolle des Aufgabenträgers (Wissens-Anwender) Entwicklungsaufgaben durch und kann somit dem Angebot auf Handlungs-Ebene zugeordnet werden. Andererseits tritt er in der Rolle des Wissensträgers als Wissens-Sender bzw. -Quelle für andere Aufgabenträger in Erscheinung und kann hier dem Angebot auf Wissens-Ebene zugeordnet werden. In diesem betrachteten Fall ist für die Handlungsfähigkeit des Aufgabenträgers das Wissen eines Wissensträgers (Experten) erforderlich.

Jener Teil der organisatorischen Wissensbasis (aktuelle organisatorische Wissensbasis), der zu einem bestimmten Zeitpunkt für die Mitglieder der Organisation verfügbar und zugänglich ist, wird als Wissensangebot bezeichnet. Das Angebot auf der Daten-Ebene wird durch die innerhalb einer Organisation gespeicherten Daten auf Datenträgern dargestellt.

Jener Teil der organisatorischen Datenbasis, der zu einem bestimmten Zeitpunkt für die Mitglieder der Organisation verfügbar und zugänglich ist, wird als Datenangebot bezeichnet. Auch auf Daten-Ebene muss nach der Zugänglichkeit unterschieden werden, ob bestimmte Daten aufgrund einer Insellösung nur von einer Person abgerufen werden können, oder ob ein Kollektiv bzw. die gesamte Organisation auf diese Daten zugreifen kann.

Um die Mitarbeiter nun in der richtigen Rolle, also effektiv für die Durchführung von Entwicklungsaufgaben einsetzen zu können, muss eine ausreichende Transparenz über das Angebot der Wissenspotentiale vorhanden sein.

Dies gilt auch für Datenpotentiale einer Unternehmung. Nur wenn eine ausreichende Transparenz über die relevanten Daten zu einem Wissensgebiet vorhanden ist, können diese auch für die Durchführung von Aufgabenstellungen einer Unternehmung genützt werden. Eine weitere Schwierigkeit besteht auch darin, die für den Wissensbedarf potentielle Datenbasis im Unternehmen zu kennen und zugänglich zu machen.

Eine fehlende Datenbasis, welche nach einer Wissens-/Datenbedarfsanalyse sinnvoll für Prozesse zur Verfügung gestellt werden soll, muss in die EDM Entwicklung eingebracht werden. Für die Entwicklung des EDM gilt es nun die Lücken zwischen Wissensbedarf und Wissensangebot durch geeignete Interventionen im strategischen als auch im operativen EDM zu schließen.

Es sei darauf hingewiesen, dass es sich in diesem Zusammenhang um Wissen und Daten handelt, welche im Entwicklungsprozess ständig neu generiert und ausgetauscht werden müssen.

Qualitative Aspekte des Daten-Angebots

Hier geht es einerseits um die Form, in der die Daten zur Verfügung stehen - also um die Art des Datenträgers. Andererseits muss hier auch die Aktualität der Daten berücksichtigt werden.

Wissen kann auf Daten-Ebene nur indirekt gespeichert werden. Das heißt, Wissen kann durch den Prozess der Dokumentation in Daten transferiert werden. Diese Daten können dann auf unterschiedlichen Datenträgern gespeichert werden.

Örtliche Verfügbarkeit des Angebots

Die Betrachtung des Angebot-Ortes ist vor allem für die Betrachtung der Verfügbarkeit von Wissens- und Datenpotentialen von Bedeutung.

Bei den Datenpotentialen geht es um die Frage, ob nur dezentral oder auch zentral auf diese Datenbestände zugegriffen werden kann. Das kann wiederum von der Art des Datenträgers abhängen. Auf nicht maschinell verwendbare Datenträger ist nur ein dezentraler Zugriff möglich. Bei maschinell verwendbaren Datenträgern geht es hier vor allem um die Problematik Software-Insellösungen, da auf diese Daten auch nur dezentral zugegriffen werden kann. EDMS Systeme können durch ihre Integrationsplattform mit gemeinsamer Datenbasis dabei unterstützen.

Zeitliche Verfügbarkeit des Angebots

Bei der zeitlichen Verfügbarkeit geht es um die Erfassung der Zeitpunkte, innerhalb welcher auf die Wissens- und Datenpotentiale zugegriffen werden kann.

Bei den Datenpotentialen ist diese Betrachtung vorwiegend bei dezentralen Datenbeständen wesentlich. Vorausgesetzt werden für diese Betrachtung einerseits maschinell verwendbare Datenträger und andererseits ein vorhandenes Datennetz, damit zentrale Datenbestände rund um die Uhr verfügbar sind.

Im Produktentwicklungsprozess kommt noch die Problematik hinzu, dass sich die Datenbasis laufend neu generiert und „Just in Time“ Datenmanagement erfolgen muss. d.h. das Problem liegt nicht in der Verfügbarkeit des Wissens und der Daten sondern vielmehr in der zeitgerechten Versorgung der jeweiligen Wissens-Nachfrager.

5.3.6 Management, Transfer und Steuerung des woEDM

Ein wesentliches Ziel des woEDM ist es, die Handlungsfähigkeit eines Aufgabenträgers zum Zeitpunkt des Bedarfs und am Ort des Bedarfs bestmöglich zu unterstützen. Somit muss das Angebot an Wissen durch Daten für die Durchführung der Aufgabenstellungen der Entwicklung und damit die Erfüllung der Kundenwünsche optimal eingesetzt werden.

Dabei kommt der Vernetzung von Wissens-Bedarf und Wissens-Angebot in Form von Transfers auf

- Handlungs-Ebene,
- Wissens-Ebene und
- Daten-Ebene

unter Berücksichtigung von Bedarfsentstehung, Bedarfsort und Bedarfszeit eine besondere Bedeutung zu.

Auch beim Transfer müssen die einzelnen Ebenen näher betrachtet werden. Die Transparenz und prinzipielle Verfügbarkeit über die vorhandenen Wissens- und Datenpotentiale muss vorhanden sein, damit ein Transfer überhaupt initiiert werden kann.

Ein wesentlicher Punkt in der Verfügbarkeit von Daten sind in einem sehr komplexen Entwicklungsprozess die

- Generierung von Daten
- Aufbereitung von Daten
- Bereitstellung von Daten
- Bewertung der Daten
- Steuerung und Management

von Daten, wobei es sich dabei wiederum um laufend generierte neue Daten handelt.

Auf Daten-Ebene werden Daten-Transfers zwischen technischen Subsystemen (z.B. Simulationsprogrammen und Datenbank) durchgeführt. Durch den Transfer der relevanten Daten (z.B. Protokolle, Produktdaten, Strukturen, Geometrien,...) für eine Engineering Aufgabenstellung soll die Handlungsfähigkeit am Empfangsort sichergestellt werden.

Als Vorbereitung für nachfolgende Überlegungen zur Analyse und Gestaltung des wissensorientierten Engineering Data Managements anhand der Handlungsausführung wird nur der Fall, dass der Aufgabenträger das erforderliche Wissen aus Daten nach einem zuvor erfolgten Datentransfer generiert, betrachtet.

5.3.6.1 Abbildung der relevanten Transferbeziehungen

Ausgangspunkt für die Abbildung der Transferbeziehungen sind die Analyseergebnisse über das Wissens- und Daten-Angebot, abgebildet in der Datenbank der Wissensgebiete. Daraus kann man die Transferbeziehungen, definiert durch Sender und Empfänger, ableiten.

In Abbildung 5-18 sind die Transferbeziehungen, ausgehend von einem betrachteten Empfangsort, im Wissenssystem dargestellt.

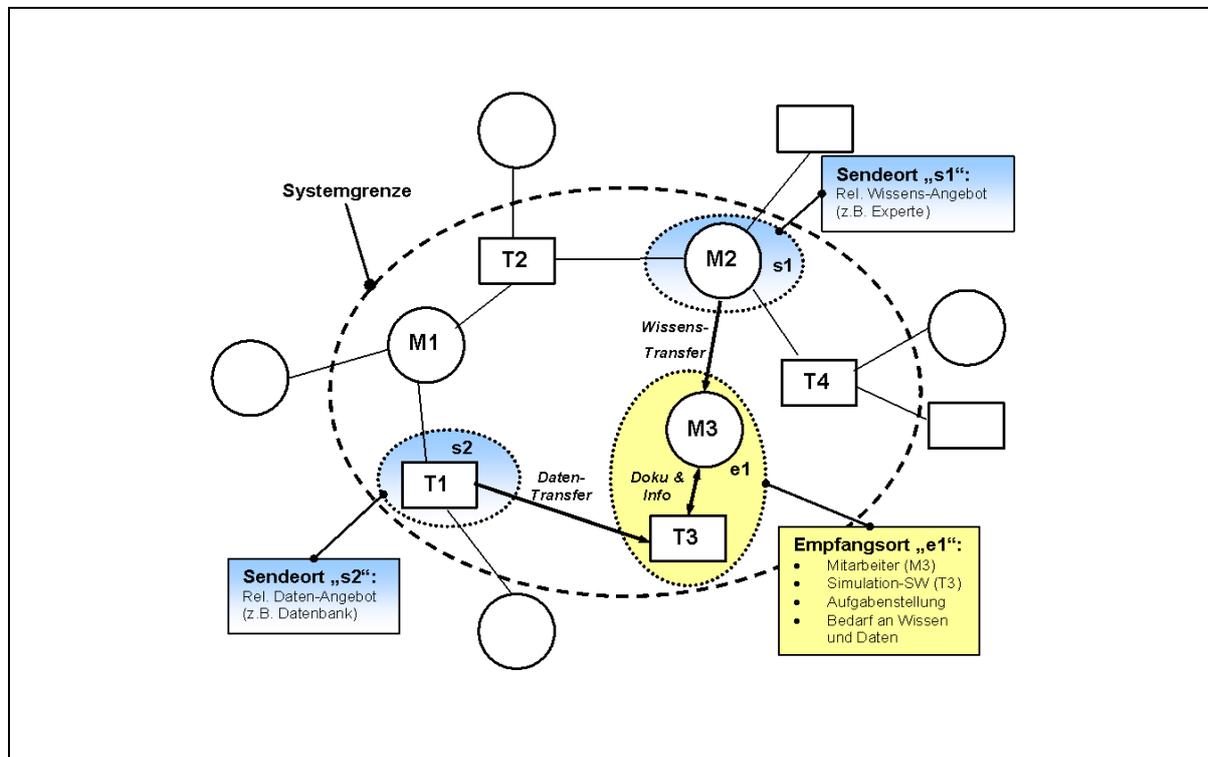


Abbildung 5-18: Transferbeziehungen im Wissenssystem

Als Empfangsort (e1) ist hier ein Arbeitsplatz mit folgender Ausgangssituation beschrieben:

- Mitarbeiter (M3) als Wissensempfänger,
- Technisches Subsystem (T3) als Datenempfänger,
- Engineering Aufgabenstellung,
- Bedarf an Wissen und Daten.

Ausgehend von einem Empfangsort können nun die Transferbeziehungen abgebildet werden. Sehr oft ist ein Empfangsort nur durch einen Mitarbeiter als Wissens-Empfänger dargestellt. Hier soll der Sonderfall beschrieben werden, dass sich am Empfangsort ein Mitarbeiter und ein PC befinden. Am Sendort (s1) befindet sich das relevante Wissens-Angebot (M2), z.B. ein Experte, der hier als Wissens-Sender auftritt. Am Sendort (s2) befindet sich das relevante Daten-Angebot (T1), z.B. eine Datenbank, die hier als Daten-Sender auftritt.

Daraus lassen sich schon die Transferbeziehungen ableiten. Zwischen Wissensempfänger (M3, e1) und Wissens-Sender (M2, s1) finden Wissenstransfers statt. Zwischen Daten-Empfänger (T3, e1) und Daten-Sender (T1, s2) finden Datentransfers statt.

Handlungs-Transfers sollen hier nicht betrachtet werden. Dabei geht es im Wesentlichen um den vollständigen Ausgleich von Bedarf und Angebot unter Berücksichtigung des Qualifikationsprofils eines Mitarbeiters. Hier steht vor allem die Betrachtung der Transfers auf Wissens- und Daten-Ebene sowie das Mensch/Aufgabe/Technik-System im Mittelpunkt.

5.3.6.2 Analyse der Transferbeziehungen

Wie bereits an anderer Stelle ausführlich beschrieben, ist Wissen an Personen gebunden. Erst durch die Anwendung des Wissens durch eine Person kann ein Beobachter auf das Wissen dieser Person schließen. Daher ist es auch schwierig, Wissenstransfers zu analysieren.

Daraus folgt, dass die Wissenstransfers nur indirekt, über die Befragung von den Wissensträgern (Sender) und den Wissensnachfragern (Empfänger), analysiert werden können. Bei der Analyse der Datentransfers geht es im Wesentlichen um die Schnittstellen-Beziehungen zwischen zwei technischen Systemen.

Ein wesentlicher Untersuchungsbereich ist die Transferbeziehung zwischen Mensch und Maschine (z.B. M3 und T3), welche hier noch gesondert betrachtet werden soll. Hier findet eine Koppelung zwischen Wissens-Ebene und Daten-Ebene statt. In Anlehnung an die Ebenen-Betrachtung für Wissenssysteme wird diese Koppelung durch die Prozesse „Dokumentation“ und „Information“ beschrieben. Diese Betrachtung ist insofern wesentlich, da die meisten Arbeitsplätze eine Mensch/Aufgabe/Technik-System darstellen.

5.3.7 Anwendung des woEDM

Der Prozess der Anwendung, also das Ausführen einer Entwicklungsaufgabe, schließt den Kreislauf des operativen Engineering Data Managements. Vielfach wird auch von Wissensgebrauch gesprochen, da sich bekanntlich Wissen durch Anwendung nicht verbraucht.

Jede Anwendung liefert wiederum neue Erfahrungen, welche durch Beurteilung der Qualität und Verfügbarkeit der Daten als kontinuierliche Verbesserung an die EDM Entwicklung und Gestaltung zurückgeführt werden müssen.

Die Anwendung schließt den Kreislauf der operativen Dimension des EDM. Nach der Beschreibung der operativen EDM-Prozesse geht es im nächsten Schritt um Sicherstellung der effektiven und effizienten Durchführung dieser Prozesse. Dazu muss ein Instrumentarium zur Analyse der operativen EDM-Prozesse entwickelt werden.

5.4 Modellbildung zur prozessorientierten Integration von WM in EDM

5.4.1 Integrierte Betrachtung in Wertschöpfungsprozessen

Wie durch die Festlegung des Bezugsrahmens aus der Ebenen-Betrachtung von Wissen und Daten heraus zu erkennen, sollen diese nicht unabhängig voneinander betrachtet werden. Vielmehr ist es notwendig diese in einen systematischen Bezug zu bringen und auf der Handlungsebene in den Wertschöpfungsprozess zu integrieren.

Nachdem bisher die Integration von Wissensmanagement mit der Geschäftsprozessmodellierung im Vordergrund gestanden ist, widmet sich die Arbeit nun einer zusammenführenden Betrachtung der Disziplinen Wissensmanagement und Datenmanagement. Welche Rolle spielen Wissensprozesse für das operative Datenmanagement und welche Möglichkeiten bietet eine wissensorientierte Betrachtung von Datenmanagement.

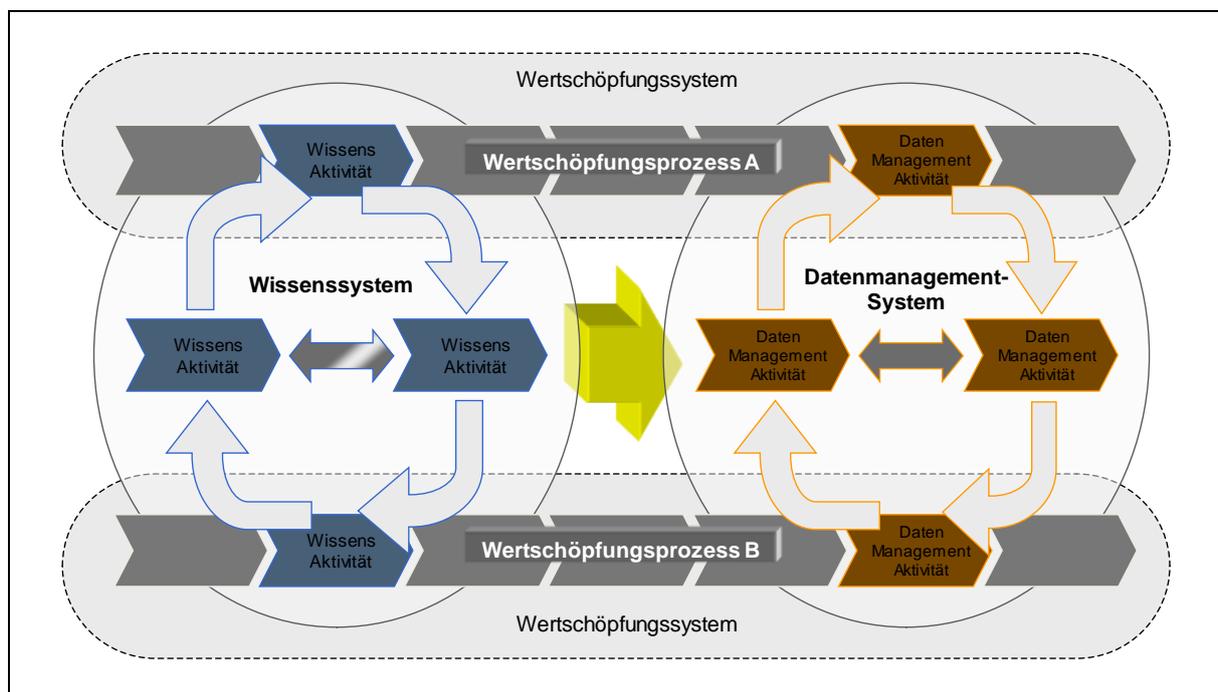


Abbildung 5-19: Integrierte Betrachtung von Wissens- und Datenmanagement-Aktivitäten zwischen Wertschöpfungsprozessen

Abbildung 5-19 zeigt die Verknüpfung von Wissensprozess zu Geschäftsprozess mit der Erweiterung um die Datenebene und deren charakteristischen Eigenschaften. Damit soll dargestellt werden, dass eigentlich zu jeder Wissensaktivität des Wissensprozesses theoretisch eine Datenmanagementaktivität betrachtet werden müsste.

Entscheidend bei dieser Betrachtung ist die Tatsache, dass das operative Datenmanagement zwar durch die Vorgaben des Projektmanagements getrieben wird, die Auslöser für die individuellen Datenmanagementaktivitäten aber durch die Anforderung eines Wissensprozesses ausgelöst wird. Dies rechtfertigt die Forderung nach einem wissensorientierten Datenmanagement, um die operativ tatsächlich anfallenden Anforderungen an das Datenmanagement identifizieren und durch geeignete Methoden befriedigen zu können.

Der Ansatz dafür ist, für jede Wissensaktivität die relevante Datenmanagementaktivitäten zu definieren und analog dem Wissensprozess in ein systematisches Datenmanagement zu verarbeiten.

5.4.2 Modell zur Integration von Wissensprozessen und Datenmanagement

Datenmanagement ist die Menge aller methodischen, konzeptionellen, organisatorischen und technischen Maßnahmen und Verfahren zur Behandlung der Ressource Daten mit dem Ziel, die Daten mit ihrem maximalen Nutzungspotential in die Geschäftsprozesse einzubringen und im laufenden Betrieb die optimale Nutzung der Daten zu gewährleisten.

Wie im Kapitel 4.3.6 bereits behandelt, wird im EDM der Wissenstransferprozess durch den Prozess der Dokumentation und Information sowie durch entsprechenden Datentransfer vollzogen, was für einen durchgängigen Wissensprozess auch ein mehr oder weniger aufwendiges Datenmanagement erfordert. D.h., dass die Gestaltung von Wissensprozessen im EDM Umfeld in Bezug zum Datenmanagement erfolgen sollte.

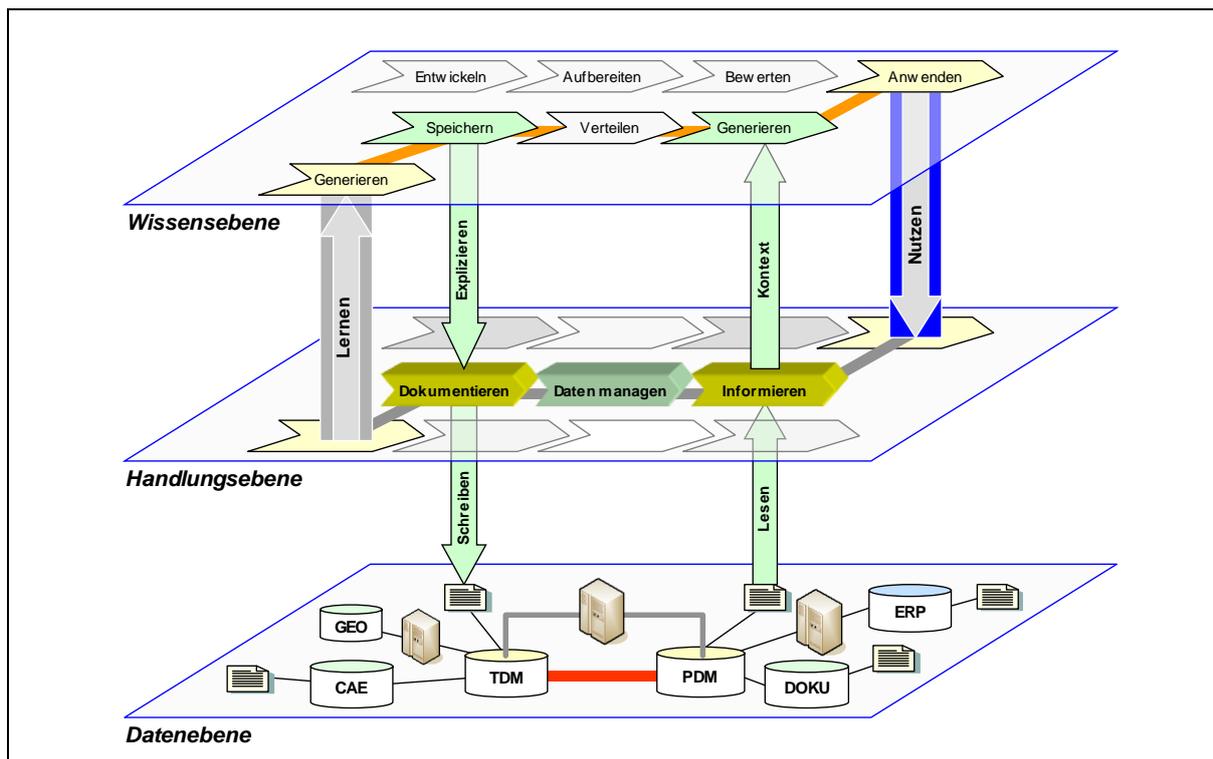


Abbildung 5-20: Modell zur Integration von Wissensprozessen und Datenmanagement durch die Handlungsebene

Abbildung 5-20 zeigt ein Modell, wie dieser Bezug über die prozessorientierte operative Handlungsebene aufgebaut werden kann. Die Interaktion findet mit der Wissens- und Datenebene der Organisation statt, die einerseits als Lieferant und andererseits als Empfänger von Wissen bzw. Daten dienen. Das geschäftsprozessorientierte Wissensmanagement hat somit die Mitarbeiter und die technischen Einrichtungen gleichermaßen zu berücksichtigen.

Durch eine effiziente Integration der Wissens- und Datenebene in die Prozesse kann daher jeder weitere Geschäftsprozess mit Wissen und Daten aus anderen in der Organisation etablierten Geschäftsprozessen versorgt werden.

Es wird hier bewusst eine neue Form der Darstellung entwickelt, um die Handlungsebenen und die in ihr ablaufenden Prozesse der Dokumentation und Information als wichtiges Verbindungselement zwischen Wissensebene und Datenebene in den Mittelpunkt zu setzen.

Bei einer abstrakten Betrachtung und Untersuchung von Datenmanagementaktivitäten kommt man zum Ergebnis, dass hinsichtlich der Auslösung und des Ablaufs dieser, Wissensprozesse eine große Rolle spielen.

Wie Abbildung 5-20 zeigt, kann man Wissensprozesse als integrierte Schnittschicht zwischen den Wertschöpfungsprozessen und dem Datenmanagement abbilden. In dieser Position übernehmen Wissensprozesse Aufgaben die im Rahmen der bisherigen Betrachtungen noch nicht zu Teil waren und bilden somit die Grundlage für wissensorientiertes Datenmanagement.

5.4.3 Vom Wissenstransfermodell zum wissensorientierten Engineering Data Management

Reflektiert man die bisher aufgestellten Modelle und Ansätze dieses Kapitels auf das Wissenstransfermodell nach HARTLIEB, so kann dieses für den Bezugsrahmen des woEDM, wie in Abbildung 5-21 dargestellt, erweitert werden.

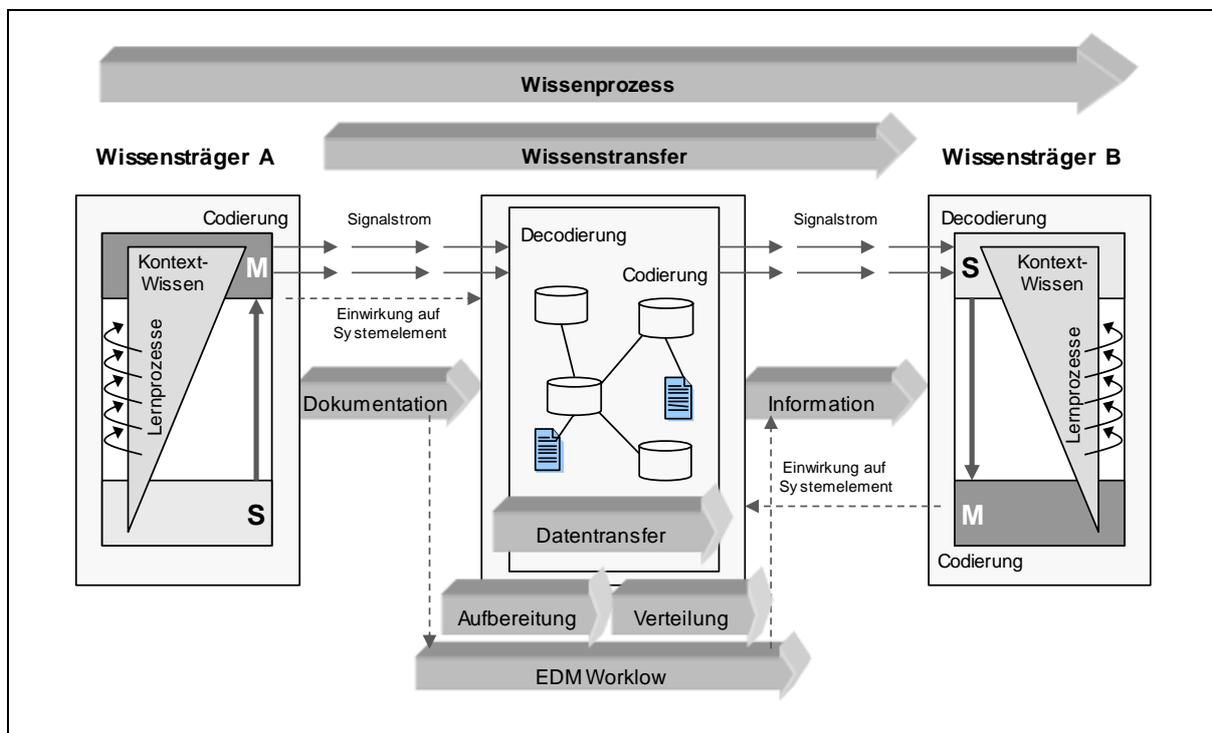


Abbildung 5-21: Wissenstransfermodell des „wissensorientierten Engineering Data Management“

Es enthält eine wesentlich detailliertere Beschreibung des Datentransfers mit dem Hintergrund, dass die Anforderungen an das Datenmanagement immer im Kontext zu ablaufenden Wissensprozessen aufgestellt werden sollen.

Der Betrachtung zu Grunde liegend ist der Wissensprozess zwischen einem Wissensträger A als Wissenssender (Motorium M) und einem Wissensträger B als Wissensempfänger (Sensorium S). Im Sinne der Prozessorientierung erfolgt dieser Wissenstransfer üblicherweise zwischen zwei Wertschöpfungsprozessen oder zwei Aktivitäten innerhalb eines Wertschöpfungsprozesses.

Jener Wissensanteil welcher über einen Transfer durch Kommunikation in gemeinsamen Kontext nicht ausgetauscht werden kann soll demnach über einen indirekten Wissenstransfer unterstützt durch das Datenmanagement übernommen werden.

Aus der Darstellung ist auch zu erkennen, dass der Erfolg des Wissenstransfers von der Durchgängigkeit des Wissensprozesses abhängig ist. Für das EDM bedeutet dies, dass nicht nur das Datenmanagement entsprechende Funktionen bereitstellt sondern auch die Prozesse der „Dokumentation“ und „Information“ unterstützt werden müssen. Auch die Signalströme die von Sender und Empfänger im Wissensprozess abgesetzt werden müssen vom EDM empfangen, interpretiert und für den weiteren Fluss übersetzt werden können.

Die Abbildung zeigt auch dass der Wissenstransfer durch einen Workflow begleitet wird. Dieser soll systemunterstützt sicherstellen dass der Wissensprozess nicht unterbrochen wird. Um die unterschiedlichen Anforderungen zur Interpretation des codierten Wissens zwischen Sender und Empfänger anpassen zu können, ist im EDM auch eine Aufbereitung der Datenbasis für den jeweiligen Empfänger bzw. Nutzer vorzunehmen.

Da der Workflow nur den Ablauf des Wissenstransfers unterstützt, sind durch das EDMS zur konkreten Bereitstellung der Datenbasis an den Ort der Handlung ein Mechanismus zur Datenverteilung und auch der physische Datentransfer sicherzustellen.

Auf Basis wissensintensiver Prozesse können nun relevante Wissensprozesse festgemacht werden und entsprechend dieses Modells analysiert werden. Dies ermöglicht die Entwicklung eines EDM unter Berücksichtigung der zuvor genannten Aspekte welches unter dem Begriff des wissensorientierten Engineering Data Management geführt werden kann.

5.4.3.1 Modell zur Rekonstruktion der Wissens- und Datenbasis

Um das „Wissenstransfermodell des wissensorientierten Engineering Data Management“ vernünftig anwenden zu können ist es notwendig eine sorgfältige Analyse der Wissens- und Datenbasis vorzunehmen. Sie entscheidet gleichermaßen über die Qualität der ableitbaren EDM Maßnahmen und Aktivitäten.

Aufbauend auf die ausführliche Beschreibung der Analysestruktur zum woEDM in Kapitel 5.3.5 kann diese nun schematisch zum Modell zur Rekonstruktion des Wissens- bzw. Datenbedarfes und –Angebotes zusammengefasst werden.

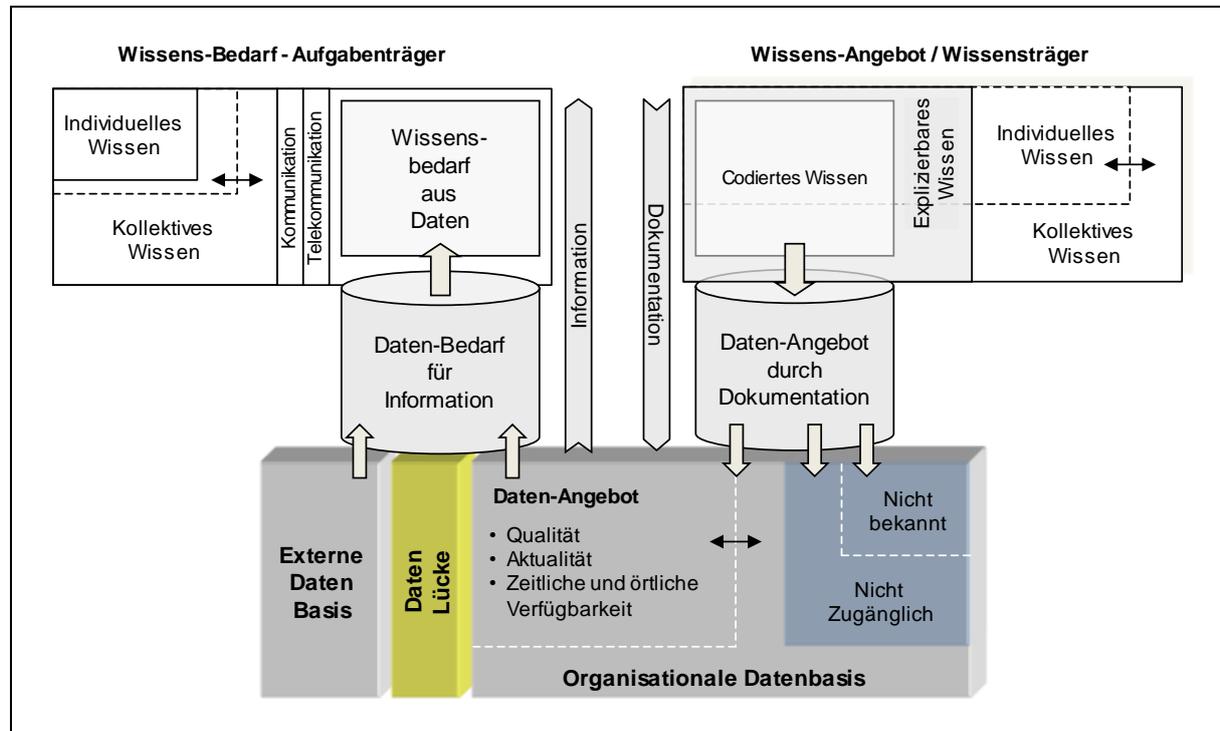


Abbildung 5-22: Modell zur Rekonstruktion der Wissens- und Datenbasis

Abbildung 5-22 zeigt ein Modell zur Analyse und Rekonstruktion des Wissensbedarfs und -angebotes durch vorhandene unternehmensinterne und -externe Datenpotentiale. Der Wissens-/Datentransfer läuft dabei vom Wissensträger auf der rechten Seite zum Aufgabenträger auf der linken Seite. Darunter liegt die zur Verfügung stehende organisatorische und externe Datenbasis.

Dazwischen liegen die Abläufe der Dokumentation und Information. Dabei versucht der Wissensträger sein „Wissen“ in Form von Daten-Angebot dem Aufgabenträger zur Verfügung zu stellen. Der Aufgabenträger versucht damit wiederum seinen Daten-Bedarf durch den Vorgang der Information zu befriedigen.

Dieses Modell kommt auch in Kapitel 6.1 zum Einsatz und zeigt bei systematischer Anwendung der aufgestellten Analysestruktur Handlungsbedarfe zum Aufbau von Wissen bzw. zur Bereitstellung von Daten auf.

5.5 Zusammenfassung zur Modellbildung

Dieses Kapitel bildet den theoretischen Hauptteil dieser Arbeit indem verschiedene relevante Modelle auf den Bezugsrahmen des woEDM angewandt werden und gleichzeitig theoretisch neue Ansätze und Modelle für die weitere Ableitung von konkreten Gestaltungsansätzen aufgestellt werden. Die Prozessorientierung in den Betrachtungen über alle Disziplinen ermöglicht eine Vernetzung der aufgebauten Modelle zu einander:

- Bezugsrahmen für wissensorientiertes EDM
- Ansatz zur wissensorientierten Prozessanalyse
- Der Wissensprozess als Bindeglied zwischen Wertschöpfungs- und Supportprozess
- Integrierte Betrachtung von Wissens- und Datenmanagement-Aktivitäten zwischen Wertschöpfungsprozessen
- Modell zur integrierten Betrachtung von Wissensprozessen und Datenmanagement durch die Handlungsebene
- Wissenstransfermodell für wissensorientiertes Engineering Data Management
- Modell zur Rekonstruktion der Wissens- und Datenbasis
- Modell zur integrierten Betrachtung des „wissensorientierten Engineering Data Management – woEDM“.

Die Geschäftsprozessmodellierung stellt einen Schwerpunkt für die weiteren Betrachtungen dar. Sie muss nach formalen Regeln erfolgen, gewisse Elemente beinhalten, und eine Filterung nach Sichten auf Geschäftsprozesse zulassen. Sind diese Kriterien erfüllt, kann die spätere Implementierung von Wissensprozessen unterstützt durch Datenmanagement (indirekter Wissenstransfer) in die Geschäftsprozesse effizienter erfolgen.

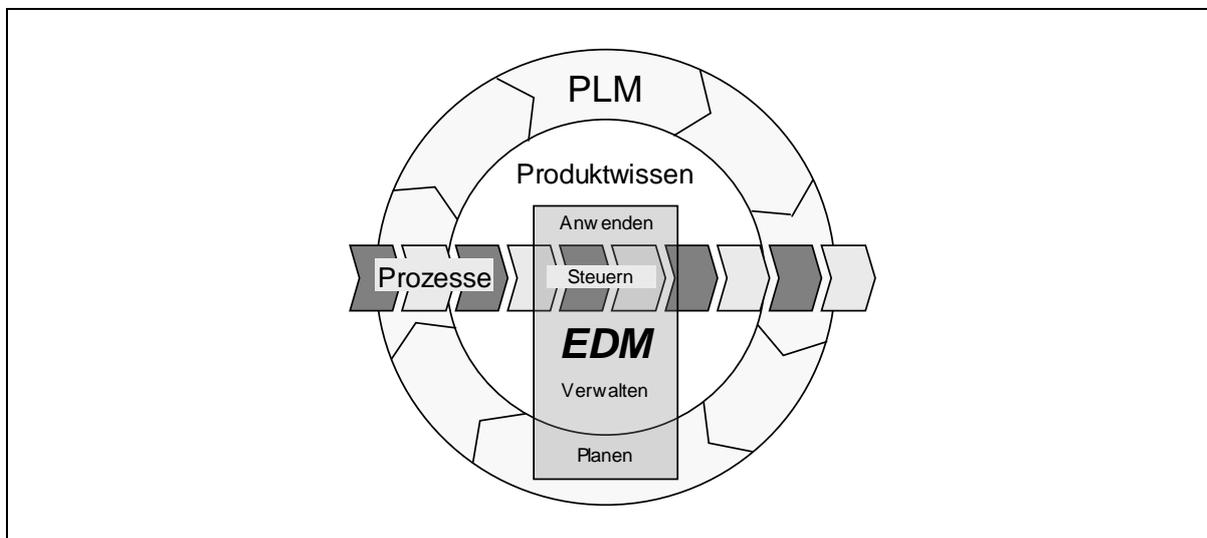


Abbildung 5-23: Modell des "Wissensorientierten Engineering Data Management"

Als Zusammenfassung soll versucht werden, das Modell zur prozessorientierten Integration von Wissensmanagement in das Engineering Data Management auch symbolhaft zu verankern. Abbildung 5-23 soll symbolisch die prozessorientierte Integration der Betrachtungsfelder Wissensmanagement und Engineering Data Management zur Anwendung auf die Wissensbasis Produktwissen über den Produktlebenszyklus darstellen.

Im folgenden Kapitel werden diese theoretischen Betrachtungen an spezifischen Fallbeispielen aus der Automobilentwicklung zur Ableitung von konkreten Gestaltungsansätzen und zur Beantwortung der gestellten Forschungsfragen zur Anwendung kommen.

6 Gestaltungsansätze zur prozessorientierten Integration von WM in das EDM in der Automobilentwicklung

Das Untersuchungs- und Gestaltungsumfeld für dieses Kapitel bildet der Produktentwicklungsprozess in der Automobilindustrie. Die Fallstudien entstanden im Zuge von Projektarbeiten des Verfassers bei einem Generalunternehmer der Automobilzulieferindustrie in Kooperation mit wissenschaftlichen Einrichtungen.

Die Themen wurden speziell aus dem EDM Umfeld der Produktentwicklung in Bezug zu aktuellen Problemstellungen ausgewählt und dazu spezifische Fallstudien aufgesetzt. Wichtig für die Definition der Themenstellung war es durch die Einbeziehung von realen EDM-Entwicklungen und EDM-Lösungen einen starken Praxisbezug der Arbeiten zu erhalten.

Damit gibt dieses Kapitel, aufbauend auf die theoretischen Betrachtungen, auch einen gewissen konkreten Mehrwert zur praktischen Anwendung der Erkenntnisse und zur zukünftigen Gestaltung der Produktentwicklung in der Automobilentwicklung.

Die ausgewählten Themen für diese Arbeit sind:

- Konzept zur prozessorientierten Integration des Datenmanagements durch wissensorientierte Prozessanalyse
- Integriertes CAD Datenmanagement in der Produktentwicklung
- Parametrisch assoziative Geometrieerzeugung zur Konzeptauslegung in der Automobilentwicklung
- Wissensorientierte Entwicklung und Gestaltung des EDM-Umfeldes

Bevor nun die einzelnen Themen behandelt werden soll noch erwähnt werden, dass die Ergebnisse aus den einzelnen Arbeiten und Projekten für diese Arbeit weitgehend neutralisiert wurden. Die konkreten Ergebnisse können über die jeweiligen Literaturverweise bezogen werden.

6.1 Konzept zur prozessorientierten Integration des Datenmanagements durch wissensorientierte Prozessanalyse

Das prozessorientierte Arbeiten in Unternehmen hat im Laufe der vergangenen Jahre zunehmend an Bedeutung gewonnen. Trotz des vielfältigen Angebots an wissenschaftlichen Ansätzen bezüglich Reengineering von Prozessen, Prozessmodellierung und der Abbildung von Prozessen, finden sich in der Literatur kaum Modelle zur Analyse von Daten- und Informationsflüssen in Prozessen und dadurch wird es verstärkt durch die Komplexität von Prozessen in der Fahrzeugindustrie schwierig diese greifbar zu machen. Das Ziel der Fallstudie ist ein Gesamtkonzept zur prozessorientierten Integration des Datenmanagements durch Anwendung der wissensorientierten Prozessanalyse zu gestalten. Auch für die Verknüpfung von Wissensprozessen mit dem Datenmanagement gibt es in der Literatur keine pragmatischen Konzepte zur Anwendung im EDM-Umfeld.

Die Gestaltungsansätze zu diesem Themenschwerpunkt wurden durch die Abhandlung von zwei Diplomarbeiten unterstützt.

Konkret geht es um die prozessorientierte Analyse des Datenmanagement zwischen zwei Geschäftsprozessen in der Produktentwicklung.¹⁷⁴ Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Methode zur Ermittlung der Prozessbeziehungen und der Abbildung der Vorgehensweise in einem Referenzprozess gelegt. Des Weiteren geht es um die Konzeptentwicklung für die Integration von Wissensprozessen und Datenmanagement in den Produktentwicklungsprozess und der Möglichkeiten diese Beziehungen in Anknüpfung an den Geschäftsprozess zu modellieren.¹⁷⁵

Im Folgenden werden die wesentlichen Erkenntnisse beider Arbeiten in einzelnen spezifischen Themen, aber im Kontext der übergeordneten Aufgabenstellung dargestellt.

6.1.1 Referenzprozess zur Prozessschnittstellenanalyse

Um eine effektive Prozessanalyse vornehmen zu können ist es vorerst erforderlich eine gezielte Geschäftsprozessauswahl und -Abgrenzung vorzunehmen. Ohne darauf genauer einzugehen sind dabei folgende Schritte sinnvoll vorzunehmen:

- Auswahl des Geschäftsprozesses (GP)
- Abgrenzung des GP (Anfang, Ende, Vorgänger, Nachfolge)
- Detaillierung des GP durch Festlegung von wertschöpfenden Teilprozessen
- Auswahl von wissensintensiven Teilprozessen (siehe Kapitel 5.2.3)

Nach diesen eingrenzenden Festlegungen können die einzelnen Teilprozesse in einer Prozessmatrix zu einander in Bezug gebracht werden. Es geht dabei darum, intensive und wissensintensive Beziehungen zwischen Teilprozessen von Geschäftsprozessen herauszufinden und zu beschreiben. Das Ergebnis kann geeignet in der Prozessmatrix dokumentiert werden. Durch die Prozessmatrix können auch widersprüchliche Aussagen der Prozessverantwortlichen zu den Schnittstellen interner Prozesse aufgezeigt und harmonisiert werden.

Aufbauend auf die Prozessanalyse und mit dem Ergebnis der Prozessmatrix kann die B-KIDE-Methode (Kapitel 5.2.6) zur Analyse der Prozesse aus der Wissensperspektive angewandt werden.

Parallel zur Ermittlung der Wissensprozesse erfolgt die Rekonstruktion der Wissensbasis für ausgewählte Prozessbeziehungen.

6.1.2 Analyse und Rekonstruktion des Wissens- und Datenangebots

Bei der Analyse des Wissens-Angebots geht es um die Analyse der organisatorischen Wissensbasis. Bei der Analyse des Daten-Angebots geht es um die Analyse der Datenbasis.

Durch eine strukturierte Erfassung und Abbildung können somit die Wissens- und Datenpotentiale rekonstruiert werden, um für den jeweiligen Untersuchungsbereich Transparenz über die Wissens- und Datenpotentiale zu schaffen. Eine solche Analyse muss zumindest einmal durchgeführt werden, darauf aufbauend müssen die Analysedaten laufend aktualisiert werden und in die Entwicklung von EDM eingebracht werden.

Den Ausgangspunkt für die Analyse der organisatorischen Wissens- und Datenbasis bilden die von einer Unternehmung durchzuführenden Aufgaben, um Kundenbedürfnisse zu befriedigen.

¹⁷⁴ Vgl. MEIER [2005]

¹⁷⁵ Vgl. WURZER [2006]

Dazu muss die vorerst beschriebene Prozessanalyse durchgeführt werden. Nun können einerseits die Analyse des Wissens-Bedarfs und -Angebots und andererseits die Analyse des Daten-Bedarfs und -Angebots erfolgen.

Für diese Analyse ist zunächst für jede Tätigkeit jenes Wissen zu ermitteln, das für die Durchführung erforderlich ist. Aufbauend auf den Wissensinhalten sind die Wissensträger, die über dieses Wissen verfügen, zu erfassen. Auch bei den Wissensträgern sollten die zugehörigen Abteilungen unbedingt miterfasst werden. Der verantwortliche Abteilungsleiter muss in ungeklärten Fällen die Funktion eines Wissensbrokers übernehmen und stellt damit das Bindeglied zu den Wissensträgern dar. Die erfassten Wissensinhalte sollten Kategorien bzw. Wissensgebieten zugewiesen werden, damit in weiterer Folge mit den gesammelten Daten eine Wissenskarte erstellt werden kann. Den Aufgabenträgern stehen nicht für alle Aufgaben Wissensträger für die Abdeckung ihres Wissensbedarfs zur Verfügung. Dies ist einerseits durch begrenzte Personalkosten bedingt, andererseits kann bei vorhandenem Kontextwissen das für die Aufgabenerfüllung erforderliche Wissen auch aus den relevanten Daten zum betreffenden Wissensgebiet generiert werden.

Für die Gestaltung von Wissenstransfers durch Wissensgenerierung aus Daten müssen die aufgabenspezifischen Daten, d.h. die organisatorische Datenbasis, ermittelt werden. Hierbei muss zuerst analysiert werden, welche Daten für die aufgabenspezifische Wissensgenerierung erforderlich sind. Des Weiteren muss untersucht werden, in welcher Form (Papier, EDV) die Daten vorliegen und auf welchen Datenträgern bzw. -systemen (Dokumentation, Datenbank, EDV-System,...) diese Daten gespeichert sind.

6.1.3 EDM Relevante Wissensaktivitäten

Die Wissensaktivitäten bestimmen die Art und Weise des Umgangs mit der Ressource Wissen im jeweiligen Schritt des Wissensprozesses. In der Literatur existiert keine allgemein gültige Definition für sämtliche relevante Wissensaktivitäten. Wie sich schon in Kapitel 4.2.5 gezeigt hat, existieren dafür unterschiedliche Ansätze. Für ein konkretes Umsetzungsszenario ist es jedoch notwendig die zu verwendenden Wissensaktivitäten nach einer Analyse verschiedener Wissensprozesse zu definieren.

Wissensaktivität	Handlungsebene	Datenebene
Identifizieren (transparent machen)	Recherchieren, Navigieren, Suchen	I/O-Tools Suchmaschine, Datenmanagement
Generieren (entwickeln, aufnehmen)	Informieren, lernen, lesen, zugreifen	Visualisierungs-Software, Softwareapplikation, Datenzugriff (Berechtigung)
Aufbereiten	Organisieren, klassifizieren, manipulieren, formalisieren, erfassen, integrieren,	Datenmanipulation, Datenkonvertierung, Pre-/Post- Processing, Datenkorrektur (Qualitäts-, Konformitäts- Check), Datenmanagement
Speichern (Explizieren)	Dokumentieren, kodifizieren	Speichern (Schreiben) auf Datenträgern
Verteilen (teilen, streuen)	Übertragen, verteilen, transferieren, publizieren	Datentransfer, Informationsplattform, Pull-/Push Prinzip, Abonnieren, Work-Flow, Daten-Import/Export, Datenmanagement
Anwenden	Nutzen, wieder verwenden, Handeln	Softwareapplikation, Technische Einrichtungen
Weiterentwickeln (verbessern)	Forschen, interpretieren, vernetzen, kombinieren	Software Computing, Künstliche Intelligenz, Solver
Bewahrung	Sichern, Archivieren	Langzeitarchivierung, Datensicherung

Abbildung 6-1: Ableitung der Wissensaktivitäten auf die Handlungs- und Datenebene

Abbildung 6-1 zeigt die EDM-Relevanten Wissensaktivitäten und deren Ableitung auf Handlungs- und Datenebene als zusammengefasstes Ergebnisse aus der Fallstudie.

Durch das Vorhaben, Beziehungen zwischen Wissensprozessen und dem Datenmanagement abzubilden, werden im Rahmen dieser Arbeit die notwendigen Wissensaktivitäten folgendermaßen definiert:

- Wissen identifizieren
- Wissen generieren
- Wissen speichern
- Wissen aufbereiten
- Wissen verteilen
- Wissen anwenden

Damit können nach einer Rekonstruktion der Wissensbasis und einer Modellierung der Wissensprozesse über die einzelnen Wissensaktivitäten die erforderlichen Aktivitäten auf Datenebene abgeleitet werden. Grundlagen dazu sie im Modell zur Wissens- und Datenintegration unter Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..**

6.1.4 Wissensprozessmodellierung

Generell haben die Untersuchungen durch die wissensorientierte Prozessanalyse ergeben, dass es zwei grundlegende Möglichkeiten gibt, um Wissensprozesse zu dokumentieren. Im umfassenden Fall, definiert man den Wissensprozess als eine Sequenz von Wissensaktivitäten, analog zu einem Geschäftsprozess, der in unterster Ebene als Sequenz von Tätigkeiten repräsentiert wird.

Im vereinfachten Fall ist es möglich, sich auf die vorherrschende Wissensaktivität eines Wissensprozesses zu beschränken. Als konkretes Beispiel soll der Wissensprozess zur Recherche von technischen Informationen bestimmter Bauteile dienen.

Der betroffene Mitarbeiter wird also in irgendeiner Art und Weise einen Suchvorgang einleiten. Nach erfolgreicher Suche ist es auch sinnvoll die Ergebnisse im Sinne einer nochmaligen Verwendung bzw. einer Bereitstellung an Andere abzulegen, d.h. zu speichern oder eventuell zu verteilen.

Die vorrangige Wissensaktivität in diesem Beispiel ist der Teil der sich mit der Suche beschäftigt, der Teil der sich mit dem Ablegen der Ergebnisse auseinandersetzt ist weniger relevant und könnte in der vereinfachten Modellierung weggelassen werden. Die Hilfe zur Unterstützung zum Finden genau dieser Ergebnisse würde nämlich in einem anderen Prozess abgewickelt werden.

In dem Prozess, der diese Ergebnisse benötigt, würde der Wissensprozess auf den vorgesehenen Speicherort verweisen bzw. die entsprechende Person als Wissensträger kennzeichnen und somit den Kreislauf komplett abbilden, ohne jede einzelne Wissensaktivität in jedem Prozess darstellen zu müssen.

6.1.5 Geschäftsprozessmodellintegrierte Darstellung von Wissensprozessen

Anhand der erarbeiteten charakteristischen Parameter eines Wissensprozesses wurde eine Darstellungsmöglichkeit entwickelt, die es ermöglicht eine Brücke zwischen Geschäftsprozessen und Wissensprozessen zu schlagen.

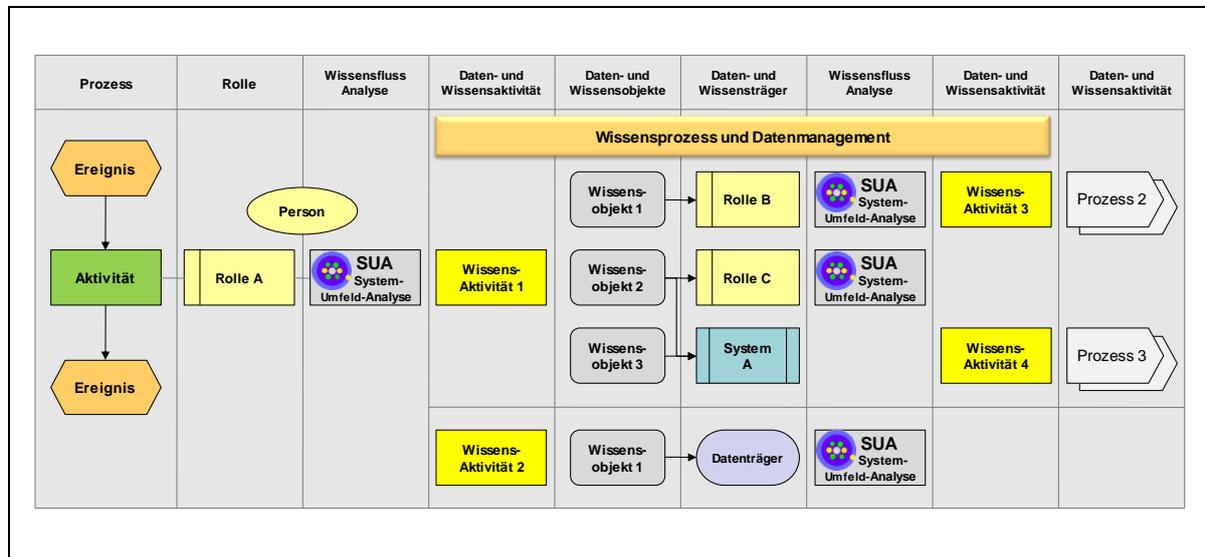


Abbildung 6-2: Darstellung von Wissensprozessen im Geschäftsprozessmodell

Eine Möglichkeit, das Wissenssystem in die Prozessanalyse zu integrieren oder diese in einem weiteren Schritt zu kombinieren, ist die „Systemumfeldanalyse“ (SUA) nach NINAUS.¹⁷⁶

Durch die Kombination der um die Wissenssicht erweiterten ePK mit der Systemumfeldanalyse (SUA) entsteht ein Bild mit sehr hoher Aussagekraft über das auf die prozessbeteiligten Wissensträger verteilte Wissen und möglichen Wissensflüsse. Zur Erklärung dieser Form der Darstellung dient Abbildung 6-2, die einen abstrakten Wissensprozess im Geschäftsprozessumfeld veranschaulicht.

Angeknüpft an die ePK wird zur jeweiligen Wissensdomäne der Wertschöpfungsaktivität die jeweils zur Anwendung kommende Wissensaktivität dokumentiert. Sinnvollerweise wird dies nach Bewertung vor allem an erfolgsrelevanten Aktivitäten wissensintensiver Prozesse vorgenommen.

Der Ausgangspunkt für einen Wissensprozess ist somit immer der entsprechende Schritt im Geschäftsprozess im Zuge dessen er ausgelöst wird, bzw. ausgelöst werden sollte. Die Schnittstelle zum Wissensprozess repräsentiert die Rolle die gemäß dem Geschäftsprozessmodell für die Durchführung des Prozessschrittes verantwortlich ist. Im Zuge der Wissensflussanalyse wird diese Rolle personifiziert, d.h. durch Informationen eines Interviews mit einer Person die diese Rolle einnimmt konkretisiert.

Die Wissensflussanalyse zeigt also das Umfeld einer oder mehrerer Personen die diesen Prozessschritt durchführen im Kontext von Prozess und Wissensprozess. Die nächste Schicht zeigt nun den Typ der jeweiligen Wissensaktivität bzw. untereinander eine chronologische Abfolge Mehrerer für den Fall, dass nicht nur die charakteristische Wissensaktivität dargestellt wird.

¹⁷⁶ Vgl. NINAUS [2005], S. 141

Die Wissensaktivität ist die funktionale Komponente eines Wissensprozesses, beantwortet also beispielsweise die Frage: "Was geschieht mit diesem Wissen?"

Ausgehend von der Wissensaktivität werden rechts davon die maßgeblichen Wissensobjekte respektive Informationsobjekte und deren Beziehung zu den Wissensträgern dargestellt. Hier wird also gezeigt, welche Wissensobjekte welchen Wissensträgern zugehörig sind und wie diese Wissensobjekte an dieser Stelle des Wissensprozesses durch die Wissensaktivität behandelt werden. Im allgemeinen Fall sind Wissensträger wieder von Rollen repräsentiert um den abstrakten Anforderungen des Geschäftsprozessmodells zu genügen.

An dieser Stelle sieht man die Eigenschaft eines Wissensprozess als Schnittstelle zwischen Geschäftsprozessen. Die Rolle die über den Wissensträger definiert ist, kann wieder im Rahmen einer Systemumfeldanalyse¹⁷⁷ personifiziert werden, während diese in weiterer Folge für die Zuordnung zu der korrespondierenden Wissensaktivität eines weiteren Geschäftsprozesses sorgt. Wäre z.B. die linke Seite ein Suchvorgang für bestimmtes Wissen wäre die vom gefundenen Wissensträger aus rechte Seite der Link zu dem Prozess in dem dieses Wissen generiert wird.

Diese Art der Darstellung erlaubt also eine Anbindung und Modellierung von Wissensprozessen an das Geschäftsprozessmodell die durch Schließen des Wissenskreislaufes auch die Schnittstellen zwischen Geschäftsprozessen transparent macht.

¹⁷⁷ Vgl. NINAUS [2007], S. 139f

6.1.6 Integrierte Betrachtung von Wissensprozessen und Datenmanagement in der Projektarbeit

Um eine integrative Darstellung von Wissensprozessen im Geschäftsprozessmodell erreichen zu können, müssen die Eigenschaften eines abstrakten Wissensprozesses genauer betrachtet werden. Abbildung 6-3 zeigt die Eigenschaften eines Wissensprozesses und dessen Positionierung im Kontext von Geschäftsprozessen sowie deren Auslösung durch das Projektmanagement in einem Schichtenmodell.

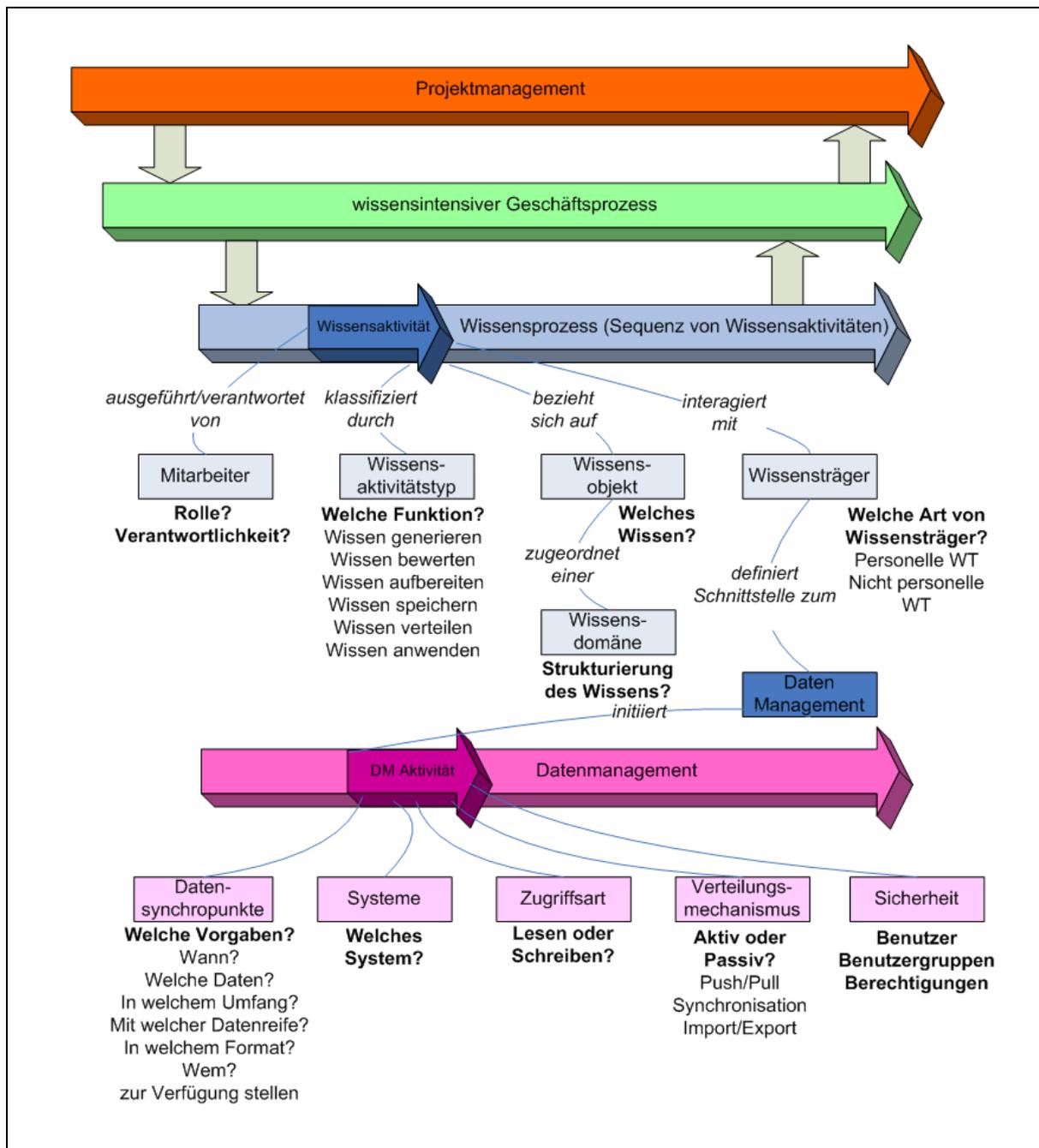


Abbildung 6-3: Integrierte Betrachtung von Wissensprozessen und Datenmanagement

Das Projektmanagement bzw. die Projektvorgaben eines Unternehmens entscheiden über die Auslösung bestimmter Geschäftsprozesse. Im Rahmen derer werden vor allem im Falle von wissensintensiven Geschäftsprozessen eine Reihe von Wissensprozessen ausgelöst, die mit einem Input aus dem Prozess einen geforderten Output an den Prozess zurückliefern.

Art und Umfang dieser In-/ und Outputs hängen in erster Linie vom Typ der Wissensaktivität im jeweiligen Wissensprozess ab. Ein Wissensprozess der der Wissensgenerierung dient wird mehr Output liefern als ein Wissensprozess der vordergründig eine Archivierungsfunktion hat.

6.1.7 Wissensorientiertes Datenmanagement

Nachdem nun Wissensprozesse sozusagen als relevante Trigger für Datenmanagementaktivitäten identifiziert wurden und die allgemeine Positionierung von Wissens- und Datenmanagement geklärt wurde, gilt es deren Zusammenspiel genauer zu analysieren.

Wie schon zuvor beginnt auch das in Abbildung 6-3 dargestellte Schichtenmodell in der allem übergeordneten Projektmanagementebene, in welcher die grundsätzlichen Weichen für das Ausführen der Tätigkeiten in den unteren Ebenen gestellt werden. Der Fokus hinsichtlich der entscheidenden wissensintensiven Tätigkeiten liegt eine Ebene unter der letzten Ebene der Teilprozesse des Geschäftsprozessmodells. Hier sind wissensintensive Tätigkeiten zu verrichten die den Ablauf von Wissensprozessen notwendig machen.

Im naturgemäß stark IT-lastigen Forschungs- und Entwicklungsbereich sind wissensintensive Tätigkeiten sehr oft mit intensiven Datenmanagementaktivitäten gekoppelt. Die Systemlandschaft hierbei ist vielfältig, im automotiven Entwicklungsbereich spielt aber das Produktdatenmanagement eine zentrale Rolle.

Wenn nun innerhalb des Produktentwicklungsprozesses zu einem gewissen Zeitpunkt (Meilenstein) ein bestimmtes Ergebnis gefordert wird, zu dessen Erbringung wissensintensive Tätigkeiten durchgeführt werden müssen, die sich in erklärter Weise durch das Zusammenspiel zwischen Wissensprozessen und Datenmanagementaktivitäten abarbeiten lassen, werden die Vorgaben des Meilensteins auch Konsequenzen für Vorgaben in der Datenwelt haben.

Diese Vorgaben vereinigen sich in einem „Daten-Synchro-Punkt“. Sind die Forderungen des Synchropunktes zum gegebenen Zeitpunkt erfüllt, können die Datenmanagementaktivitäten ausgeführt und der Wissensprozess damit abgeschlossen werden, um das Teilergebnis der wissensintensiven Tätigkeit an den Prozess zurückzuliefern. Die Festlegung dieser Synchropunkte und die chronologische Reihenfolge von Datenmanagementaktivitäten und Wissensaktivitäten sind abhängig vom jeweiligen Anwendungsfall. Eine konkrete Anwendung dazu zeigt Das „Konzept Datenfahrplan“ in Kapitel 6.2.4.

6.1.8 Einflussfaktoren auf den indirekten Wissenstransfer durch Datentransfer in der Handlungsebene

Im Allgemeinen finden in der Handlungsebene jene Prozesse statt, die auf Basis eines definierten Arbeitsablaufes die unternehmerische Wertschöpfung realisieren, bzw. die Voraussetzungen für eine Realisierung schaffen.

Dienen Handlungen aber im Wesentlichen dem Management von Wissen, wie es in der Produktentwicklung zu hohem Maße der Fall ist, so kann in diesem Zusammenhang die Betrachtung auf zwei relevante Prozesse eingeschränkt werden. Neben dem Prozess der Information, kann in diesem Zusammenhang der Prozess der Dokumentation als relevant und als Anteil der Wertschöpfung gesehen werden.

Somit wird ebenso wie die Information die Dokumentation als Prozess und als Sonderform einer Handlung gesehen. Hierbei wirkt der Mensch auf ein technisches Subsystem ein mit dem Ziel, sein Wissen zu codieren und es damit anderen Menschen zugänglich zu machen. Durch diesen Prozess werden im weitesten Sinn Daten erzeugt die wiederum zur Wertschöpfung beitragen.

Entgegen der bisherigen Festlegung bzw. Formulierung des indirekten Wissenstransfers durch den Prozess der Dokumentation und Information wird hier für das EDM festgehalten, dass gerade der **Prozess des Datentransfers** für die Qualität des Wissenstransfers einen wesentlichen Beitrag leisten kann.

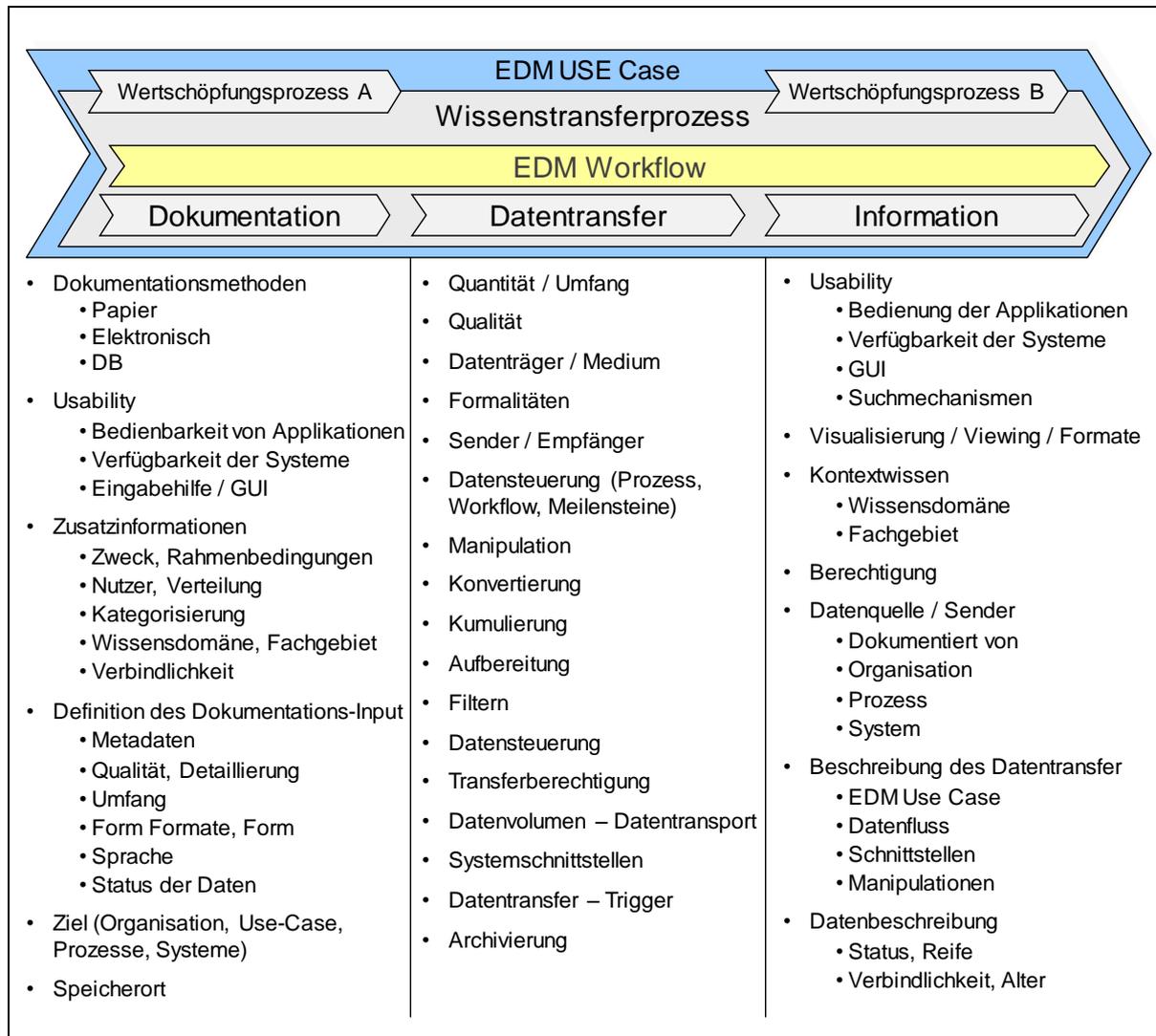


Abbildung 6-4: Einflussfaktoren auf den Prozess des „Datentransfers“

Abbildung 6-4 zeigt eine Übersicht der Interventionsmöglichkeiten im Prozess „Datentransfer“ zwischen dem Wertschöpfungsprozess A und B. Die Übersicht gibt das Ergebnis zahlreicher Analysen von EDM-UseCases der Fallstudie wieder.

Im Bereich des Datentransfers können noch folgende speziell ausgeprägte Datenmanagementaktivitäten ablaufen:

- Datenanreicherung
- Datenfilterung
- Datenaufbereitung
- Datenkonvertierung
- Datenmanipulation

Auf diesem generellen Wissenstransferprozess kann aber jede einzelne Wissensaktivität an sich die Qualität des Wissenstransfers beeinflussen und behindern. Es gibt daher eine Reihe von Barrieren die Wissensfluss stören können.

6.1.9 Daten-Management-Barrieren bei indirekten Wissenstransfer

Aufbauend auf die Erkenntnis aus der B-KIDE-Analyse wird der konkrete Wissenstransfer durch Wissensprozesse analysiert. Dabei kommt es unter anderem auch zu Barrieren im Datenmanagement des EDM-UseCase.

Indirekter Wissenstransferprozess	Wissensaktivität					EDM - Barriere/Problem	EDM - Interventionen
	Generieren	Speichern	Aufbereiten	Verteilen	Anwenden		
Telekommunikation	x	Telekommunikation			x		
Durchgehender Prozess der Dokumentation und Information	x	x	x	x	x		
Unvollkommener indirekter Wissenstransfer							
Wissen wird nur generiert, keine Speicherung	x					<ul style="list-style-type: none"> Keine Speichermöglichkeit (Applikation, Berechtigung) Analyse des Wissenspotenzials zur Datengenerierung 	<ul style="list-style-type: none"> Berechtigungskonzept Wissensorientierte Prozessanalyse (WoPA)
Wissen wird nur gespeichert	x	x				<ul style="list-style-type: none"> Datenmüll unbekanntes Datenpotential (Transparenz) unauffindbare Daten 	<ul style="list-style-type: none"> EDM-Datenanalyse
Wissen wird gespeichert und aufbereitet	x	x	x			<ul style="list-style-type: none"> Unnötige Datenaufbereitung → Datenmüll da keine Datenverteilung bzw. Datennutzer bekannt 	<ul style="list-style-type: none"> Prüfung der Datenaufbereitungsmechanismen Prüfung des EDM-Workflow
Gespeichertes Wissen hat bzw. erreicht keinen Nachfrager	x	x	x	x		<ul style="list-style-type: none"> Keine Workflow - Information Datenablage nicht bekannt kein Datenzugriff, keine Datenzugriffsberechtigung Keine Recherche Tools Keine Anwendungssoftware 	<ul style="list-style-type: none"> Prüfung des EDM-Workflow Berechtigungskonzept Softwareverfügbarkeit updaten
Reine Datenaufbereitung durch das System			x			<ul style="list-style-type: none"> Unnötige Datenaufbereitung aus automatisierten Datenmanagementprozessen 	<ul style="list-style-type: none"> Prüfung der Datenaufbereitungsmechanismen Prüfung des EDM Workflow
Reinen Datenverteilung durch das System				x		<ul style="list-style-type: none"> Unnötige Datenverteilung 	<ul style="list-style-type: none"> Prüfung des EDM Workflow Prüfung des Daten-Verteilers
Reine Datenanwendung					x	<ul style="list-style-type: none"> Im Zusammenhang mit Wissenstransfer ein Problem der Datenaktualität 	<ul style="list-style-type: none"> WoPA EDM-Monitoring
Dokumentation und Information werden unterstützt	x	x			x	<ul style="list-style-type: none"> Datenmanagement Daten-Aufbereitung (optional) funktioniert nicht Daten-Verteilung funktioniert nicht 	<ul style="list-style-type: none"> EDM-Workflow festlegen Systemtechnische Anpassung der Datenbereitstellung Systemtechnische Anpassung der Datenaufbereitung
Handeln ohne EDMS					x	<ul style="list-style-type: none"> Wirklich kein EDM-Bedarf EDM-Barriere der Mitarbeiter Kein Datenpotential vorhanden 	<ul style="list-style-type: none"> WoPA → Wissenspotential für Daten EDM Schulung für Mitarbeiter

Abbildung 6-5: Barrieren im EDM – bezogenen Wissenstransferprozess

Abbildung 6-5 zeigt die unterschiedlichen Ausprägungen von Kombinationen von Wissensaktivitäten und deren Auswirkungen auf den Wissenstransfer, und welche Probleme bzw. Interventionsmaßnahmen für das EDM daraus ableitbar sind. In der Spalte Wissensaktivität sind bestimmte Muster bei nicht funktionierenden Wissensprozessen erkennbar, aus welchen sich klassifizierbare Datenmanagement-Aktivitäten ableiten lassen. Diese sind der Spalte „EDM-Interventionen“ abgebildet.

6.1.10 Referenzprozess zur wissensorientierten Entwicklung von EDM-Use Cases

Um den Zusammenhang zwischen Wissensprozessen und Datenmanagement auch in einem Referenzmodell darstellen zu können und somit die in Abschnitt 5.2 beschriebene Planungsphase für das Datenmanagement in das wissensorientierte Konzept integrieren zu können, greift man wieder auf den Use Case als zentrales Beobachtungsobjekt zurück.

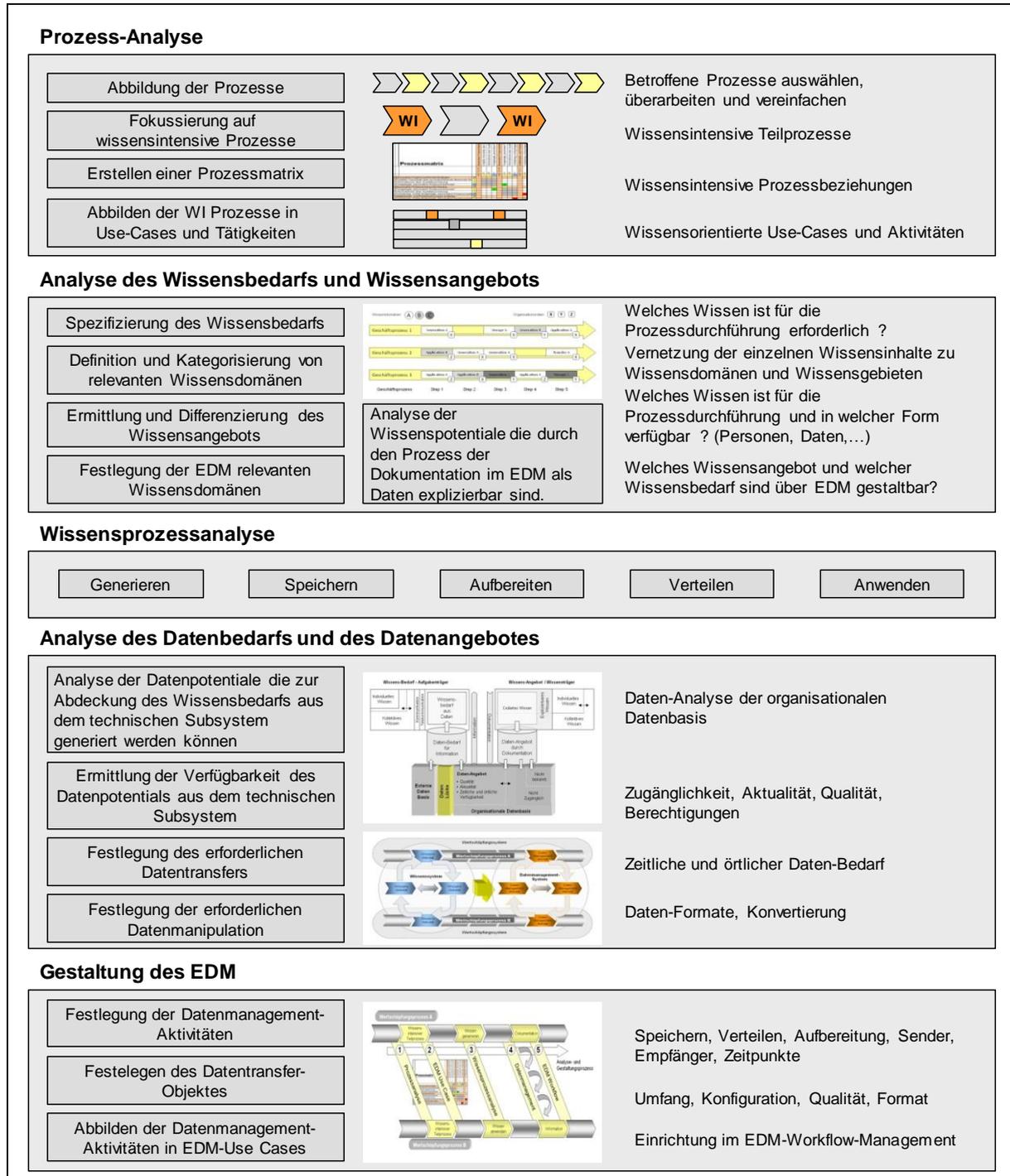


Abbildung 6-6: Referenzprozess zur wissensorientierten Entwicklung von EDM-Use Cases

Ebenso wie in der allgemeinen Planungsphase die Prozessmethoden die Anforderungen für das Datenmanagement vorgeben, sind nun die Use Cases die Lieferanten für die Anforderungen.

Durch die Positionierung der Use Cases und durch die Abbildung der entlang der Use Cases ablaufenden Wissensprozesse kann man nun von einer wissensorientierten Planungsphase im Datenmanagement sprechen. (siehe Abbildung 6-6)

Durch Anforderungen von Use Cases erreicht man, dass die wissensorientierte Use Case-Analyse auch die Anforderungen für die Entwicklung von EDM Methoden bzw. erweiterten Funktionalitäten liefert.

Mit der Kenntnis um die Zusammenhänge zwischen Geschäftsprozessmodell, Wissensprozessen und dem operativen Datenmanagement bildet der Schritt hin zu einer EDM-Methodenentwicklung, die auf Basis von wissensorientierten Untersuchungen erfolgt, den Abschluss dieses mehrstufigen Konzeptes zur Integration von Wissensmanagement in den Produktentwicklungsprozess.

Die im vorigen Abschnitt beschriebene enge Bindung zwischen Wissensprozessen und Datenmanagement ist der Ausgangspunkt dafür, dass sie nicht nur zum Abbilden der aktuellen Vorgänge verwendet werden kann, sondern auch einen Beitrag zum Entwickeln effizienter Methoden für das Engineering Data Management liefern sollte.

Wenn das EDM die zentrale Stelle als Wissensbasis für sehr viele wissensintensive Tätigkeiten im Entwicklungsprozess darstellt, dann muss die wissensorientierte Betrachtung des Datenmanagements ein guter Ansatzpunkt zur Methodenentwicklung sein.

Im Sinne dieses ganzheitlichen Konzepts, das die Anbindung auch zum Geschäftsprozessmodell herstellt, wäre eine Grundlage geschaffen, die diese Art der Maßnahmen und Methodenentwicklung als viel versprechendes Instrument positionieren könnte.

6.2 Integriertes CAD-Datenmanagement in der Automobilentwicklung

Dieses Kapitel behandelt einen speziellen und sehr wichtigen Aspekt im Engineering Data Management, den CAD-Datenmanagement. Ziel dieser Fallstudie ist es ein Konzept zum integrierten CAD-Datenmanagement zu entwickeln. Dieses Konzept ist prozessorientiert und versucht die Anforderungen an das CAD-Datenmanagement durch Einbringung der Wissenssicht über die Rekonstruktion der erforderlichen CAD-Wissensbasis zu schärfen und dadurch die Qualität im CAD-Datenmanagement zu erhöhen.

Die Projektarbeit umfasst das integrierte CAD-Datenmanagement mit DMU und VMU im Produktentwicklungsprozess¹⁷⁸ und behandelt grundlegend die Themen CAD-Datenmanagement, CAD-Modellbeschreibung, die CAD-Datenqualität, das CAD-Workflow-Management, das CAD-Daten-Monitoring und die Steuerung von CAD-Daten im Entwicklungsprozess. Des Weiteren erfolgt eine vertiefte Gestaltung des CAD-Prozesses mit dem Schwerpunkt, die bislang herkömmliche Dokumentation von Produktdaten auf Zeichnungen in das digitale Produkt zu verlagern.¹⁷⁹ Das Ziel ist, ein Gesamtkonzept zum integrierten Datenmanagement in der CAD-Anwendung zu gestalten.

Alle folgenden Gestaltungsansätze zum CAD-Datenmanagement basieren auf der in Kapitel 7.2 vorgestellten Vorgehensweise zur Prozessanalyse sowie der Rekonstruktion der Wissensbasis. Im Folgenden werden die wesentlichen Erkenntnisse dieser Fallstudie in einzelnen spezifischen Themen, aber im Kontext der übergeordneten Aufgabenstellung dargestellt.

6.2.1 Herausforderung zum Thema

Das CAD-Datenmanagement wird in einem Unternehmen üblicherweise nach gewissen Regeln, den so genannten CAD-Standards, festgelegt. Diese Standards nehmen aber nicht stark genug Bezug auf die sich ändernde Anforderung an das CAD-Datenmanagement während der Produktentwicklung. Es erfolgt meist eine grobe Planung von Datenmanagementaktivitäten nach Projekt-Meilensteinen. Dadurch ergibt sich die Notwendigkeit, den Produktentstehungsprozess auch aus Sicht des Datenmanagements zu planen.

Wenig Berücksichtigung finden spezifische Prozessanforderungen an das Datenmanagement, oder das spezifische Datenmanagement zwischen zwei Prozessen. Noch weniger in Betracht kommen bislang die Analysen von Datenmanagement-Aktivitäten durch die Wissensperspektive. Durch die systematische Vorgehensweise

- Prozessanalyse mit Prozessmatrix,
- Rekonstruktion der Wissens- und Datenbasis,
- Überführen der Wissensaktivitäten in Datenmanagementaktivitäten,
- Ableitung geeigneter Gestaltungsansätze für CAD und EDM

soll ein Weg zur effektiven und effizienten Gestaltung von EDM aufgezeigt werden.

Ausgangspunkt für ein prozessorientiertes Datenmanagement können nur die Prozesse selbst sein. Nur wenn diese detailliert festgehalten und sämtliche Schnittstellen definiert sind, können die Anforderungen an die CAD-Daten für einzelne Prozessschritte festgelegt und Maßnahmen gesetzt werden um diese Anforderungen zu erfüllen.

¹⁷⁸ Vgl. HOFER [2005]

¹⁷⁹ Vgl. AMON [2009]

6.2.2 Konzept zum „Integrierten CAD-Datenmanagement“

Die Gesamtheit der Ergebnisse aus den Fallstudien zusammengefasst bildet das Konzept des „Integrierten CAD-Datenmanagements“. EDMS unterstützt im Wesentlichen all diese Anforderungen durch Standard-Funktions-Module und bietet sich daher als ideale Integrationsplattform an. Abbildung 6-7 zeigt die Funktionsmodule

- CAx-Terminplanung (Projektorientierung, Datenfahrplan),
- Konzept der CAD-Geometriereferenz,
- CAD-Datensteuerung,
- CAD-Workflow (Prozessorientierung) und
- CAD-Daten-Monitoring

des integrierten CAD-Datenmanagements, eingebettet zwischen den Projektmeilensteinen und dem Datenfahrplan.

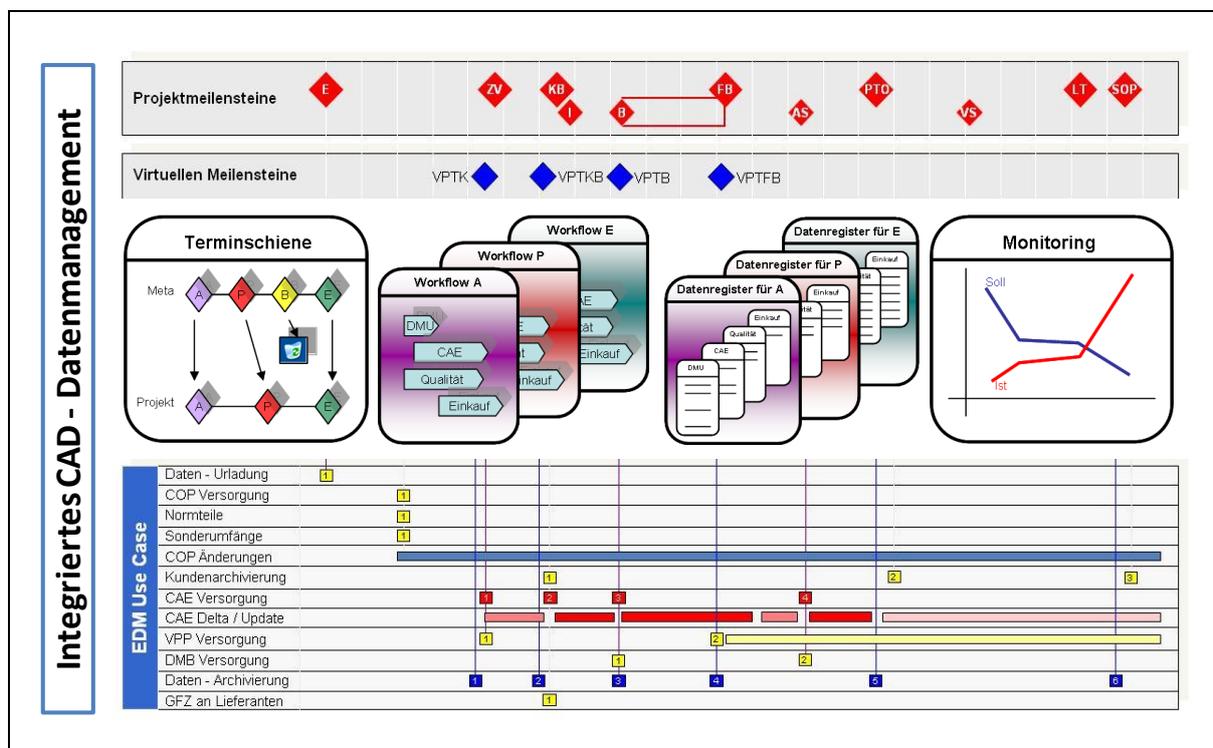


Abbildung 6-7: Konzept zum „Integrierten CAD-Datenmanagement“

Es soll nun auf die einzelnen Funktionsmodule des CAD-Datenmanagements näher eingegangen werden.

6.2.3 CAx-Terminplanung

Als Grundlage für die Planung des CAD-Datenmanagements ist es notwendig die wichtigsten Meilensteine im Projekt und die daraus entstehenden Anforderungen an das CAD-Datenmanagement abzufragen bzw. abzustimmen. Sie gelten als erster Anhaltspunkt für die Planung von Datenmanagementaktivitäten und den notwendigen Anpassungen an EDM-Methoden und -Systeme. Aus projektspezifischen Erfordernissen sind immer wieder Anpassungen der Meilensteine notwendig. So kann es vorkommen dass Meilensteine entfallen, andere hinzukommen oder sich die Ereignisse und Zeilen von einem zum anderen Meilenstein verschieben. Hintergrund könnte z.B. sein, dass man die Meilensteine an die vorgegebenen „Quality-Gates“ des Kunden anpasst. Die Terminplanung bildet auch die Grundlagen für die Erstellung des Datenfahrplans (siehe 6.2.4).

6.2.4 Das „Konzept Datenfahrplan“

Das „Konzept Datenfahrplan“ ist ein Steuerungswerkzeug für das CAD-Datenmanagement. Es ist in vier Ebenen gegliedert und ist zeitlich an den Projektterminplan gekoppelt bzw. angepasst.

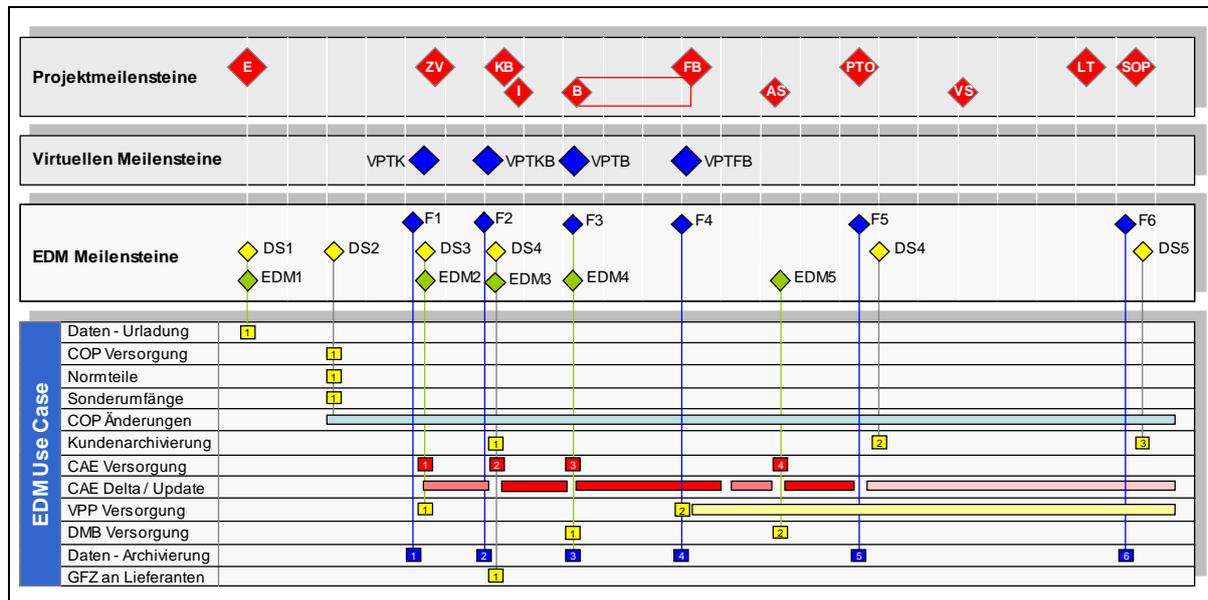


Abbildung 6-8: Das Konzept „Datenfahrplan“ im Produktentwicklungsprozess

Abbildung 6-8 zeigt schematisch einen solchen Datenfahrplan. In der ersten Ebene wird die Verknüpfung zum Projektterminplan hergestellt in dem die wichtigsten Projekt-Meilensteine übernommen und notwendige zusätzliche Quality-Gates für das CAD-Datenmanagement im Projekt definiert werden.

In der zweiten Ebene wird die Entwicklung des virtuellen Produktes abgebildet, welches sich aus der Summe der CAD-Daten zu den jeweiligen Zeitpunkten entsprechenden den Anforderungen an die Geometriereferenz bereitstellen lässt.

In der dritten Ebene erfolgt die Dokumentation der für das Datenmanagement erforderlichen EDM-Meilensteine. Diese sind wesentlich genauer abgebildet, da sie vor allem auch die Datenmanagement-Aktivitäten zwischen zwei Fachprozessen steuern sollen.

In der vierten Ebene sind die EDM-UseCases abgebildet aus denen die konkreten Datenmanagement-Aktivitäten abgelesen werden können.

Der Datenfahrplan enthält aber nicht nur die Termine des Datenmanagements, sondern auch den Bezug zu der zu den jeweiligen Datenmanagement-Aktivitäten erforderlichen Beschreibung des Datenumfanges (Qualität, Konfiguration, Umfang,...). Diese werden durch die Geometriefferenz definiert und ebenfalls im Datenfahrplan abgebildet.

Die Herausforderung der graphischen Darstellung ist die zeitliche Parallelität der Prozesse in einer überblickbaren Form ohne Informationsverlust darzustellen. Die Pfeile bzw. Verbindungen sind grundsätzlich so zu verstehen dass sie immer von einer Datenquelle zu einer Datensenke gehen aber keine Aussage darüber treffen, in welcher Granularität sich die Inhalte bewegen. Zur Verdeutlichung ein Beispiel in Bezug auf die Granularität:

Sowohl die Funktion Betriebsfestigkeit als auch die Mehrkörpersimulation (MKS) benötigt für ihre Absicherungsuntersuchungen Informationen unter anderem aus den Produktdatenbündeln Geometrie und Struktur. Die MKS fordert als Basis für eine Achsanalyse oder Fahrodynamiksimulation ausschließlich die Koordinaten der Lagerpunkte im Raum der involvierten Bauteile ein.

Die genaue geometrische Form der Lenker, Stabilisatoren, etc. sind hier nicht relevant. Output sind räumliche Kurven, die die einzelnen Punkte vollführen bzw. deren Auswirkung auf das Fahrverhalten. Rückfluss in Richtung Konstruktion stellen wieder etwaige Änderungen der Koordinaten oder Hüllkurven, die als möglicher Raum für die Teile gelten, dar. Im Gegensatz dazu braucht die Betriebsfestigkeitsberechnung sowie deren Kunden möglichst stimmige und ausdetaillierte Geometrien, die dann in den entsprechenden Systemen aufbereitet und mit Zusatzinformationen angereichert werden.

Aus dem angeführten Beispiel ist zu erkennen dass es sich bei MKS um eine Funktion handelt, die im Tätigkeitsfeld Achsanalyse oder Fahrdynamiksimulation mit relativ wenig Information sehr weit reichende und aussagekräftige Simulationen durchführt.

In der Anwendung des Datenfahrplanes zeigt sich aber auch, dass es wenig Sinn ergibt bzw. auch schwer machbar ist, alle Attribute zu erfassen und in entsprechender Form zu erheben, um einen Datenfahrplan auf dieser Ebene zu erstellen. Wenn man in Bezug auf die Granularität in diese Tiefe vorstößt, wird ist es praktisch unmöglich, dem 100% Anspruch gerecht zu werden und es ist in weiterer Folge auch sehr schwierig, die gesamten Daten terminlich zu verfolgen.

Sinnvoll und machbar erscheint es im ersten Schritt, sich auf die im Datenfahrplan eingeführten Produktdatenobjekte „Geometrie – Struktur – Werkstoff – Verbindungstechnik“ zu beschränken.

Erwarteter Nutzen aus dem Datenfahrplan

- Bewusstseinsbildung der Mitarbeiter. Wenn sich die jeweiligen Fahrzeug-Projektgruppen und alle beteiligten Bereiche unter Leitung des Datenmanagers immer wieder mit dem Thema „Datenfahrplan“ auseinandersetzen und auch ihren individuellen Nutzen erkennen so kann sich dieses Werkzeug zu einem Selbstläufer entwickeln.
- Einsparung von Absicherungstätigkeiten mit wenig Aussage. In den Terminplänen mancher Projekte scheinen teilweise Simulationen auf, für die in dem standardmäßig festgelegten Zeitraum keine sinnvollen Aussagen gemacht werden können. Es kann vorkommen, dass die Simulationen zu einem späteren Zeitpunkt wiederholt werden müssen.
- Weniger Problembehandlungen aufgrund fehlender Daten. Wenn man sich im Team, wie oben vorgeschlagen, einigt, dass Absicherungen aufgrund fehlender Daten zum jeweiligen Zeitpunkt keinen Sinn machen, reduzieren sich automatisch auch die unbegründeten Problempunkte. Reibungen im Projekt werden vermindert und die Mitarbeiter können sich wieder auf das Wesentliche konzentrieren.

6.2.5 Das Konzept Geometriereferenz

Die Erstellung der CAD Modelle erfolgt im „CAD-Autoren-System“, die Datenbereitstellung im EDMS erfolgt über die Integrationsplattform. Von der „Schnittstellentiefe“ zwischen CAD und EDMS hängt die Arbeitsweise in Bezug auf die Datenhaltung und den Datentransfer ab. Meist ist die Übertragung von Einzelmodellen weniger das Problem, große Hürden verbergen sich immer wieder dahinter wenn es darum geht Strukturinformationen auszutauschen.

Ziel ist es, als Basis für die konstruktiven Fachbereiche und für eine bessere Versorgung der Fachbereiche zur funktionalen und produktionstechnischen Absicherung eine eindeutige Geometriereferenz mit verbindlichen Geometrieständen bereitzustellen.

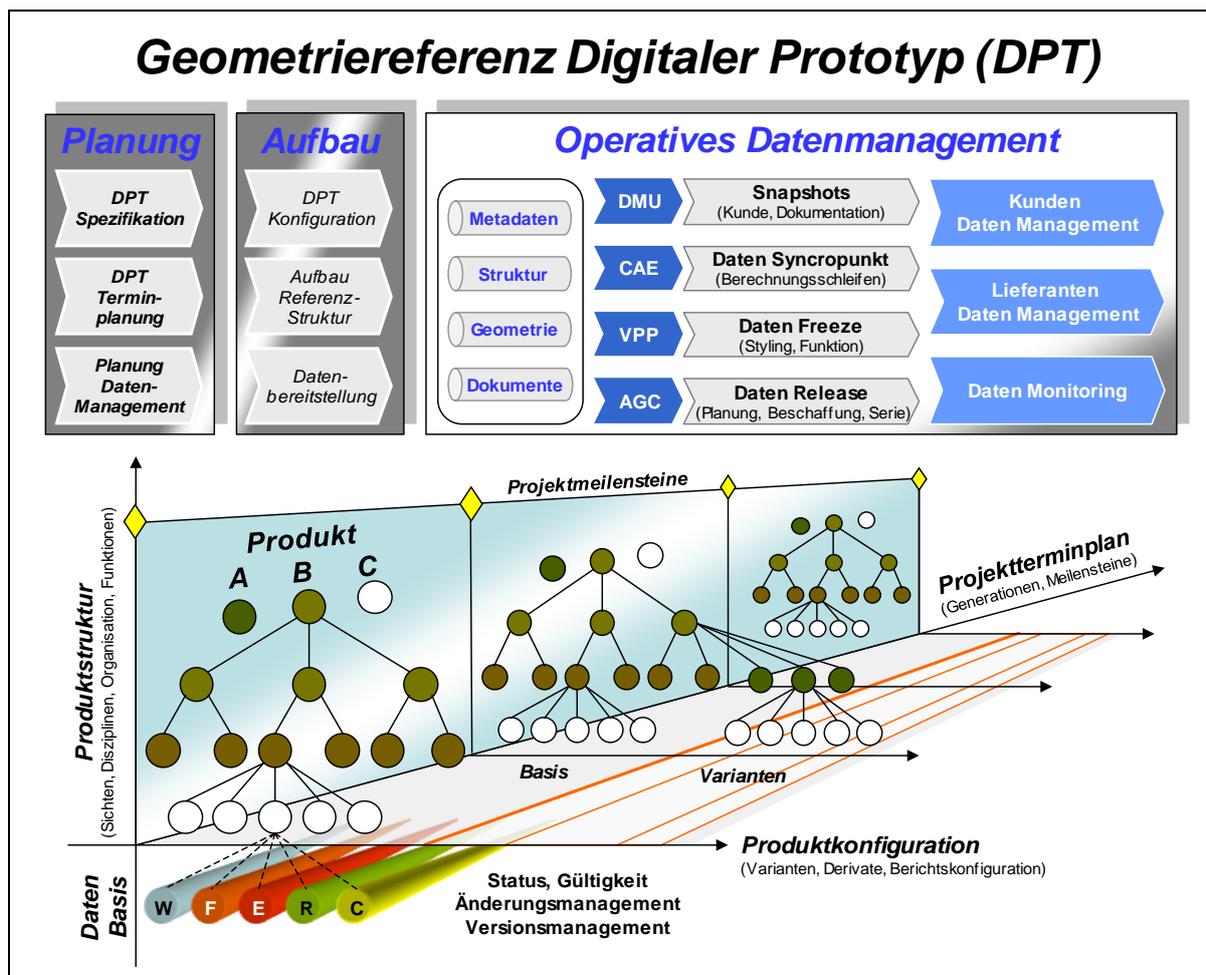


Abbildung 6-9: Das Konzept „Geometriereferenz“ für das digitale Produkt

Abbildung 6-9 zeigt das „Konzept Geometriereferenz“ welches in drei Dimensionen beschrieben werden kann:

- Die Produktkonfiguration: Legt im Wesentlichen die Zusammenstellung des Fahrzeugproduktes fest. Hier werden z. B. Antriebs- oder Ausstattungsvarianten abgebildet.
- Die Produktstruktur: Dabei werden die unterschiedlichen Sichten auf das virtuelle Produkt abgebildet (DMU, CAE, Montage,...).
- Die Produktentwicklung: In dieser Dimension werden die unterschiedlichen Reifegrade des Produktes entlang des Entwicklungsprozesses abgebildet. Diese werden nach Meilensteinen oder Generationen terminlich gesteuert.

In der Abbildung ist auch dargestellt, dass es zur Anwendung der Geometriereferenz wieder vorbereitender und operativer Datenmanagementaktivitäten im Projekt bedarf. Diese lassen sich im Wesentlichen durch die Planung, den Aufbau und das operative Datenmanagement mit seinen vielseitigen Anwendungsfällen darstellen.

6.2.6 CAD-Datensteuerung

Im Entwicklungsablauf wird das CAD-Modell ausgehend von einem Grundkörper immer weiter ausdetailliert, bis schließlich alle notwendigen Konstruktionselemente enthalten sind. Dies wird im definierten Reifestufenmodell festgehalten.

Im Datenfahrplan ist erfasst welche Informationen ein bestimmter interessierter Kreis an Mitarbeitern (z.B. DMU) benötigt. Diese Bündel stellen im Idealfall die Gesamtheit aller Daten dar die im Zuge eines Produktlebenszyklus je Funktionseinheit benötigt werden.

Dabei ist noch nicht definiert wo die Daten her kommen, in welcher Qualität sie vorliegen müssen oder zu welchem Zeitpunkt sie zur Verfügung zu stehen haben. Um die Daten einer definierten Geometriereferenz im Datenfahrplan auch mit der erforderlichen Qualität zu versorgen, werden die CAD-Dokumente über ein dreidimensionales Reifegradmodell beschrieben und auf dieser Basis für die jeweilige Verwendung auch geprüft. Diese beschreibt den Entwicklungsstand des Einzelmodells und sämtliche konstruktiven Festlegungen wie Geometriereife, Schweisspunkte oder Toleranzen. Wurden in einer Reifestufenfestlegung die Bedingungen definiert, die für eine bestimmte Reifestufe notwendig sind, kann damit jedem Modell eine Reifestufe zugeordnet werden.

Das dreidimensionale Reifegradmodell für CAD-Dokumente

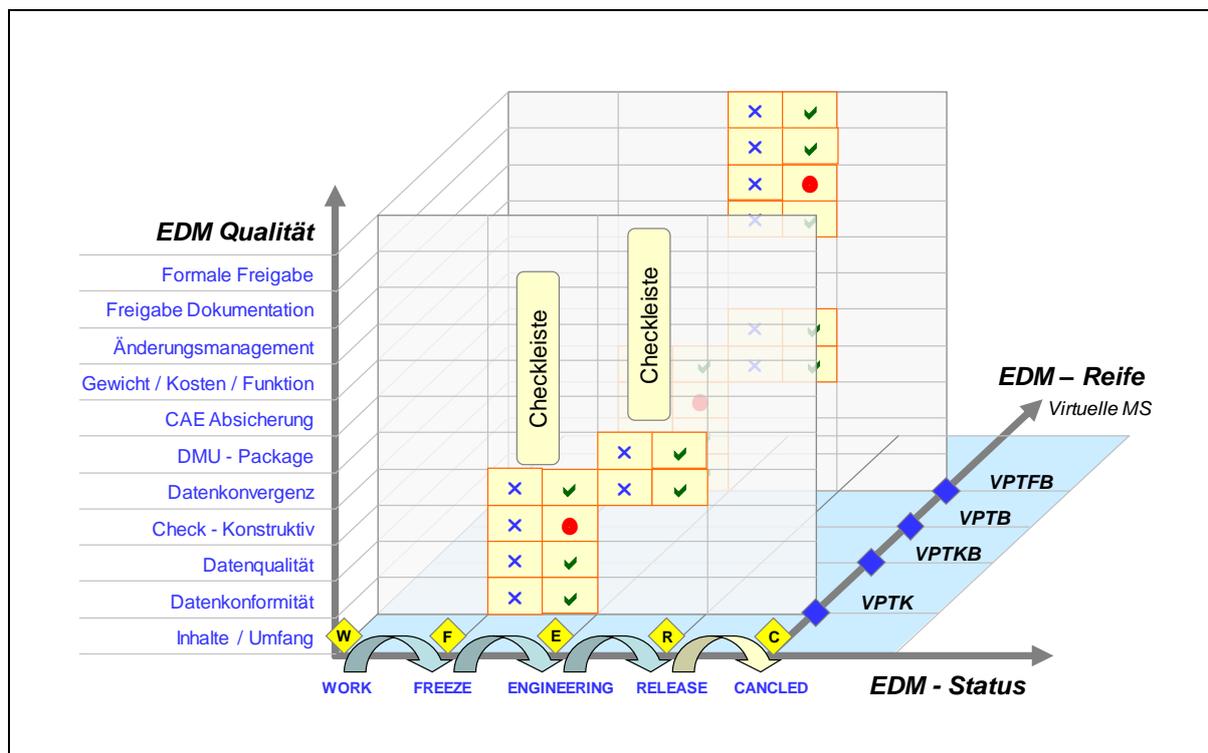


Abbildung 6-10: Das dreidimensionale Reifegradmodell für CAD Dokumente

Abbildung 6-10 zeigt das dreidimensionale Reifegradmodell für CAD Dokumente im EDM-System welches sich in folgende Abschnitte gliedert:

- EDM-Reife - Verwendungsreife der Geometrie, der
- EDM-Qualität - Welche Anforderungen sind an die CAD Geometrie sind gestellt bzw. werden erfüllt, und den
- EDM-Status – Mit welcher Verbindlichkeit können die CAD Daten im Prozess bereitgestellt werden.

Das Reifegradmodell wirkt in Abhängigkeit von der definierten Geometriereferenz im Datenfahrplan auf den generisch abgebildeten EDM-Workflow.

In diesem Zusammenhang ist auch die „CAD-Datenqualität“ von Bedeutung welche durch folgende Aspekte definiert werden kann:

Quantitative Qualität

Diese Art der Qualität trifft im Zusammenhang mit Daten eine Aussage darüber, wie hoch der Befüllungsgrad der Geometriereferenz im Vergleich zu 100% ist.

Konformitätsqualität / administrative Qualität

Die Daten entsprechen den systemtechnischen und oder organisatorischen Vorgaben. Sie trifft keine Aussage über die inhaltliche Qualität.

Inhaltliche Qualität

Die inhaltliche Qualität trifft eine Aussage über die Stimmigkeit der ausgewählten Daten in Bezug auf den Anwendungsfall, oder ob das Ergebnis einer vorangegangenen Prüfung korrekt ist.

Qualitätschronologie

Bei der Überprüfung der einzelnen Qualitäten ist es sinnvoll eine logische Abfolge einzuhalten. Es wird z.B. nicht viel bringen eine Überprüfung des Umfangs (quantitative Qualität) durchzuführen wenn vorher nicht hinterfragt wurde ob das System im Betrachtungszeitraum stabil gelaufen ist (Verfügbarkeitsqualität).

6.2.7 Generischer EDM-Workflow für das CAD-Datenmanagement

Um die logistischen Anforderungen an den Datenfahrplan abhandeln zu können müssen Workflows eingerichtet werden. Diese sind im Zuge der Projekthochlaufphase abzustimmen und an die jeweiligen Projekterfordernisse anzupassen.

Die Workflows sollen aus dem PEP abgeleitet werden und spiegeln die Interaktionen der Fachbereiche wieder. Diese müssen in Bezug zu den Datenregistern je Meilenstein stehen.

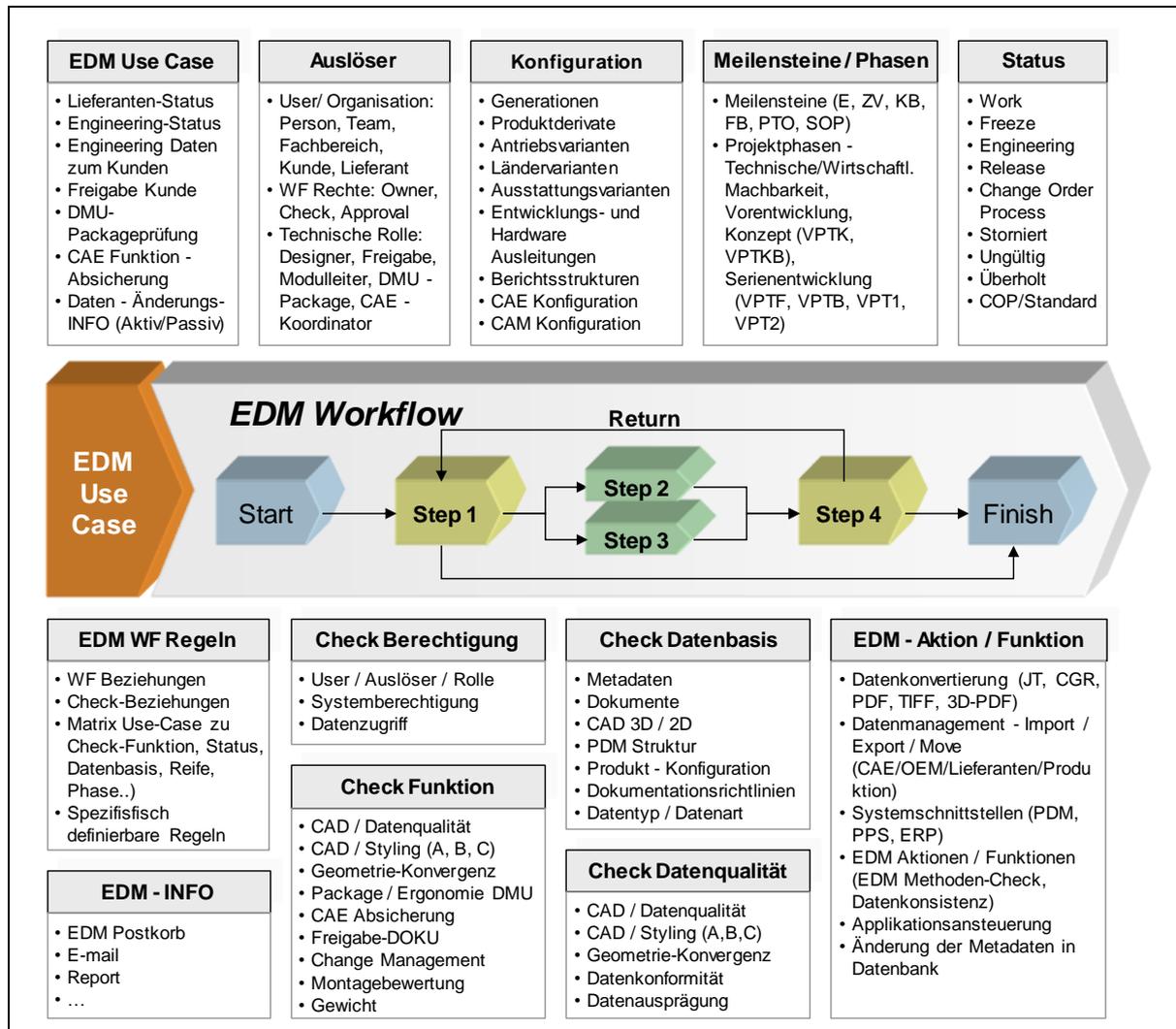


Abbildung 6-11: Generischer EDM-Workflow für CAD Dokumente

Abbildung 6-11 zeigt den generischen Aufbau eines EDM-Workflows zur Steuerung des CAD-Datenmanagements sowie deren Einflussfaktoren. Als zentrales Element ist aufbauend auf einen EDM-UseCase der Workflow mit seinen einzelnen Prozessschritten abgebildet. Der Workflow hat einen definierten Start welcher mit einem Auslöser versehen ist. Der Workflow ist aus mehreren Steps mit Verzweigungen und Returns aufgebaut und wird Systemgesteuert durchschritten.

Innerhalb des Workflows werden dann die Prozessrelevanten Aspekte des CAD-Datenmanagements abgefragt, geprüft, geändert und daraus EDM-Aktivitäten, Informationsflüsse oder Änderungen an Produktdaten oder Prozessdaten vorgenommen. Die Workflows nehmen auch Rücksicht auf die Festlegungen im „Datenfahrplan“.

6.2.8 Daten-Monitoring

Mindestens zu jedem Meilenstein sollen die Inhalte des Datenfahrplanes einem Monitoring unterzogen werden. Am sinnvollsten erscheint es einen sogenannten Datenmanager einzuführen der die Gesamtübersicht im Auge behält und an die Projektleitung berichtet.

Datenmanagementaktivitäten:

- System: Grundlegend muss eine Systemlandschaft verfügbar sein damit die Daten fließen bzw. ausgetauscht werden können. Vorher hat ein Monitoring in Bezug auf Inhalt keinen Sinn.
- Quantität: Danach ist zu steuern bzw. zu verfolgen um welchen Umfang es sich im Betrachtungszeitraum handelt.
- Operativ: Darauffolgend müssen die operativen Tätigkeiten abgebildet werden. D.h. sind die Daten vom jeweiligen Sender rechtzeitig bereitgestellt worden.
- Zeit: Als nächstes sind die Systemdurchlaufzeiten zu betrachten. Hier geht es um Rechnerleistungen.
- Workflow: Kennzahlen, Workflow-STATI, Anzahl der Anwendungen usw.

Um den Fortschritt der Konstruktion dokumentieren und berichten zu können, müssen quantifizierbare Kennzahlen definiert werden. Diese sollten in Hinblick auf eine spätere systemtechnische Realisierung einfach zu erheben und von vornherein planbar sein.

Zu den typischen Kriterien welche im CAD-Monitoring abgerufen werden zählen:

- Datenaktualität (Datenalter, Datenreife, Datenstatus)
- Daten-Verfügbarkeit
- Daten-Qualität
- Daten-Konsistenz
- Integrationsgrad (Verwendung, Konfiguration)

Das CAD-Datenmonitoring ist üblicherweise kein Standard-Funktionsmodul eines EDMS. Es würde aber auf Grund der umfassend vorliegenden Datenbasis Sinn machen, ein CAD-Monitoring in eine bestehende EDM-Landschaft zu implementieren.

6.2.9 Zusammenfassung zum Thema

Die Fallstudie zeigt ein Konzept für strukturiertes und integriertes Datenmanagement das prozessorientiert und projektunabhängig angewendet werden kann. Wesentliche Faktoren sind dabei die rechtzeitige Verfügbarkeit und die notwendige Qualität der Daten im Prozessablauf. Daraus sollten in weiterer Folge Maßnahmen auf der Ebene des Datenmanagements abgeleitet werden. Mit der detaillierten Aufnahme der Tätigkeiten für die Erstellung des Geometriemodells und der Modellierung von projektunabhängigen Prozessen (Referenzprozessen) können die Datenflüsse zwischen den parallel ablaufenden Entwicklungsprozessen prozessintegriert dargestellt werden. Ein prozessorientiertes Datenmanagement umfasst Datenflusssteuerung und Datencontrolling, was mit allen erarbeiteten Methoden im Zusammenspiel erreicht werden kann.

Aus dieser systematischen Vorgehensweise können aber auch die dafür notwendigen EDM-Methoden und EDM-Systemanforderungen für eine möglichst reibungslose Datenversorgung abgeleitet werden.

6.3 Parametrisch assoziative Geometrieerzeugung zur Konzeptauslegung in der Automobilentwicklung

Einen beispielhaften Gestaltungsansatz zum woEDM stellt die „Parametrisch assoziative Geometrieerzeugung zur Konzeptauslegung in der Automobilentwicklung“ dar. Dieses Thema beinhaltet ein großes Potential zur prozessorientierten Integration von Wissensmanagement in das Engineering Data Management.

Die Anwendungsmethode ist sehr stark an den Fachprozess gebunden, es handelt sich um wissensintensive Prozesse, dahinter steckt ein komplexes Datenmodell und Datenmanagement, und das Ganze wirkt durch den integrierten Ansatz fokussiert auf das Produktwissen.

Im Umfeld dieser Arbeit wurde ein kooperatives Projekt mit dem Ziel gestartet, neue Methoden zu Konzeptauslegung unter Zuhilfenahme der Parametrik moderner CAD-Systeme zu entwickeln und in die Entwicklungsumgebung der geometrischen Integration als Standard für die Konzeptauslegung einzuführen. Das durch diese Projektarbeit entstehende Werkzeug sollte die Bezeichnung „Concept Car“ erhalten und wurde in der ersten Entwicklungsstufe durch die Abhandlung von zwei Diplomarbeiten unterstützt.

Die erste Arbeit mit dem Titel „Gesamtkonzept zur parametergesteuerten Konzeptarbeit in der Automobilentwicklung – Package, Layout, Ergonomie“¹⁸⁰ befasste sich mit der Erstellung eines Gesamtkonzeptes zum „Concept Car“ sowie dessen Integration in die Fachprozesse der geometrischen Integration. In der zweiten Arbeit mit dem Titel „Entwicklung eines Werkzeugs zur parametergesteuerten Geometrieabsicherung im Gesamtfahrzeug“¹⁸¹ ging es primär um die systemtechnischen Realisierungen der methodischen und funktionalen Anforderungen aus der parallel laufenden konzeptuellen Arbeit.

6.3.1 Herausforderung zur Themenstellung

Der Automobilentstehungsprozess erlebt derzeit eine Komplexitätsexplosion durch immer anspruchsvollere Marktanforderungen an Produktvarianz und Funktion bei gleichzeitig stagnierender Marktentwicklung. Zugleich entsteht im Rahmen der Neuorientierung des Automobils durch den Trend zu kleineren und leichteren Fahrzeugen sowie die damit verbundene Debatte um die Antriebsstrategie der Zukunft die Möglichkeit und Notwendigkeit, die Fahrzeugarchitektur und das Fahrzeugdesign radikal zu verändern. Diese Entwicklungen erfordern die Reduktion von Investitionsrisiken in der frühen Phase der Produktauslegung und -Gestaltung sowie die Zusammenführung der funktionalen und geometrischen Produktdefinition auf Basis von Prozessen, Methoden und Systemen.

Die Fahrzeugentwicklung beginnt in der Initialphase mit der Definition des Pflichtenheftes und des Fahrzeug-Packages. Letzteres bildet zusammen mit dem Design und den Entwicklungsschnitten die Randbedingungen für den ersten Fahrzeugentwurf. Insbesondere bei der Erstellung neuartiger Fahrzeugkonzepte ist in der frühen Phase maximale Flexibilität des virtuellen 3D-CAD-Modells gefordert, da eine Vielzahl von Package-Varianten hinsichtlich Design und Funktion bewertet werden müssen. Um eine gesamtheitliche Sicht der konzeptionellen Fahrzeugentwicklung zu ermöglichen, müssen neben den geometrischen auch funktionale Aspekte berücksichtigt werden. Im Fokus stehen die einfache und schnelle Erzeugung eines übergeordneten virtuellen Fahrzeugkonzeptmodells für die geometrische Auslegung, Absicherung von Package, Ergonomie und Styling sowie dessen funktionale Auslegung und Optimierung.

¹⁸⁰ Vgl. THEISS [2009]

¹⁸¹ Vgl. ROSSBACHER [2009]

Der Ansatz, bereits in der Konzeptphase mit einem vollwertigen CAD-System zu arbeiten, ermöglicht eine wesentlich höhere Durchgängigkeit vom Konzept zur Serie. Allerdings gilt es, einen strikten methodischen Ansatz umzusetzen. Aufgrund des Funktions-Umfangs und der zugrunde liegenden tiefen Parametrik gängiger CAD-Systeme ist die geforderte Flexibilität der Konzeptmodelle hinsichtlich Änderbarkeit aufgrund ihrer Komplexität nur schwer zu erreichen. Diese tiefe Parametrik verlangt, schon bei der Modellerstellung später eventuell vorzunehmende Konzeptänderungen einzuplanen, um die Modelle auch für größere Änderungen stabil zu halten. Auch in Hinblick auf innovative EDM-Strategien eröffnet diese Herangehensweise großes Potential.¹⁸²

Das Ziel des „Concept Car“ ist es, ein Werkzeug für die frühe Konzeptphase zu schaffen, welches in der Lage ist, bereits mit einer geringen Anzahl an Fahrzeugdaten ein brauchbares Konzeptmodell zu generieren und dieses in Hinblick auf gesetzliche und kundenspezifische Vorgaben zu validieren. Des Weiteren soll die Analyse und Bewertung bereits bestehender Konzepte ermöglicht werden. Dazu werden neue Methoden zur Konzeptauslegung unter Zuhilfenahme der Parametrik moderner CAD-Systeme entwickelt und in die Entwicklungsumgebung zur geometrischen Integration als Standard für die Konzeptauslegung eingeführt.

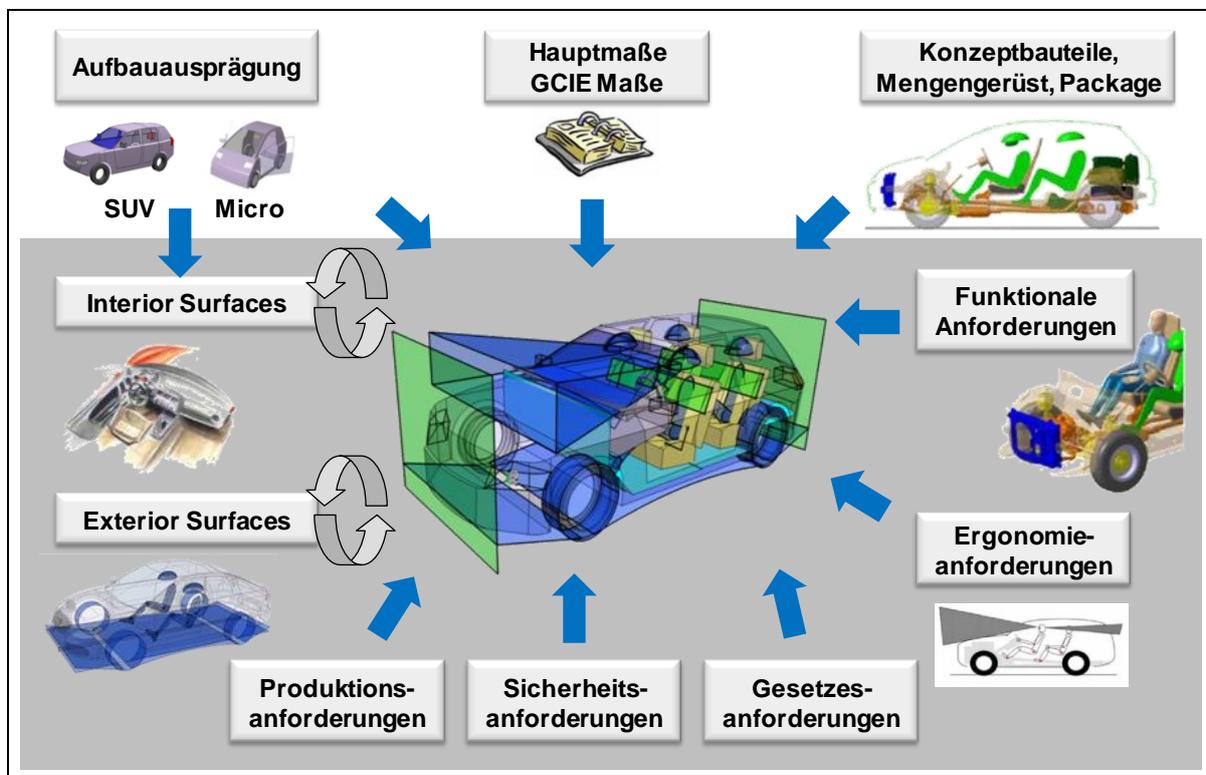


Abbildung 6-12: Integriertes 3D-CAD Modell mit den Einflussfaktoren in der Fahrzeugentwicklung¹⁸³

In der frühen Konzeptphase ergeben sich Einflüsse auf das Fahrzeugpackage aus unterschiedlichsten Teilbereichen. Das Werkzeug soll es ermöglichen, diese zum Teil sehr divergierenden Faktoren in der Entwicklung aus geometrischer Sicht berücksichtigen und bewerten zu können, um damit die technische Absicherung eines Konzeptes sicherzustellen.

Abbildung 6-12 gibt einen Überblick über die wichtigsten Einflussfaktoren auf das integrierte 3D-CAD Modell in der Automobilentwicklung. Die Herausforderung an die angewandte Methodik ist es daher, diese in welcher Form auch immer, in einem gesamtheitlichen Modell abbilden zu können.

¹⁸² Vgl. SENDLER u. a. [2008]

¹⁸³ Vgl. HIRZ u. a. [2008], S. 4

6.3.2 Das Konzept und der Aufbau des „Concept Car“¹⁸⁴

Das Konzeptwerkzeug ist modular aufgebaut, wobei sich die Module nach Fahrzeugumfängen sowie nach dem Gegenstand der Absicherung von Anforderungen an das Gesamtfahrzeug unterscheiden. Die einzelnen Module beinhalten Fahrzeugaußengeometrien, Geometrien des Fahrzeuginnenraumes, die Abbildung der geometrischen Gesetzesanforderungen und Geometrien mit welchen räumliche und die Ergonomie beeinflussende Eigenschaften abgebildet werden.

Diese Geometrien werden parametrisch assoziativ aufgebaut und sind über eine Steuerungstabelle und im CAD-Modell durch Parameteränderungen steuerbar. Ein weiteres Modul beinhaltet die Silhouetten verschiedener Motoren und Getriebe sowie Komponenten des Antriebsstrangs, die je nach gewähltem Antriebskonzept über die Parametersteuerung verschieden angeordnet werden können (siehe Abbildung 6-13). Mit der erfolgten Einbindung eines Moduls zur Absicherung von Gesetzesanforderungen in das „Concept Car“ kann das damit erstellte Konzeptfahrzeug sofort auf die Einhaltung bestimmter geometrischer Gesetzesanforderungen untersucht werden. Dies ist durch die Voreinstellung der nicht an die Fahrzeuggeometrie gebundenen Funktionen im CAD-Modell von Beginn des Werkzeugeinsatzes an möglich, ohne große Vorarbeit bei der Einrichtung der Prüffunktionen leisten zu müssen.

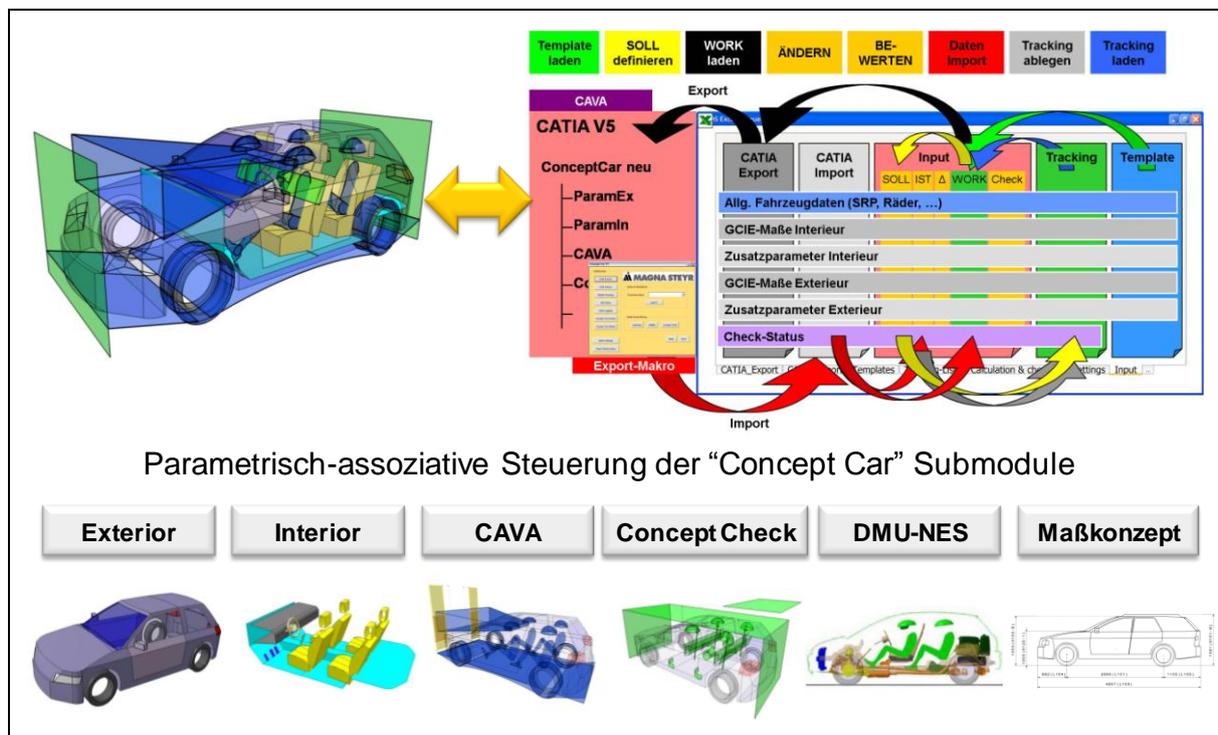


Abbildung 6-13: Modularer Aufbau des „Concept Car“¹⁸⁵

Abbildung 6-13 gibt eine Übersicht über die im Werkzeug verfügbaren Geometrie-Module im CAD-System und der steuernden Parameter in der Datenbank.

In der Anwendung setzt sich die Datenbanksteuerung des 3D-CAD Modells aus zwei Kernkomponenten zusammen. Dies sind zum einen die Parameter-Datenbank, welche Verwaltungs- und Sicherungsaufgaben bereitstellt und zum anderen das CAD-Modul, das die geometrische Visualisierung der Fahrzeugparameter, Bewertungs- und Prüffunktionen enthält.

¹⁸⁴ Vgl. THEISS [2009], S. 138

¹⁸⁵ Vgl. HIRZ u. a. [2008], S. 5

Die Verknüpfung der beiden Komponenten wird über die CAD-Systemeigene Funktion Konstruktionstabelle bzw. durch die standardmäßig verfügbare I/O-Schnittstelle bewerkstelligt. Diese Eigenschaften erlaubten die Entwicklung eines hochflexiblen und modularen Werkzeugs, das die Möglichkeit einer raschen und einfachen Erweiterung bietet.

Die Datenbank beinhaltet Templates mit voreingestellten Konfigurationen von Parametersätzen für unterschiedliche Fahrzeuge bzw. Fahrzeugklassen, wodurch eine schnelle erste Generierung eines Package-Modells ermöglicht wird. Das anhand des parametergesteuerten Konzeptfahrzeuges durch das generierte CAD-Konzeptmodell abgebildete Fahrzeugkonzept kann mit der integrierten Bewertungsfunktion beurteilt werden. Bewertungen können für sämtliche im „Concept Car“ beinhaltete Prüfgeometrien durchgeführt werden, wobei auch zusätzliche Anmerkungen für das Erfüllen bzw. Nichterfüllen der Anforderungen an das Fahrzeugkonzept vom Benutzer eingegeben werden können. Eine Lösung für die objektive Bemessung der Konzeptqualität ist eine automatisiert erstellte Bewertungsübersicht bzw. -report, die jedoch das Wissen eines erfahrenen Konzeptspezialisten widerspiegeln muss. Der Vergleich mehrerer Alternativkonzepte anhand der den Parametersätzen angehefteten Bewertungsergebnisse ist ebenso durchführbar.

Des Weiteren verfügt das Werkzeug über ein Speichersystem zur Sicherung und Verfolgung von Parameterdatensätzen der Konzeptkonfigurationen in Form einer Tracking-Tabelle. Dadurch wird die schrittweise Dokumentation und Nachverfolgung des Entwicklungsverlaufs eines Konzeptfahrzeugs über die Projektdauer hinweg gewährleistet. Das 3D-CAD-Modell übernimmt die Visualisierung und stellt Prüffunktionen für die geometrische und technische Absicherung bereit. Durch die bidirektionale Schnittstelle können die geänderten Fahrzeugparameter zusammen mit den Prüfungsergebnissen an das Datenbankmodul zurückgegeben werden.

Das Tool zeichnet sich ferner durch ein einfach zu handhabendes, intuitives Bedienkonzept mittels GUIs (Graphical User Interfaces) aus. Dies sorgt für die notwendige Akzeptanz bei den Anwendern und minimiert gleichzeitig den Schulungsaufwand. Da der Benutzer in diesem Werkzeug lediglich Parameter manipuliert, welche anschließend die assoziierte Geometrie verändern, kann durch den Einsatz der programmierten Automatismen eine gleichbleibende Datenqualität und damit auch Prozesssicherheit gewährleistet werden. Das Ergebnis ist nicht von den Fertigkeiten der jeweiligen Anwender hinsichtlich der Bedienung des CAD-Systems abhängig, da keinerlei Geometrieerstellung durch den Benutzer selbst erfolgt.

6.3.3 Zur Methodik der parametrisch assoziativen Konstruktion

Die theoretischen Grundlagen des parametrisch assoziativen Ansatzes wurden in Kapitel 4.4.3 bereits ausführlich behandelt. Dabei wurde für die konkrete Anwendung der Ansatz der „parametrisch assoziativen Konstruktion“ (PAKo) angesprochen.

Für das „Concept Car“ rückt der konstruktive Aspekt eher in den Hintergrund und somit kann die Methode auf den Begriff der „parametrisch assoziativen Geometrieerzeugung“ reduziert werden, welche in Folge mit der Abkürzung PAGE verwendet wird.

Um die ständig steigende Produktkomplexität und -vielfalt handhaben zu können, ist der Einsatz moderner CAD-Systeme, die eine parametrisch-assoziative Arbeitsweise (d.h. die Verknüpfung von Objekten und Geometrie über Beziehungen und mathematische Zusammenhänge) ermöglichen, unabdingbar. Diese bieten eine Vielzahl an Möglichkeiten, Entwicklungsprozesse von Beginn an zu unterstützen, welche in der Regel die Parametrisierung selbst, aber auch spezifische Funktionalitäten, wie das Erstellen von Makros, die Anwendung von integrierten Steuerungsmechanismen bis hin zur durchgängigen Abbildung der Gesamtprozesskette des Fahrzeuges umfassen.

Dadurch haben sich unter Anderem parametrische Systeme im Automobilbau weit verbreitet und einen festen Platz in den Entwicklungsstrategien der Fahrzeughersteller gefunden. Die Verwendung parametrisch-assoziativer Konstruktions- und Darstellungsmethoden in Kombination mit integrierten Steuerungs- und Regelungsmechanismen bietet optimale Voraussetzungen um, nicht nur in der Konzeptphase, die oben genannten Ziele zu erreichen und stellt auch die Basis für eine beschleunigte, effiziente und flexible Fahrzeugentwicklung dar.¹⁸⁶

Durch die Parametrisierung von Geometriemaßen und Bauteilbezügen können in sehr kurzer Zeit mit geringerem Aufwand Variantenstudien durchgeführt werden. Dies ist besonders in der frühen Konzeptphase von Vorteil, da das Erreichen der Definitionen im jeweiligen Zielkatalog oft zahlreiche Optimierungsschleifen und Variantenstudien benötigt. Zudem wird das Änderungsmanagement erleichtert, da nur die betreffenden Parameter geändert werden müssen, um das Modell entsprechend den neuen Wünschen zu adaptieren.

Die Integration von Steuerungs- und Regelungsalgorithmen hilft bei der Einhaltung geforderter Grenzwerte bzw. Grenzzräume. Damit kann von Beginn an eine konsistente Entwicklung unter Beachtung der vorgegeben Limitierungen eingehalten werden.

Die einheitliche Parametrisierung und die Schaffung kohärenter Modellstrukturen stellt auch die Basis für eine konsistente Datenqualität dar und ermöglicht jederzeit die Austauschbarkeit von Elementen im Produkt bzw. Bauteil. Dies ist ein wichtiger Grundpfeiler für die erfolgreiche Anwendung von Methoden im Fahrzeugbau, welche auf der Parametrik beruhen. Nur dann ist der Einsatz von Automatismen und skriptbasierten Vorgängen überhaupt erst sinnvoll und zielführend möglich.

Ein zentraler Aspekt parametrischer Entwicklungssoftware ist das Wiederverwenden bereits erstellter Modelle. Durch die Parametrik können diese schnell modifiziert und an die neuen Gegebenheiten angepasst bzw. als Ausgangspunkt für Neukonstruktionen herangezogen werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Verwendung parametrisch-assoziativer Methoden im CAD ist auch der Blickwinkel, unter dem diese betrachtet werden. Fahrzeuge werden sehr selten von Grund auf neu entwickelt, viel mehr werden bestehende Konzepte und Baureihen adaptiert oder auf diesen aufbauend ein neues Automobil entwickelt. Diese sogenannte Derivat-Entwicklung ist typisch für OEM.

Durch die parametrisch-assoziative Arbeitsweise ergibt sich eine hohe Anzahl an Vorteilen. Da ein Großteil der verwendeten Bauteile in ihrer Form nur eine geringe Variation erfahren (z.B. Blechdickenvariation, Rundungsradien etc.), können hier die Vorteile von parametrisch-assoziativen CAD-Systemen, wie Bauteil- und Produkttemplates, parametrisch-assoziative Konstruktionsmethodik und andere, optimal eingesetzt werden. Fahrzeughersteller sind zudem in der vorteilhaften Position, konzernweit einheitliche Standards zu setzen und dadurch den Einsatz neuer CAD- und CAE-Methoden wesentlich zu erleichtern und auch die notwendige einheitliche Basis zu schaffen.

¹⁸⁶ Vgl. ROSSBACHER [2009], S. 1

6.3.4 Prozesse und Anwendung des „Concept Car“ in der Konzeptphase der Automobilentwicklung

Mit dem Einsatz des „Concept Car“ soll es durch die umfassend darstellbaren Geometrien möglich sein, die geometrischen Grenzen des Produkts, die aus der Gesetzgebung, der Funktion und den Marktanforderungen herrühren, in der frühen Phase der Konzeptarbeit bereits genau zu definieren. Das mit dem Konzeptwerkzeug konfigurierte Grobpackage kann mit dem Einfügen von Package-Komponenten weiter verfeinert werden. Damit werden bestimmte Widersprüche, die zu späteren Zeitpunkten durch anfangs unklare Darstellungen hervorgerufen werden können, von vorn herein ausgeschlossen.

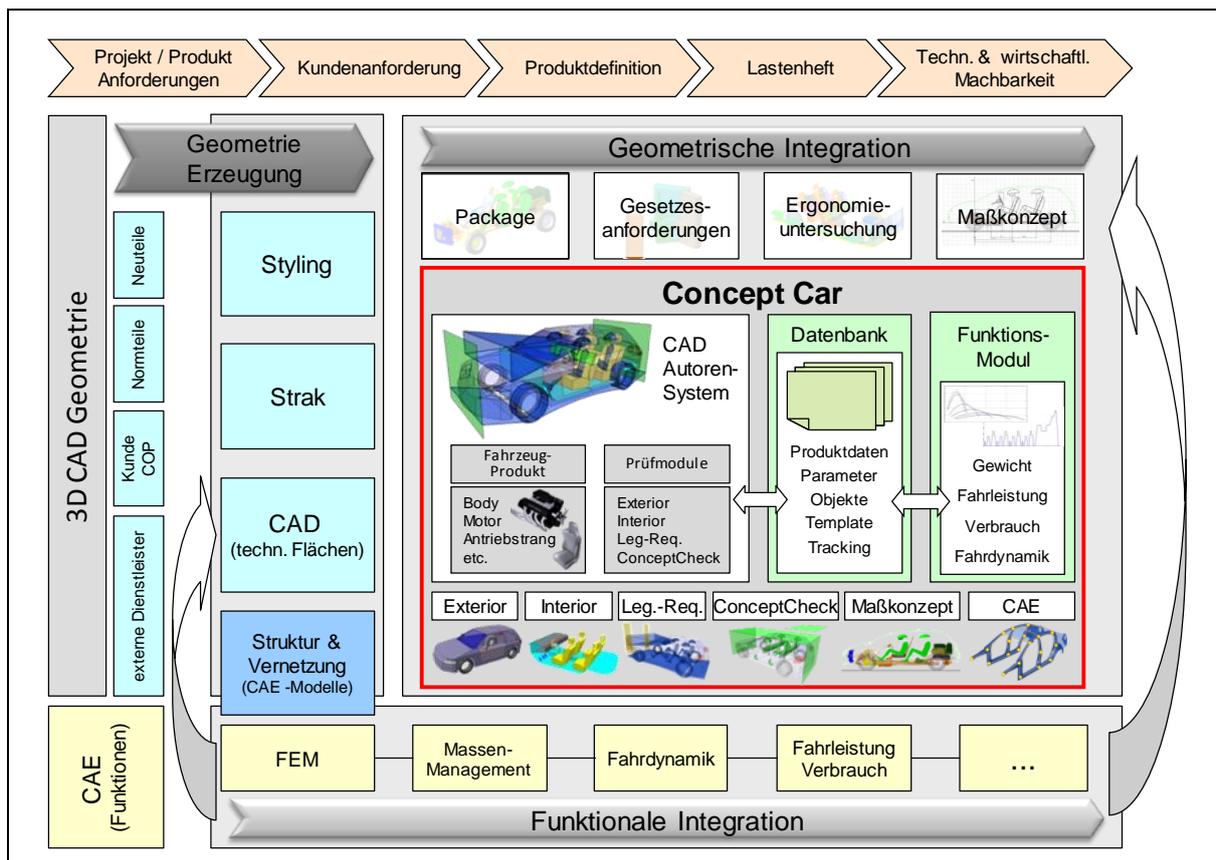


Abbildung 6-14: Module, Funktionen und Disziplinen des "Concept Car" im Prozessumfeld ¹⁸⁷

Abbildung 6-14 zeigt den Aufbau des „Concept Car“ und die Einbettung in die involvierten Kernprozesse

- Geometrie Erzeugung
- Geometrische Absicherung
- Funktionale Absicherung

des Produktentwicklungsprozesses der Automobilentwicklung. Sie zeigt eine Übersicht der relevanten Disziplinen und Absicherungsmethoden in Bezug zu diesen Kernprozessen. Als Vorgaben für die Prozessziele sind die unterschiedlichen produktbeschreibenden bzw. -definierenden Aspekte als übergeordnete Anforderungen dargestellt. Dabei werden die Zusammenhänge zwischen der Geometrieerzeugung und der funktionalen Absicherung gezeigt wobei der Prozess der geometrischen Integration bzw. Absicherung als Bindeglied und festlegende Disziplin eine zentrale Rolle zur Abstimmung der Fahrzeugarchitektur spielt.

¹⁸⁷ Vgl. DIETRICH u. a. [2010], S. 5

In dieser Disziplin erfolgt auch die Hauptanwendung des „Concept Car“ wo es durch den Fahrzeugarchitekten aufgebaut und gesteuert wird. Den Prozess der Geometrieerzeugung begleiten die Bauteilgeometrie definierenden bzw. beschreibenden Disziplinen wie Styling und Design. Sie geben den Input von Stylingflächen, Strak-Daten und, sofern in der Konzeptphase bereits verfügbar, von Übernahme-, Norm- und Neuteilen. CAD-Daten in der Ausprägung von „technischen Flächen“ stehen in der Konzeptphase jedoch nur eingeschränkt bis gar nicht zur Verfügung.

Im Prozess der „Geometrischen Integration“ durchläuft die Anwendung des „Concept Car“ die Teilaufgaben von Package/Layout, virtuelle Ergonomie-Untersuchung, Absicherung von Gesetzesanforderungen, Erstellung des Maßkonzeptes sowie der Erstellung des Massen-Packages. Zur funktionalen Absicherung wird in dieser Konzeptphase im „Concept Car“ versucht, CAE-relevante Referenzpunkte und Hartpoints in Referenz auf das geometrische CAD-Konzeptmodell anzubinden und diese über eine Schnittstelle als verbindliche Eckdaten aus dem Fahrzeugarchitekturkonzept an den CAE Prozess zu übergeben.

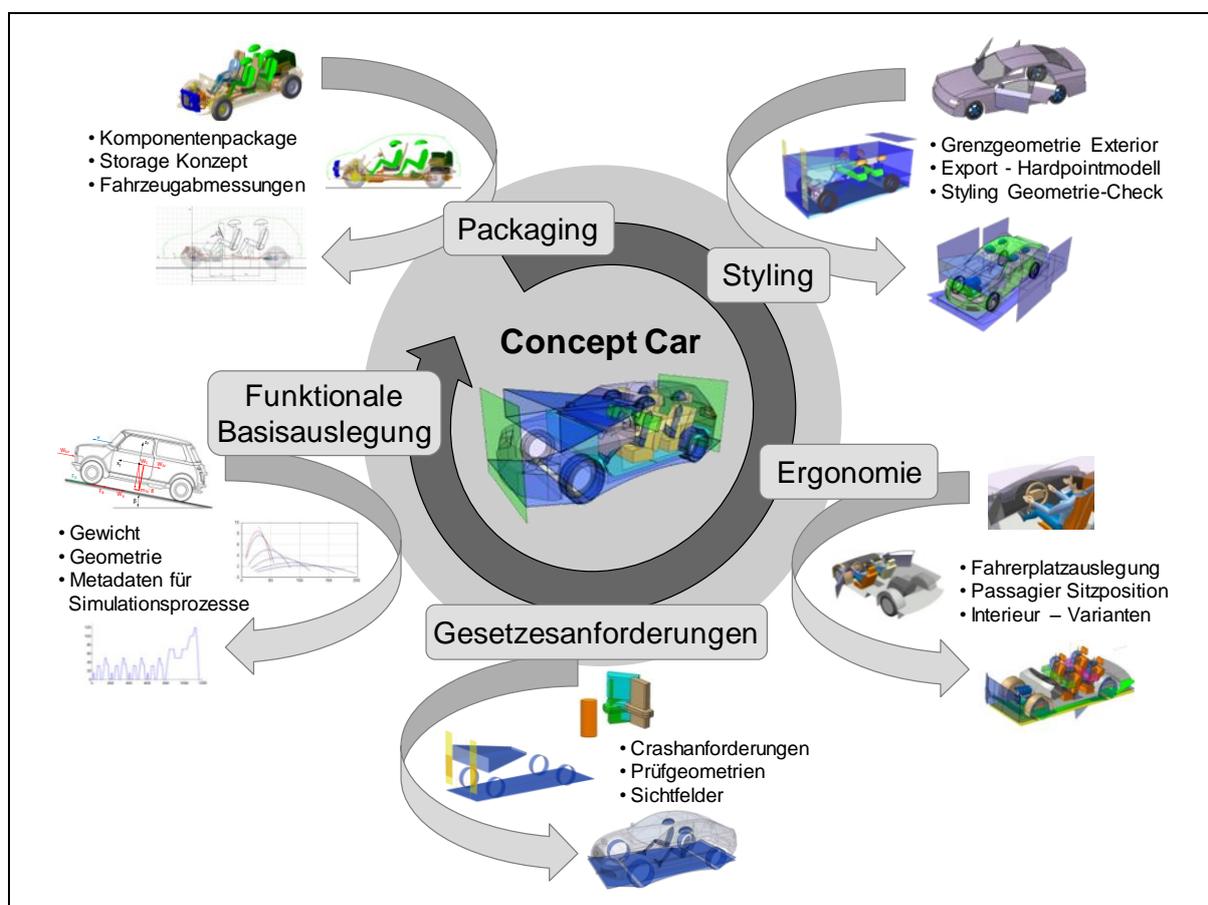


Abbildung 6-15: Interdisziplinäre Betrachtung des Workflow im „Concept Car“ ¹⁸⁸

Abbildung 6-15 zeigt die interdisziplinäre Betrachtung des Workflow im „Concept Car“ wie er in einem Absicherungsprozess eines Projektes zur Anwendung kommen kann. Ausgehend von den ersten wichtigen Basisdaten des Fahrzeuges kann eine erste grobe Konzeptgeometrie im 3D-CAD Modell generiert werden. Je nach Bedarf des Absicherungsprozesses können nun die unterschiedlichen Module des „Concept Car“ zur Anwendung kommen.

¹⁸⁸ Vgl. DIETRICH u. a. [2010], S. 7

Die verschiedenen Aufgabenstellungen im Zuge des Projektablaufs werden ausschließlich im virtuellen Fahrzeugmodell ausgeführt bzw. verwaltet, wobei eine Anbindung an externe Abläufe durch die Implementierung von parametrisierten Schnittstellen gewährleistet ist.

Im inneren Kreis kann man die Anwendung der unterschiedlichen Module des „Concept Car“ erkennen, in den äußeren Schleifen die verschiedenen Absicherungsmethoden und Funktionen zu den einzelnen Modulen.

6.3.5 Integration des „Concept Car“ in das woEDM-Modell

Durch jeden Anwendungsschritt im Workflow der einzelnen Disziplinen erfolgt durch die Kopplung des CAD-Moduls zur Datenbank des „Concept Car“ praktisch ein Wissenstransfer in die Projektumgebung und durch den Bezug zur Vorgänger-Anwendung eine Wissensvermehrung in der Projektumgebung der Konzeptentwicklung.

Aus diesen Überlegungen heraus kann man nun schließen, dass in Anlehnung an die Ausprägung des Workflows und der daraus resultierenden Anwendung von Modulen und Funktionen auch das Produktwissen im Projekt entsprechend dynamisch aufgebaut werden kann.

6.3.5.1 Prozessintegration des „Concept Car“

Um eine prozessorientierte Betrachtung des „Concept Car“ vornehmen zu können wird dieses zunächst in das „Modell der Wissensprozesse zwischen Wertschöpfungsprozessen“ (siehe Kapitel 5.2.5) integriert.

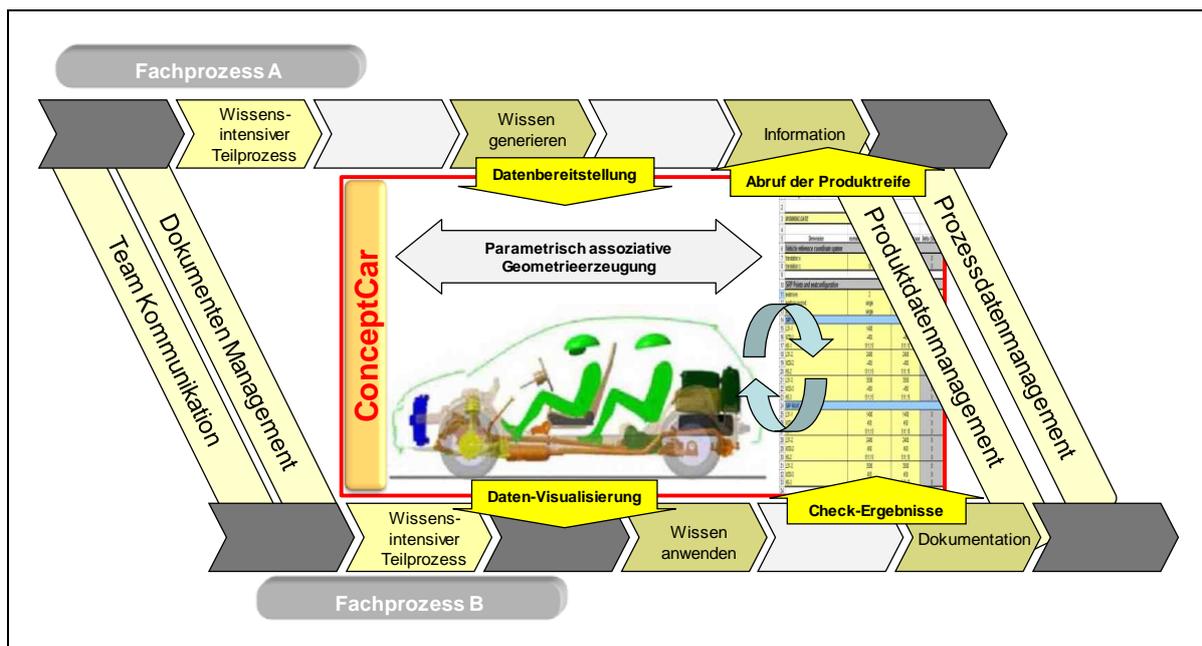


Abbildung 6-16: "Concept Car" in Wechselwirkung der Wertschöpfungsprozesse

Abbildung 6-16 zeigt die Einbettung des „Concept Car“ zwischen zwei Fachprozessen und dem dazwischen ablaufenden Wissensprozess. Dieser wird durch Kommunikation, Dokumentation und Information sowie dem dazu erforderlichen Datenmanagement unterstützt.

Aus dem Handlungsfeld des spezifischen Teilprozesses A werden Daten zur Abbildung des Konzeptfahrzeuges in das Tool eingegeben. Die Anwendung dieser Daten auf die Methode der parametrisch assoziativen Geometrieerzeugung (PAGE) im CAD – System ermöglicht diese als geometrische Repräsentanz im Teilprozess B zu visualisieren.

Durch diese Methode erhält der Anwender im Teilprozess B einen gewissen Mehrwert zur Interpretation und Bewertung des Fahrzeugkonzeptes bzw. der Produktreife.

Umgekehrt können die Ergebnisse aus der Anwendung der Geometriedaten im Teilprozess B (z.B. Absicherungs- oder Check-Daten) wieder in die Datenbank des „Concept Car“ zur weiteren Verwendung im Entwicklungsprozess dokumentiert werden. Es erfolgt so ein kontinuierlicher Aufbau der Datenbasis, der Produktreife und damit der Wissensbasis zum Fahrzeugkonzept.

Auf der Datenebene erfolgt nun durch die PAGE-Methode praktisch eine „Aufwertung“ der kommunizierten Daten, indem sie durch eine applikationstechnische Transformation bzw. Interpretation für den Nutzer im jeweils folgenden Prozess in seinem entsprechenden Kontext genutzt werden können.

Mit anderen Worten ergibt sich eine Effizienzsteigerung des Wissenstransfers durch die additive Visualisierung der Geometrie zu den Produkt-/ Konzeptdaten an sich und der visuellen Abbildung der geometrischen Zusammenhänge als Hilfestellung zur funktionalen Beurteilung des Fahrzeugkonzeptes.

Für die umgekehrte Prozessrichtung ergibt sich der Mehrwert dadurch, dass geometrische Änderungen am Konzept durch Abstrahierung der Parameter aus der Datenbank unverzüglich als z.B. Listenvergleich von Kunden- oder Gesetzesanforderungen verwendet werden können.

Des Weiteren werden in dieser Prozessrichtung auch die Ergebnisse aus der Absicherung in Form von Check-Informationen im „Concept Car“ dokumentiert, welche somit wieder an den Teilprozess A zurück geliefert werden können. Auch diese Check-Ergebnisse können zum Zweck der Nachvollziehbarkeit wiederum in der Datenbank gesichert werden.

6.3.5.2 Integration der PAGE in das Wissenstransfermodell des woEDM

Nach der anwendungsorientierten Sicht auf das „Concept Car“ soll nun die Methode der PAGE in das Wissenstransfermodell des woEDM integriert werden. Anknüpfungspunkte dafür bilden die Supportprozesse der Dokumentation und Information, welche den indirekten Wissenstransfer im Wesentlichen beschreiben und den Zugang und die Interaktion zur Datenebene ermöglichen.

Auf der Datenebene erfolgt aber nun durch die PAGE-Methode praktische eine „Aufwertung“ der kommunizierten Daten, indem sie durch eine applikationstechnische Transformation bzw. Interpretation für den Nutzer im jeweils folgenden Prozess in seinem entsprechenden Kontext genutzt werden können.

Mit anderen Worten ergibt sich eine Effizienzsteigerung des Wissenstrfers durch die additive Visualisierung der Geometrie zu den Produkt-/ Konzeptdaten an sich und der visuellen Abbildung der geometrischen Zusammenhänge als Hilfestellung zur funktionalen Beurteilung des Fahrzeugkonzeptes.

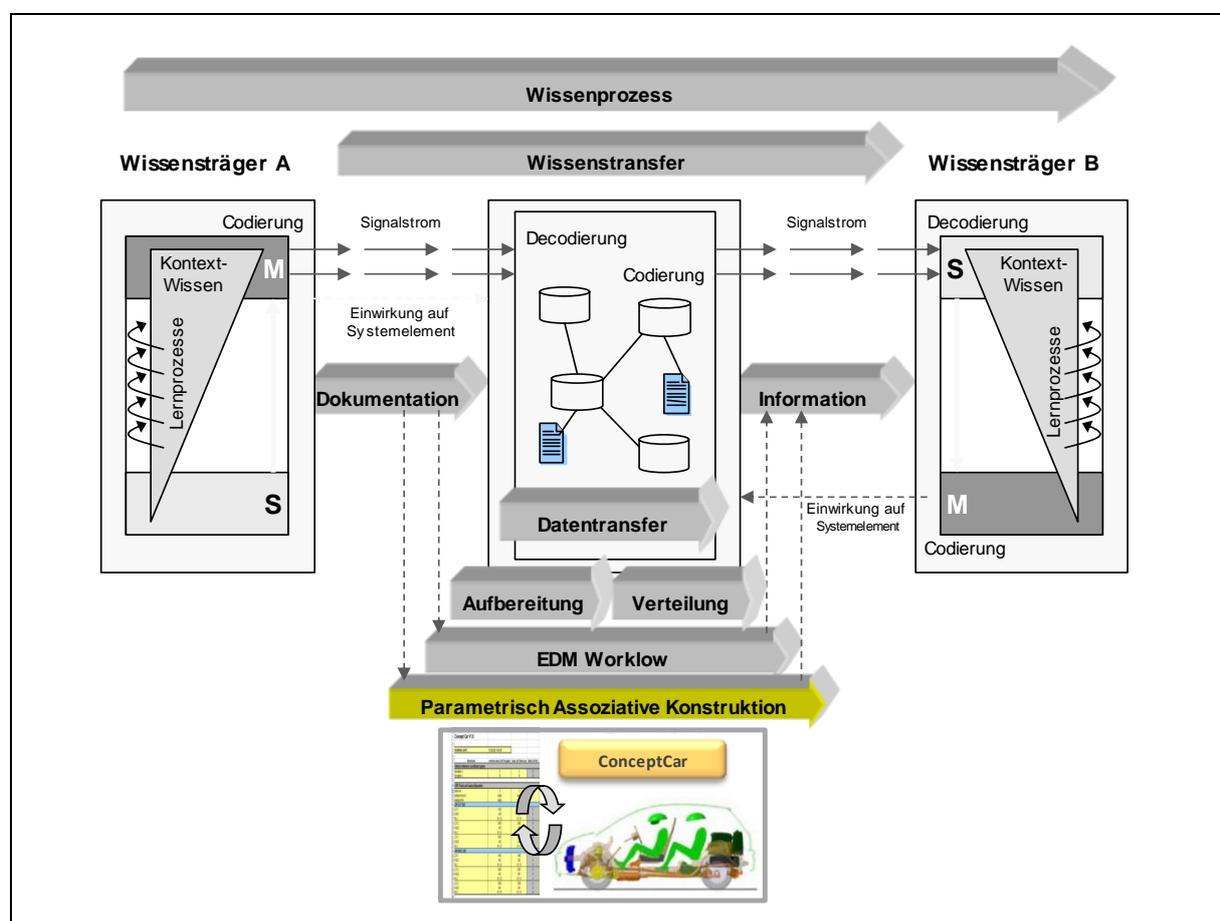


Abbildung 6-17: Integration PAGE in das „Wissenstransfermodell des woEDM“

Abbildung 6-17 zeigt die Integration der Methode der parametrisch assoziativsten Geometrierzeugung in das „Wissenstransfermodell des woEDM“ an dem der beschriebene Wissenstransfer nachvollzogen werden kann, siehe hierzu auch Abbildung 5-21.

Für die umgekehrte Prozessrichtung ergibt sich der Mehrwert dadurch, dass geometrische Änderungen am Konzept durch Abstrahierung der Parameter aus der Datenbank unverzüglich als z.B. Listenvergleich von Kunden- oder Gesetzesanforderungen verwendet werden können.

Des Weiteren werden in dieser Prozessrichtung auch die Ergebnisse aus der Absicherung in Form von Check-Informationen im „Concept Car“ dokumentiert, welche somit wieder an den Teilprozess A zurück geliefert werden können. Auch diese Check-Ergebnisse können zum Zweck der Nachvollziehbarkeit wiederum in der Datenbank gesichert werden.

Das Modell zeigt aber auch, dass es sinnvoll ist, die Datenmanagement-Aktionen im Tool „Concept Car“ (PAGE-Methode, Variantenmanagement, Archivierung, Templates und Prozesssteuerung) in ein EDM-Umfeld zu integrieren, welches nach den angestellten Überlegungen in den vorigen Kapiteln bereits prozessorientiert gestaltet sein sollte.

6.3.6 Wissensaufbau durch die Anwendung des „Concept Car“ in der Konzeptphase der Produktentwicklung

Durch den schrittweisen Aufbau des Fahrzeugkonzeptes und der stetigen Anwendung abgesicherter Daten erhöht sich praktisch sukzessive die Reife des Produktes durch den Aufbau von Wissen. Diese Produktreife wird im Wesentlichen durch den Fortschritt im Konzeptentwicklungsprozess, aus der Verbindlichkeit und dem Absicherungsgrad der Daten und durch das aufgebaute Produktwissen definiert.

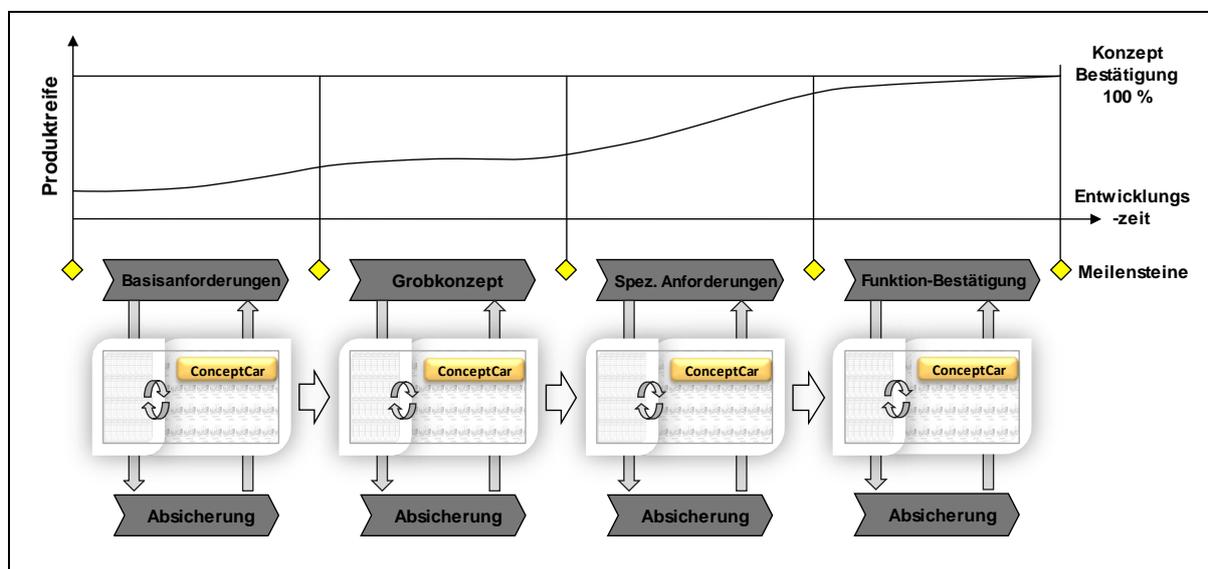


Abbildung 6-18: Entwicklung der Produktreife über den Entwicklungsprozess in der Konzeptphase (qualitative Darstellung)

Abbildung 6-18 zeigt wie sich die Produktreife über den Verlauf der Produktentwicklung sukzessive erhöht.

Werden alle Produkt- und Prozessdaten über den Entwicklungsprozess konsequent über das „Concept Car“ kommuniziert und dokumentiert, so wirkt dieses nicht nur als Absicherungs- und Dokumentationswerkzeug, sondern auch als Wissensdatenbank. Der Anspruch einer Wissensdatenbank an das Werkzeug kann deswegen erhoben werden, da die verwalteten Daten in einem sehr hohen kontextualen Zusammenhang stehen und über die Entwicklungszeit auch wieder reproduziert werden können.

6.3.7 Zusammenfassung zum „Concept Car“

Die erzielte Qualitätsverbesserung für die gesamte virtuelle Prozesskette bei gleichzeitiger Eliminierung nicht wertschöpfender Routine- und Nebentätigkeit sowie die weitgehende Vermeidung systemtechnischer Schnittstellen bieten Potential für die Fokussierung auf die eigentlichen Kernaufgaben der Konzeptarbeit.

Durch den Einsatz des Konzeptwerkzeugs in der Automobilentwicklung ist mit den begrenzten Daten der Anfangsphase des Innovationsprozesses bereits zu diesem Zeitpunkt eine Bewertung des Fahrzeugkonzeptes hinsichtlich geometrischer Funktionen und geometrischer Gesetzesvorgaben durchführbar. Mit Hilfe des Gesamtwerkzeugs sind qualitativ bessere Konzeptabsicherungen durch die umfangreiche Darstellung zu erwarten, wodurch weniger Nachbesserungsarbeiten in einer späteren Phase nötig werden. Infolge der höheren Aussagekraft des erstellten Package und der daraus bereits zu einem früheren Entwicklungszeitpunkt als bisher abgeleiteten Fahrzeuglayouts, unterstützt das Konzeptwerkzeug das Prinzip des Frontloading. Eine Verkürzung der Konzeptphase bzw. der Entwicklungszeit durch weniger benötigte Änderungsschleifen ist dadurch erzielbar.

Mit der Absicht im Prozess der „Geometrischen Integration“ das entwickelte „Concept Car“ in der Konzeptarbeit einzusetzen wird erwartet, die dabei erzielbaren Package/Layout-Lösungen und damit die Fahrzeugarchitektur qualitativ besser gestalten zu können. Dadurch wird es möglich sein, den Produktentwicklungsprozess des Gesamtfahrzeugs durch frühere und reifere Aussagen zum Fahrzeugkonzept zu verkürzen, bzw. den durch Konzeptfehler verursachten Aufwand in der Serienentwicklung zu reduzieren.

Abschließend kann festgehalten werden, dass das Projekt „Concept Car“ ganz klar gezeigt hat, dass die aufgestellten Modelle zum woEDM durch systematische Anwendung an spezifischen Aufgabenstellungen zu qualitativ besseren Ergebnissen bzw. hochwertigeren Produkten führen und somit für den Endanwender zur Erfüllung der Prozessanforderungen einen Mehrwert darstellt.

6.4 Gestaltung und Entwicklung des EDM–Umfeldes

Als abschließender Gestaltungsansatz wird auf die Gestaltung und Entwicklung des EDM-Umfeldes in der Automobilentwicklung eingegangen. Dazu wird ein Ansatz zur prozessorientierten Integration von EDM und ein Vorgehensmodell zur Einführung und bzw. Entwicklung eines EDMS gezeigt. Des Weiteren wird ein Analyse- und Gestaltungsprozess zum operativen EDM vorgestellt. Die Wissensorientierung in der Gestaltung des EDM-Umfeldes wird über die EDM-Strategie direkt und über die EDM-Funktionen indirekt eingebracht.

6.4.1 Ansatz zur prozessorientierten Integration von EDM ¹⁸⁹

EDM ist eine Strategie, die auf alle Prozesse und Daten rund um das Produkt fokussiert. Daher orientiert sie die Auswahl und Ausgestaltung der EDM-Bausteine an den im jeweiligen Betrachtungsbereich liegenden Prozessen. Um EDM effizient und zielgerichtet realisieren zu können, ist daher durchwegs ein prozessorientierter Ansatz zu empfehlen.

Eine an Funktionen orientierte Vorgehensweise, die in der Vergangenheit beispielsweise bei Einführung von CAD noch propagiert wurde, ist bei EDM nicht zielführend, da sie das Produkt selbst nicht in das Zentrum der Betrachtung setzt. Für EDM charakteristisch ist, dass einerseits das Produkt selbst mit Entwicklung, Produktion, Distribution und Service im Mittelpunkt steht und andererseits Ausgangspunkt und Ziel aller Prozesse auf oberster Ebene der Kunde ist. Das bedeutet dass der gesamte PEP den ein Produkt durchläuft mit EDM abgedeckt werden muss und dabei alle durchlaufenden Funktionen und Organisationsbereiche ebenso integriert werden wie die spezifischen IT-Systeme.

Zentraler Bestandteil eines prozessorientierten EDM-Ansatzes ist immer die Definition einer übergeordneten EDM-Strategie. Diese Strategie ist Dreh- und Angelpunkt für die spezifische Ausgestaltung eines EDM-Prozess-Regelkreises bestehend aus:

- EDM-Strategie
- EDM-Prozess-Design
- EDM-Prozess-Implementierung
- EDM-Prozess-Controlling

Eine definierte EDM-Strategie legt die Ziele und Randbedingungen für ein EDM-Prozess-Design fest. Des Weiteren werden in der Strategiephase Kenngrößen ermittelt oder vorgegeben, die in der darauf folgenden Design-Phase spezifiziert werden. Die EDM-Prozess-Implementierung bildet unter Berücksichtigung der festgelegten Strategie die in der Design-Phase definierten Ziel-Prozesse in einer zuvor ausgewählten IT-Systemlandschaft ab. Im EDM-Prozess-Controlling werden nun die in der Strategie festgelegten und in der Design-Phase ausspezifizierten Kenngrößen auf der Basis der Implementierung gemessen und gesteuert.

Die Ergebnisse sind wiederum Eingangswerte für eine Optimierungsschleife mit erneutem Start der Design-Phase. Die Ergebnisse aller Phasen finden ebenfalls eine Rückkopplung zur Strategie, um die Vorgaben zu verifizieren bzw. die Vorgaben der sich fortentwickelnden Randbedingungen eines Unternehmens und eines EDM-Projektes anzupassen.

¹⁸⁹ Vgl. SCHEER u. a. [2005], S. 27ff

6.4.1.1 EDM-Strategie

Die Schwerpunkte der EDM-Strategie unterscheiden sich in der Regel nach den verschiedenen Branchen, nach der Quelle der Wertschöpfung eines Unternehmens, aber auch nach der aktuellen Situation, in der sich ein Unternehmen befindet, dem Entwicklungsstand seiner Prozesse sowie dem Integrationsgrad der unterstützenden IT-Systeme.

Exemplarisch seien hier einige EDM-Strategien angeführt:

- Harmonisierung unternehmensweiter Produktentwicklungs-Prozesse infolge eines Zusammenschlusses von Unternehmen
- Optimierung der produktzentrierten Prozesse aufgrund veränderter Randbedingungen, wie z.B. Einsatz neuer Technologien in den Produkten, neue oder geänderte Kunden- und Marktanforderungen, Weiterentwicklung des Unternehmens vom Teilleistungsanbieter zum Systemlieferanten
- RE-Strukturierung eines Unternehmens in eigenverantwortliche Geschäftsbereiche mit eigenen internen Prozessen und Systemen, aber definierten Standards und Prozess-Schnittstellen
- Harmonisierung des unternehmensweiten Produktspektrums mit einhergehender Zentralisierung des Produktdatenmanagements
- Strategische Ausrichtung des Unternehmens auf eine einheitliche IT-Infrastruktur mit entsprechenden Systemwechseln
- Konzentration auf die Kernprozesse und Schlüsselprodukte des Unternehmens mit einhergehendem Outsourcing der nicht mehr im Fokus befindlichen Bereiche
- Verstärkung der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit und engere Anbindung an Partner

Die EDM-Strategie prägt folglich die Schlüsselfaktoren für den gesamten Geschäftsprozess aus. Neben der eigentlichen Prozessdefinition ist die Definition von Messgrößen und deren Quantifizierung vorteilhaft, um den Projekterfolg zu messen und die Ziele auf ihren Erreichungsgrad hin zu verifizieren.

Typische EDM-Messgrößen sind zum Beispiel:

- Kosten eines Prozessschrittes und in der Summation Kosten eines Prozesses (Änderung am Produkt, Prototypen, Simulation)
- Zeit für die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung einer Aktivität und eines Prozesses; dabei kann Vor- und Nachbereitung die Transformation von Daten oder Transportzeit bedeuten. Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch die Aufnahme von Liege- und Wartezeiten (Detailkonstruktion, Datenkonvertierung, Datentransfer und Datenaufbereitung, Rechenzeit für Simulationen, Aufbereitung von VR-Studien).
- Anzahl der zu durchlaufenden Schleifen und Wiederholungen
- Anzahl der involvierten Personen und Organisationseinheiten
- Anzahl der zu nutzenden Systeme, Informationsquellen oder Datenqualität sowie des damit verbundenen Aufwands
- Anzahl der Input-/Output-Dokumente
- Anzahl der Aktivitäten einer Person oder Stelle
- Mengengerüste über Anzahl der Prozessdurchläufe und Anzahl der verschiedenen Produkte

6.4.1.2 EDM-Prozess-Design

Die im Rahmen der EDM-Strategie festgelegten Prozess-Ziele fließen unmittelbar in die Soll-Prozess-Definition ein. Dabei ergeben sich die Potentiale sowohl aus den quantitativen messbaren Prozesskennzahlen als auch aus nicht-quantifizierbaren Faktoren, wie Möglichkeiten zur Produktverlagerung, Job-Rotation oder Innovationsfähigkeit.

Beim Prozess-Design werden in der Regel die Prozesse entsprechend ihrem Beitrag zur Wertschöpfung eines Unternehmens eingeteilt in:

- Kernprozesse
- Management-Prozesse
- Support-Prozesse

Die Kernprozesse umfassen in dem hier beschriebenen Kontext die eigentlich wertschöpfenden Prozesse im Sinne von End-to-End-Prozessen, d.h. die Prozesse beginnen beim Kunden und enden wiederum dort. Der Produktlebenszyklus beginnt beispielsweise mit der Kundenanfrage, erstreckt sich über Spezifikation, Design, Konstruktion, Berechnung bis hin zur Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Montage und endet nach der Qualitätsprüfung mit der Lieferung und der Abnahme beim Kunden.

Management-Prozesse steuern im Sinne der festgelegten EDM-Strategie diese EDM-Kernprozesse. So wird beispielsweise die Produktpalette mit Hilfe eines Portfolio-Managements optimiert, so dass eine Unternehmensentwicklung vom Teilezulieferer zum Systemzulieferer erfolgen kann. Die Risikobetrachtung eines Projektes fließt in das Projektmanagement ein und das Innovationsmanagement beeinflusst im Wesentlichen die frühen Phasen der Produktentwicklung. Die Support-Prozesse unterstützen dabei die EDM Kernprozesse.

6.4.1.3 EDM-Prozess-Implementierung

Auf Basis einer Prozessdefinition kann dann eine Evaluierung in Frage kommender Systemlösungen durchgeführt werden. Während beispielsweise in der Vergangenheit bei der CAD-Systemauswahl funktionale Aspekte eine tragende Rolle spielten, tritt bei der EDM-Systemauswahl die durchgängige Unterstützung der definierten Soll-Prozesse in den Vordergrund. Dabei konzentriert sich die Prozessunterstützung auf die in den Prozessen festgehaltenen und mit Kennzahlen versehenen Anforderungen, die identifizierten Schlüsselfaktoren und die Behebung von erkannten Defiziten.

Die Komplexität der EDM-Prozess Implementierung ergibt sich dadurch, dass in den unterschiedlichen Phasen des Produkt-Lebenszyklus zur Lösung der spezifischen Aufgaben sehr unterschiedliche Softwaresysteme eingesetzt werden.

So werden beispielsweise mit Hilfe der CAD-Applikationen geometrisch orientierte Produktdatenmodelle erzeugt, die in Datenbanken verwaltet werden. Diese Datenmodelle sind um weitere Informationen von Kunden bzw. Lieferanten sowie aus dem Produkt-Entwicklungsprozess zu bereichern und zur Verifizierung und Optimierung an Berechnungs- und Simulationsprogramme zu übergeben.

Mit externen Entwicklungspartnern und Zulieferern werden zu den unterschiedlichen Phasen der Produktentwicklung unterschiedlich qualifizierte Datenmodelle ausgetauscht. Die Zeitpunkte für bidirektionalen Datenaustausch werden nach Projektanforderung vorteilhaft in so genannten „Daten-Synchro-Punkten“ definiert.

6.4.1.4 EDM-Prozess-Controlling

Oft ignoriert oder gar vergessen wird die dritte Komponente des Prozess-Lebenszyklus, das Prozess-Controlling. Im Sinne eines integrierten Qualitätsmanagements und einer kontinuierlichen Verbesserung der Geschäftsprozesse ist es unerlässlich, die erreichten Ziele zu prüfen und weitere Optimierungspotentiale zu entdecken. Die Ergebnisse des Prozess-Controllings sind wiederum Input für ein anschließendes Re-Design der Prozesse, um die identifizierten Optimierungspotentiale zu erschließen und so den Regelkreis zielgerichtet zu steuern. Dadurch wird deutlich, dass Prozessmanagement kein einmaliger Prozess, sondern eine kontinuierliche Querschnittfunktion in einem sich permanent weiterentwickelnden Unternehmen ist. Wichtig ist dabei auch darauf hinzuweisen, dass dafür auch die notwendigen Ressourcen zur Verfügung gestellt werden müssen.

In gleichem Maße sollten auch die unterstützenden IT-Systeme in regelmäßigem Abstand kritisch auf ihren Erfüllungsgrad hin analysiert werden. Mit Hilfe des Prozess-Controllings können auch Benchmarks zwischen verschiedenen Unternehmensbereichen oder Wettbewerbern durchgeführt werden.

6.4.2 Vorgehensweise zur Einführung eines EDMS¹⁹⁰

Erst nachdem relevante Daten- bzw. Wissensschnittstellen innerhalb und zwischen Geschäftsprozessen der Organisation identifiziert wurden, macht es Sinn, sich Gedanken über den Einsatz von Technologien zu machen. Als Basis bei der Auswahl der IuK-Technologie (IKT) sind die mit Wissensmanagement beabsichtigten Ziele zu definieren, wobei eine ganzheitliche Sichtweise erforderlich ist. Zur Darstellung der technischen Ausgangssituation in der Organisation dient eine Stärken-Schwächen-Analyse der bestehenden EDV-Struktur. Darauf aufbauend kann ein für weitere Auswahlstufen nützlicher Kriterienkatalog erstellt werden, der durch persönliche Interviews mit ausgewählten potentiellen Benutzern der Technologie ergänzt wird. Dadurch lassen sich Betroffene zu Beteiligten machen. Daraufhin kann aus der Vielzahl verfügbarer IKT die am besten geeignete ausgewählt werden.

Eine Bewertung dieser Kriterien kann auch unter Anwendung einer Nutzwertanalyse erfolgen. Besonders wichtig erscheint in dieser Phase die Gegenüberstellung der zu beurteilenden Produkte mit der aktuell existierenden Lösung, die eine deutliche Darstellung des Verbesserungspotentials ermöglicht.

Das Kriterium Umsetzungskosten beinhaltet einmalige Kosten für den Kauf von Software und Hardware, externe Kosten für Konfiguration und Schulung sowie die Lizenzkosten und Support. Aufwendungen zur operativen Umsetzung (z. B. Personalaufwand für Schulungen, Umsetzungsdauer) sind im Kriterium Umsetzungsaufwand berücksichtigt. Die primär in der zweiten Bewertungsstufe entstehenden Kosten sind als notwendige Investition in einer umfassenden Auswahl zu sehen. Eine optimale Erfüllung der zugeordneten Unterstützungsfunktion sollte diese Investitionskosten jedoch amortisieren.

¹⁹⁰ Vgl. WMF [2007], S. 183f

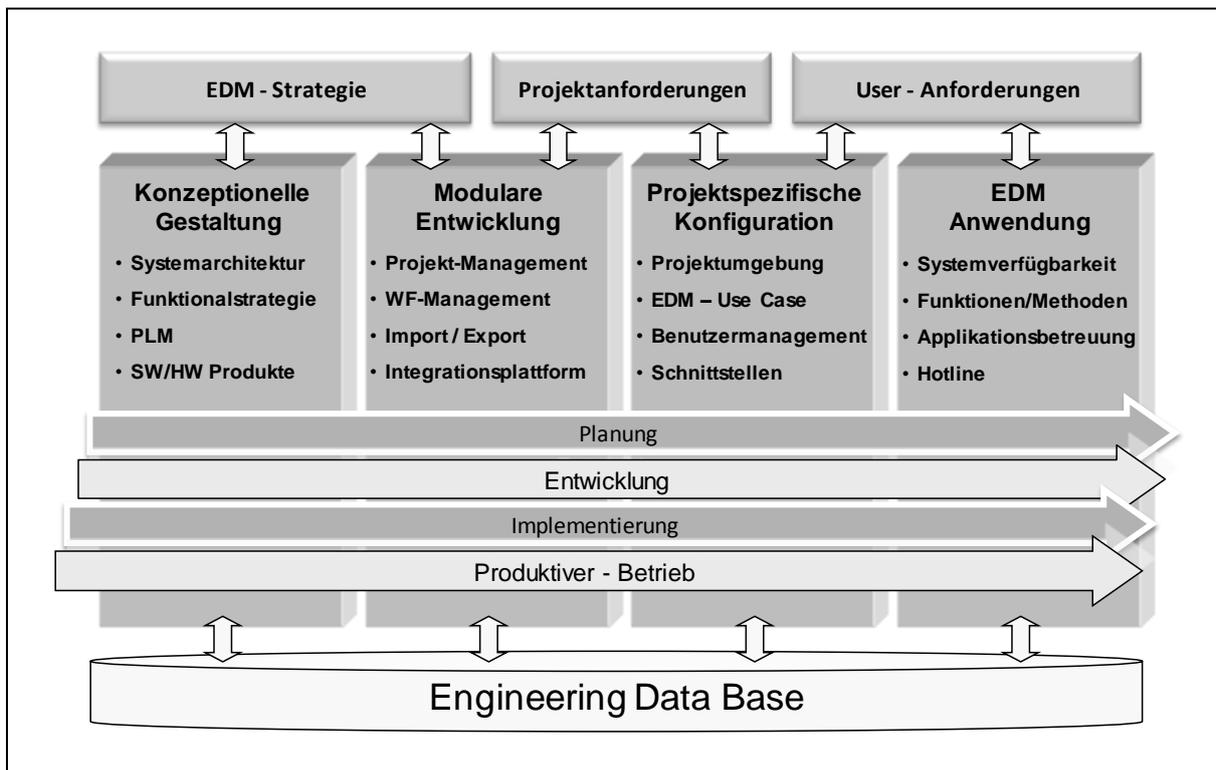


Abbildung 6-19. Entwicklung und Gestaltung des EDM-Umfeldes

Abbildung 6-19 zeigt eine Übersicht über die wichtigsten Elemente zur Gestaltung und Entwicklung eines EDM-Systems. Dabei sind übergeordnet die eigentlichen EDM-Gestalter

- EDM-Strategie,
- Projektanforderung aus den Fachprozessen und die
- Endanwender der EDM-Applikation

dargestellt.

Aus der funktionalen Sicht gilt es das EDMS systematisch zu entwickeln und dadurch ergeben sich die Systembausteine:

- Konzeptionelle Gestaltung (Systemarchitektur, ...),
- Modulare Entwicklung (EDM-Funktionsbausteine, ...),
- Projektspezifische Konfiguration (EDM-Workflow, ...), und
- Sicherstellung der EDM-Anwendung.

Quer über diese funktionale Sicht ist für die produktive Bereitstellung des EDMS eine Planung, Entwicklung, Implementierung und ein laufender Betrieb erforderlich bzw. zu gewährleisten.

6.4.3 Analyse- und Gestaltungsprozess des operativen EDM

Führt man die Vorgehensweise zur Prozessanalyse und die Aktivitäten zur Gestaltung des operativen EDM zusammen so kann man dies in ein kombiniertes Vorgehensmodell abbilden.

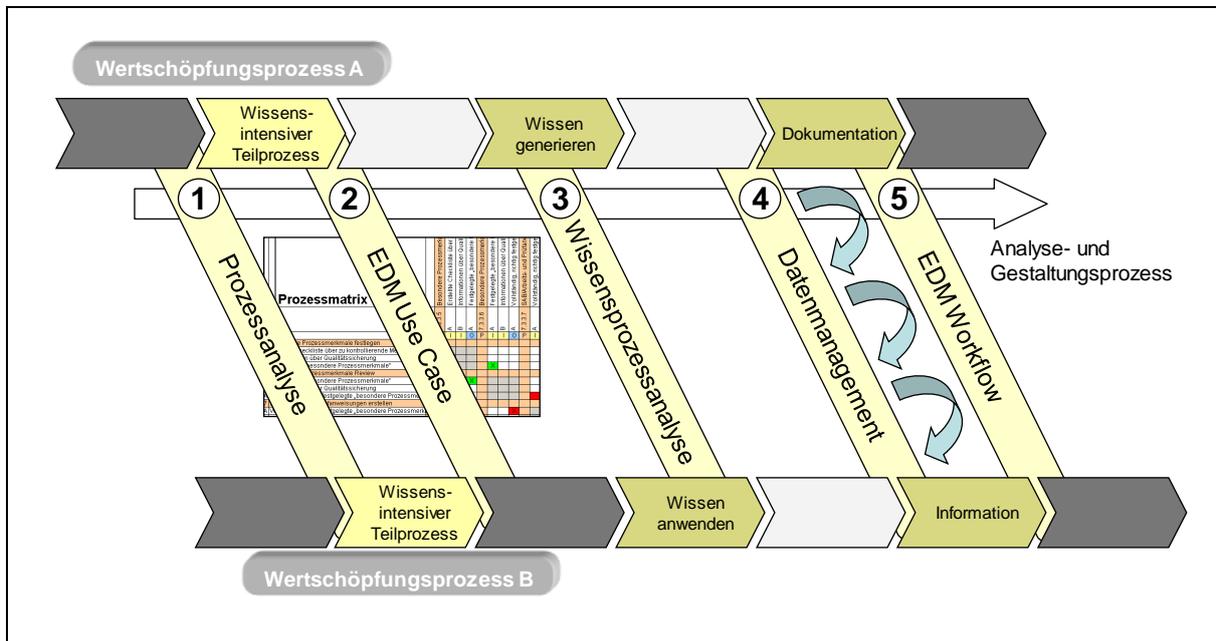


Abbildung 6-20: Der Analyse- und Gestaltungsprozess des operativen EDM

Abbildung 6-20 zeigt die fünf in den jeweiligen Kapitel behandelten Schritte von der prozessorientierten Aufgabenstellung bis zur Anwendung im EDM-System:

- Prozessanalyse: Sie bringt die Geschäftsprozesse zu einander in Beziehung und liefert die wissensintensiven Teilprozesse als weitere Analyse-Objekte.
- Für diese Prozess-Beziehung wird ein EDM-UseCase definiert um alle erforderlichen EDM Rahmenbedingungen bzw. Anforderungen erfassen zu können.
- Mit diesem Bezugsrahmen erfolgt eine Rekonstruktion der Wissensbasis bzw. Datenbasis und in weiterer Folge eine Wissensprozessanalyse.
- Die einzelnen Wissensaktivitäten werden in Bezug auf die verfügbare Datenbasis auf die dazu erforderlichen Datenmanagementaktivitäten umgelegt.
- Diese Datenmanagement-Aktivitäten werden entweder im generischen EDM-Workflow abgebildet, oder es müssen entsprechende EDM-Gestaltungsmaßnahmen zu Erfüllung der prozessorientierten Datenmanagementanforderungen abgeleitet werden.

Das Vorgehensmodell kann demnach generell für eine wissensorientierte Datenmanagement-Analyse angewandt werden, obwohl es hier speziell für die Implementierung eines EDM-Workflows dargestellt wurde.

6.5 Zusammenfassung der Gestaltungsansätze zum wissensorientierten EDM (woEDM) in der Automobilentwicklung

Aufbauend auf das Kapitel 5 zur Modellbildung der prozessorientierten Integration von Wissensmanagement in das Engineering Data Management wurden in diesem Kapitel ausgewählte Themen aus der Automobilindustrie auf dieses angewandt.

Die Themen wurden speziell aus dem EDM Umfeld der Produktentwicklung in Bezug zu aktuellen Problemstellungen ausgewählt und dazu spezifische Fallstudien aufgesetzt. Wichtig für die Definition der Themenstellung war es durch die Einbeziehung von realen EDM-Entwicklungen und EDM-Lösungen einen starken Praxisbezug der Arbeiten zu erhalten.

Als konkrete Ergebnisse zu den Gestaltungsansätzen zur wissensorientierten Engineering Data Management kann zusammengefasst werden:

- Konzept zur prozessorientierten Integration des Datenmanagements durch wissensorientierte Prozessanalyse
- Integriertes CAD Datenmanagement in der Produktentwicklung
- Parametrisch assoziative Geometrieerzeugung zur Konzeptauslegung in der Automobilentwicklung
- Wissensorientierte Entwicklung und Gestaltung des EDM-Umfeldes

Integrierte Betrachtung der Gestaltungsmaßnahmen

Durch Zusammenführung der wissensorientierten strategischen und operativen Gestaltungsmaßnahmen lässt sich ein „*Integriertes wissensorientiertes Engineering Data Management*“ definieren.

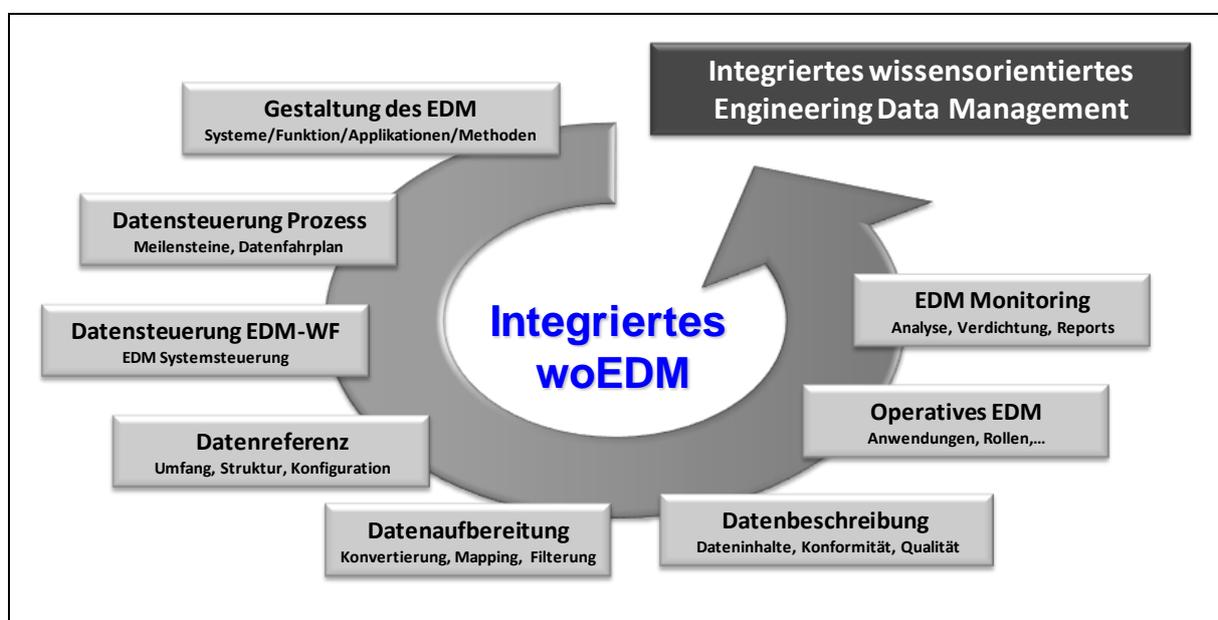


Abbildung 6-21: Modell des „Integrierten wissensorientierten Engineering Data Management“

Abbildung 6-21 zeigt die wesentlichen Ansatzpunkte welche in einer integrierten Betrachtung sowie zur systematisch und permanenten Entwicklung des EDM zur Anwendung kommen sollten.

Potentiale zur Entwicklung und Gestaltung des EDM

Da die klassischen Grundfunktionen im Bereich des Produktdatenmanagements schon sehr gut entwickelt sind gilt es speziell für das EDMS, dem operativen Prozess- und Datenmanager verbesserte und erweiterte Konfigurations- und Steuerungsmöglichkeiten zur Verfügung zu stellen.

Im speziellen sind dafür im Engineering Data Management folgende Funktionen verstärkt weiter zu entwickeln:

- **Projektmanagement:** Diese Funktion ist in EDMS grundsätzlich vorhanden, aber in der konkreten und produktiven Anwendung noch nicht ausreichend genug etabliert. Hier gilt es zusammen mit den verantwortlichen Projektmanagern, den operativen Terminplanern und Datenmanagern Konzept und Referenzprojekte zu definieren und in die EDM - Systemumgebung zu implementieren. Das Projektmanagement muss von Anfang an eingesetzt werden können und damit ergibt sich wenig Zeit für die Adaptierung von projektspezifischen Anforderungen an das EDMS.
- **Prozessmanagement:** Auch das Prozessmanagement muss in seinen Kernprozessen von Projektstart an definiert sein. Hier gilt es noch Weiterentwicklungen im Bereich der flexibleren Gestaltung und Konfiguration von Prozess - Steuerungselementen im EDM zu betreiben.
- **EDM – Workflow Management:** Das EDM-Workflow-Management wird im Allgemeinen schon gut genutzt, muss aber in Zukunft noch modularer aufgebaut werden und für den operativen Datenmanager leichter konfigurierbar sein.
- **Integrationsplattform:** Für die Integrationsplattform ist es wichtig, für die Zukunft Schnittstellen zu definieren die es vor allem im CAD-Bereich ermöglichen, herstellerneutrale bzw. produktunabhängigere Software-Integration zu ermöglichen.
- **Schnittstellen:** Um auch die „Verteilte Produktentwicklung“ durch das EDM unterstützen zu können, ist es auch sehr wichtig, die externen und internen Schnittstellen bzw. die Anbindung anderer Organisationen und Systeme mittelfristig zu planen und zu gestalten. Hier ist auf die allgemeine Marktentwicklung im Bereich des Datenaustausches Rücksicht zu nehmen.

Um die Nutzenpotentiale von EDM auszuschöpfen und Fehlinvestitionen zu vermeiden wird für jedes Unternehmen entscheidend sein, eine eigene Hersteller- und systemunabhängige EDM-Strategie in Abstimmung mit anderen Management-Initiativen zu entwickeln und konsequent umzusetzen. Dazu ist es notwendig die eigenen, heterogenen Prozesse, Organisationen und Systemlandschaften in einer EDM-Roadmap optimal zu planen und zu entwickeln.

Damit gibt dieses Kapitel, aufbauend auf die theoretischen Betrachtungen, auch einen gewissen konkreten Mehrwert zur praktischen Anwendung der Erkenntnisse und zur zukünftigen Gestaltung der Produktentwicklung in der Automobilentwicklung.

7 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst mit der Entwicklung eines Modells und der Ableitung von konkreten Gestaltungsansätzen zur prozessorientierten Integration von Wissensmanagement in das Engineering Data Management. Die Modellbildung erfolgte aufbauend auf bekannten Ansätzen, Modellen und Konzepten im Bereich des Wissensmanagement, des Engineering Data Managements und der Integration von Managementdisziplinen mit dem Hintergrund allgemein und spezifisch gestellter Forschungsfragen. Die Ableitung von Gestaltungsansätzen erfolgte im Umfeld der Produktentwicklung der Automobilindustrie. Folgend zusammengefasst werden als erstes Ergebnis Antworten auf die gestellten Forschungsfragen gegeben bevor die allgemeine Schlussfolgerung zum Thema und die Chancen für die Entwicklung des Engineering Data Managements diese Arbeit abschließen.

7.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Bezugnehmend auf die originären Forschungsthemen werden nun Antworten auf die spezifisch gestellten Forschungsfragen gegeben.

Wie kann die Schnittstelle zwischen Wissenssystem und technischem Subsystem für das EDM beschrieben werden?

Diese „Schnittstelle“ wird durch das Wissenstransfermodell des wissensorientierten Engineering Data Management in Kapitel 5.4.3 beschrieben. Es enthält eine detaillierte Beschreibung des Datentransfers mit dem Hintergrund, dass die Anforderungen an das Datenmanagement immer im Kontext zu ablaufenden Wissensprozessen aufgestellt werden.

Sind die Prozesse „Dokumentation“ und „Information“ wertschöpfend?

Die Ergebnisse aus der Prozessanalyse in Abschnitt 6.1.2 zeigen, dass es vom Grad des explizierbaren Wissens sowie des Dokumentationsumfanges zum jeweiligen Prozess abhängt. Ein erhöhter Erfahrungsanteil im Prozess wird weniger Datenmanagementaktivitäten auslösen. Der Anteil des Wissensprozess „Speichern“ welcher durch den Prozess der Dokumentation operativ in die Wertschöpfungsebene verlagert wird, kann entsprechend seines Dokumentationsmehrwertes und der Dokumentationsqualität als wertschöpfend angesehen werden, wenngleich der Vorgang nicht eindeutig dem Kernprozess der Wertschöpfung zurechenbar ist.

Mit welchen Erhebungsmethoden können Wissensprozesse und Wissensaktivitäten für EDM Anforderungen erkannt und transparent gemacht werden?

Als Gestaltungsansätze dafür sind die wissensorientierte Prozessanalyse und die B-KIDE-Methode zu sehen. Sie geben einen Referenzprozess zur Analyse und eine Methode zur Transformation vom Geschäftsprozess zum Wissensprozess wieder.

In welcher Form stellen Informationssysteme Barrieren für den Wissenstransfer dar und wie können diese durch EDM entschärft werden?

Vor allem beim indirekten Wissenstransfer spielen die technischen Informationssysteme eine wichtige Rolle. Eine systematische Entwicklung und Gestaltung des EDM-Systems zeigt aber gleichzeitig auch die Mängel der IT-Basistechnologie. Lücken im indirekten Wissenstransfer, welche systemtechnisch nicht überwindbar sind oder nicht unterstützt werden, können durch Kombination von Wissensaktivitäten im Wissensprozess aufgehoben werden. Zudem kommen noch die Probleme der Verfügbarkeit und der Anwendung des EDMS für einen durchgängigen Wissenstransfer hinzu. Konkrete Maßnahmen zur Reduktion dieser Systembarrieren werden in Kapitel 6.1.9 vorgestellt.

Was kann das Engineering Data Management zur Sicherung des Produktwissens beitragen?

Die Fallstudie „Concept Car“ zeigt die Chancen und Potentiale zur Sicherung des Produktwissens durch den Einsatz von EDM. Dabei wirkt das EDMS nicht nur als Kommunikations- und Datentransfer-Drehscheibe, sondern durch die durchgängige und reproduzierbare Reife des Produktes für alle beteiligten im diesen Sinne auch als „Wissensdatenbank“.

Welchen Einfluss hat das EDM auf die Bereitschaft der Projektmitarbeiter ihr Wissen zu veröffentlichen, zu kommunizieren und die dazu relevanten Daten bereitzustellen.

Aus den Projektarbeiten hat sich aus der Sicht der Mitarbeiter und Anwender des EDM herausgestellt, dass sie grundsätzlich eine Systematik, Steuerung und Organisation von Datenmanagement-Aktivitäten begrüßen. Wichtig ist für die Akzeptanz in produktiven Projekten aber die Verfügbarkeit und Stabilität der Systeme sowie eine auf Rollen reduzierte Beschreibung und Einführung zur Anwendung der EDM-Funktionen. Wenn zudem das EDMS als zentrale Datendrehscheibe akzeptiert wird steigt auch das Vertrauen der Mitarbeiter die Produkt- und Projektinformationen über dieses Werkzeug zu dokumentieren und zu kommunizieren.

7.2 Schlussfolgerung zu dieser Arbeit

Die in den Hauptkapiteln aufgezeigten theoretischen Ansätze, Modelle, Konzepte sowie die daraus abgeleiteten Referenzprozesse und Anwendungskonzepte zur Gestaltung und Entwicklung von Engineering Data Management (EDM) zeigen, dass der wissensorientierte Bezug zu EDM in systematischer Anwendung eine Reihe von Gestaltungsansätzen zur konkreten Umsetzung von nachhaltig und qualitativ hochwertiger EDM-Methoden und -Funktionen im Bereich der Produktentwicklung der Automobilindustrie bietet .

Zur Zusammenführung der Themen Wissensmanagement (WM) und Engineering Data Management hat sich der Weg der prozessorientierten Integration als zielführend bestätigt. Die Prozessorientierung bietet den besten Ansatz zur umfassenden Betrachtung der integrierten Disziplinen. Als Antwort auf die im Eingangskapitel allgemein vorgestellte Zielsetzung hat sich heraus gestellt, dass der wissensorientierte Ansatz zu Analyse, Gestaltung und Steuerung des operativen Datenmanagements einen Mehrwert zum EDM leisten kann.

Die wissenschaftliche Eigenleistung besteht in der übergreifenden Betrachtung des Basismodells des Wissensmanagement im Kontext des Engineering Data Managements. Die bisherigen wissenschaftlichen Betrachtungen zu diesen Themen sind zum einen stark auf das Wissensmanagement allein fokussiert, zum anderen werden im Bereich des EDM die Betrachtungen zu stark systemorientiert geführt.

Der prozessorientierte Zugang ermöglicht eine Integration von Wissensmanagement, mit dem Fokus auf die Entwicklung und dem Management des Produktwissen, des Geschäftsprozessmanagements mit dem Fokus auf das notwendigen Wissen über den Prozess und des Engineering Data Management welches, als strategisches Element des Wissensmanagements die Schnittstelle zum Datenmanagement herstellt. Der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Eigenleistung liegt in der Entwicklung von neuartigen Modellen und Konzepten zur wissensorientierten Analyse, Entwicklung und Gestaltung von EDM-Methoden und EDM-Werkzeugen.

Die wissensorientierte Prozessanalyse ermöglicht es, das Datenmanagement zwischen zwei Geschäftsprozessen unter qualitativ besseren Gesichtspunkten zu gestalten. Durch das integrierte Datenmanagement sollen die Prozesse qualitativ hochwertig und systematisch mit den relevanten Daten versorgt werden. Durch das integrierte Datenmanagement gekoppelt mit den parametrisch assoziativen Ansätzen kann eine Form der Wissensdatenbank gestaltet werden.

Zudem bringt diese Arbeit nicht nur theoretische Ergebnisse und Zugänge zum Thema „Wissensmanagement im Engineering Data Management“, sondern aufbauend darauf auch pragmatische Ansätze, welche in konkreten Modellen und Konzepten abgebildet werden. Die vorgestellten Ansätze sind aber in ihrer komplexen Systematik für konkrete Anwendung möglicherweise nur beschränkt einsetzbar. Damit ist gemeint, dass nicht alle Aktivitäten zum EDM diesem Schema folgen müssen und durchaus je nach Anlassfall durch pragmatischere Ansätze modifiziert werden sollen.

Es gibt aber doch ausgewählte Themenstellungen für die es Sinn macht den Wissensbezug in der EDM Gestaltung durch Anwendung dieser Ansätze stärker einzubinden. Diese Arbeit leistet daher einen wesentlichen Beitrag die Entwicklung des Engineering Data Managements systematischer zu gestalten und dadurch vor allem die Flexibilität und Qualität des Engineering Data Management auf Prozess-, System- und Methodenebene zu erhöhen.

Die Schwächen bzw. Nachteile der wissensorientierten Betrachtung des EDM liegen in den komplexeren EDM Prozessen und die damit verbundene schwierigere Anwendung und Beherrschung der Systeme sowie der darin abgebildeten Workflows. Auch die laufende Systemschulung der Mitarbeiter(innen) muss durchgängig sicher gestellt werden. Die Risiken, welche sich durch die immer stärkere Integration des EDM in den Entwicklungsprozess auf-tun, sind das Problem der Systemverfügbarkeit und das Verlassen auf „fremdes“ Wissen.

Grundlegend sollte aber in Abwägung der Detaillierung, der Ansatz zum integrierten wissensorientierten Engineering Data Management in der konkreten Realisierung stärker eingesetzt werden.

7.3 Chancen für die Entwicklung des EDM

Ein spezielles Augenmerk soll auf die Entwicklung der immer stärker ansteigenden parametrisch assoziativen Produktgestaltung gelegt werden. EDM kann hier als Integrationsplattform, als Datendrehscheibe und als „Wissensdatenbank“ wertvolle Dienste im Sinne der durchgängigen Produktdokumentation in der Produktentwicklung leisten und sich damit für die Zukunft strategisch noch besser positionieren.

Für eine nachhaltige, systematische und kontinuierliche Entwicklung bzw. die laufende Adaptierung der Systemarchitektur ist ein permanenter Abgleich der EDM-Anforderungen zwischen der Systementwicklung und den verantwortlichen Prozess-Eignern bzw. -Managern vorzunehmen.

Ganz allgemein wird es zur Erzielung der normativen Anforderungen an die Produktdokumentation durch effektive Gestaltung und effiziente Anwendung des Engineering Data Managements wichtig sein, dass dafür durch das Management auch die notwendigen Ressourcen bereitgestellt werden und die wichtigen strategischen Entscheidung daher durchaus auch zur Chefsache gemacht werden müssen.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ARIS	ARchitektur integrierter Informationssysteme
B-KIDE	Business process oriented Knowledge Infrastructure Development
BPE	Business Process Engines
BPM	Business Process Management
BPMS	Business Process Management System
BR	Business Reengineering
BE	Business Engineering
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAP	Computer Aided Planning
CAS	Computer Aided Styling
CAT	Computer Aided Testing
CAX	Platzhalter für eine/mehrere Computer Aided-Methoden
CE	Computational Engineering
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CRM	Customer Relationship Management
DM	Dokumenten Management
DMS	Dokumenten Management System
DMU	Digital MockUp
DSP	Daten Syncro Punkte
DPT	Digitaler Prototyp
DV	Datenverarbeitung
EAI	Enterprise-Application-Integration
EDB	Engineering Data Base
EDM	Engineering Data Management
EDMS	Engineering Document Management System
ERP	Enterprise Ressource Planning
ePK	ereignisgesteuerte Prozesskette
FEM	Finite-Elemente-Methode
GPM	Geschäftsprozessmanagement
GUI	Graphical User Interface
gpoWM	Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement
IKT	Informations- & Kommunikationstechnologien
IuK	Informations und Kommunikation
IS	Information System
KM	Knowledge Management
KBE	Knowledge Based Engineering
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
MDSP	Mini Daten Syncro Punkt
MKS	Mehr Körper Simulation
OEM	Original Equipment Manufacturer

PAKo	Parametrisch Assoziative Konstruktion
PAGE	Parametrisch Assoziative Geometrieerzeugung
PDM	Produkt Daten Management
PDMS	Produkt Daten Management System
PEP	Produktentwicklungsprozess
PLM	Product Lifecycle Management
PIM	Product Information Management
PPS	Produktions Planung und Steuerung
PWM	Produkt Wissens Management
PWMS	Produkt Wissens Management System
SUA	System Umfeld Analyse
SCM	Supply Chain Management
SDM	Simulations Daten Management
TDM	Team Data Management
TIS	Technisches Information System
VMU	Virtual Mockup
VPT	Virtueller Prototyp
VR	Virtual Reality
WFM	Workflow Management
WFMS	Workflow Management System
WM	Wissensmanagement
WMS	Wissensmanagement System
woEDM	Wissensorientiertes Engineering Data Management
woPA	Wissensorientierte Prozess Analyse
xDM	Platzhalter für eine/mehrere Datenmanagement Systeme
XPS	Expertensysteme
ZVS	Zeichnungs-Verwaltungs-System

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1-1: Entstehung des Arbeitstitels _____	4
Abbildung 1-2: Forschungsdesign nach WOHINZ _____	5
Abbildung 1-3: Aufbau und Gliederung der Arbeit _____	7
Abbildung 2-1: Aktivitäten im Geschäftsprozess in sachlogischer Folgebeziehung _____	9
Abbildung 2-2: Primärer und sekundärer Geschäftsprozessinput und Output _____	9
Abbildung 2-3: Primärer und sekundärer Geschäftsprozesskunde _____	10
Abbildung 2-4: Geschäftsprozesse kontra Funktionen _____	13
Abbildung 2-5: Dimensionen des Business Engineerings _____	15
Abbildung 3-1: Y-CIM Modell für den Industriebetrieb _____	20
Abbildung 3-2: Product Life Cycle in der Automobilentwicklung _____	22
Abbildung 3-3: Entwicklung der PLM-Technologien _____	23
Abbildung 3-4: „Frontloading“ durch Einsatz von virtueller Produktentwicklung (qualitative Darstellung) _____	27
Abbildung 3-5: Integrationsstufen der virtuellen Produktentstehung _____	33
Abbildung 3-6: Prinzipieller Aufbau eines PDMS _____	38
Abbildung 3-7: EDMS – Architekturschaubild _____	46
Abbildung 3-8: Verbindungen zwischen CAD, CAE, CAT und CAM _____	48
Abbildung 3-9: Kriterienmodell für die Integration von CAD-Systemen _____	50
Abbildung 3-10: EDMS – Architekturschaubild mit CAx und xDM Integration _____	58
Abbildung 4-1: Die Wissenstreppe nach NORTH _____	65
Abbildung 4-2: Strukturierung von Wissen _____	66
Abbildung 4-3: Die Grundstruktur zur Modellbildung im Wissensmanagement _____	70
Abbildung 4-4: Aufgabenschwerpunkte im Wissensmanagement _____	71
Abbildung 4-5: Das Basismodell des Wissensmanagements _____	73
Abbildung 4-6: Individuen und technische Einrichtungen als Elemente eines Wissenssystems _____	75
Abbildung 4-7: Der Zusammenhang zwischen Wissenssystem und Wertschöpfungssystem _____	77
Abbildung 4-8: Die Grundstruktur im „Modell überlappender Systeme“ _____	78
Abbildung 4-9: Verknüpfungen zwischen Wissens- und Wertschöpfungssystem _____	79
Abbildung 4-10: Unterscheidungsmerkmale nach Art des Wissenstransfers _____	83
Abbildung 4-11: Transfermatrix für Daten und Wissen in Weiterentwicklung von Nonaka/Takeuchi _____	84
Abbildung 4-12: Direkter Wissenstransfer im sozialen Subsystem _____	86
Abbildung 4-13: Indirekten Wissenstransfer durch den Prozess der Dokumentation und Information _____	87
Abbildung 4-14: Einordnung von IKT in das Basismodell des Wissensmanagement _____	91
Abbildung 5-1: Einordnung des woEDM in das Basismodell des Wissensmanagements _____	98
Abbildung 5-2: Systemorientierter Bezugsrahmen des EDM _____	99
Abbildung 5-3: Konzepte zur Zusammenführung von Managementsystemen _____	101
Abbildung 5-4: Prozessorientiertes Integrationsmodell nach VORBACH _____	104
Abbildung 5-5: Elemente im geschäftsprozessorientierten Wissensmanagement _____	108
Abbildung 5-6: Basismodell des geschäftsprozessorientierten Wissensmanagements _____	109
Abbildung 5-7: Spektrum von Prozessen _____	110
Abbildung 5-8: Modellierungsformen von Geschäftsprozessen _____	111

Abbildung 5-9: Architektur und Elemente zur Modellierung von Geschäftsprozessen mit Wissenssicht _____	113
Abbildung 5-10: Der Wissensprozess in Wechselwirkung der Wertschöpfungsprozesse _____	114
Abbildung 5-11: Modellierung der Wissensarbeit in Geschäftsprozessen _____	115
Abbildung 5-12: Visualisierung der Wissensprozesse nach Wissensdomänen _____	116
Abbildung 5-13: Wissensprozess als Bindeglied zwischen Geschäftsprozess und den kontinuierlichen Supportprozessen des EDM _____	118
Abbildung 5-14: Aufgabenstruktur als Bindeglied zwischen Prozess und System im EDM _____	120
Abbildung 5-15: Todesspirale eines elektronischen Datenspeichers _____	121
Abbildung 5-16: Dimensionen und Ebenen des wissensorientierten EDM _____	124
Abbildung 5-17: Bezugsrahmen für das EDM-Review in Anlehnung an WOHINZ _____	127
Abbildung 5-18: Transferbeziehungen im Wissenssystem _____	132
Abbildung 5-19: Integrierte Betrachtung von Wissens- und Datenmanagement-Aktivitäten zwischen Wertschöpfungsprozessen _____	134
Abbildung 5-20: Modell zur Integration von Wissensprozessen und Datenmanagement durch die Handlungsebene _____	135
Abbildung 5-21: Wissenstransfermodell des „wissensorientierten Engineering Data Management“ _____	136
Abbildung 5-22: Modell zur Rekonstruktion der Wissens- und Datenbasis _____	138
Abbildung 5-23: Modell des "Wissensorientierten Engineering Data Management" _____	139
Abbildung 6-1: Ableitung der Wissensaktivitäten auf die Handlungs- und Datenebene _____	142
Abbildung 6-2: Darstellung von Wissensprozessen im Geschäftsprozessmodell _____	144
Abbildung 6-3: Integrierte Betrachtung von Wissensprozessen und Datenmanagement _____	146
Abbildung 6-4: Einflussfaktoren auf den Prozess des „Datentransfers“ _____	148
Abbildung 6-5: Barrieren im EDM – bezogenen Wissenstransferprozess _____	149
Abbildung 6-6: Referenzprozess zur wissensorientierten Entwicklung von EDM-Use Cases _____	150
Abbildung 6-7: Konzept zum „Integrierten CAD-Datenmanagement“ _____	153
Abbildung 6-8: Das Konzept „Datenfahrplan“ im Produktentwicklungsprozess _____	154
Abbildung 6-9: Das Konzept „Geometriereferenz“ für das digitale Produkt _____	156
Abbildung 6-10: Das dreidimensionale Reifegradmodell für CAD Dokumente _____	157
Abbildung 6-11: Generischer EDM-Workflow für CAD Dokumente _____	159
Abbildung 6-12: Integriertes 3D-CAD Modell mit den Einflussfaktoren in der Fahrzeugentwicklung _____	162
Abbildung 6-13: Modularer Aufbau des „Concept Car“ _____	163
Abbildung 6-14: Module, Funktionen und Disziplinen des "Concept Car" im Prozessumfeld _____	166
Abbildung 6-15: Interdisziplinäre Betrachtung des Workflow im „Concept Car“ _____	167
Abbildung 6-16: "Concept Car" in Wechselwirkung der Wertschöpfungsprozesse _____	168
Abbildung 6-17: Integration PAGE in das „Wissenstransfermodell des woEDM“ _____	170
Abbildung 6-18: Entwicklung der Produktreife über den Entwicklungsprozess in der Konzeptphase (qualitative Darstellung) _____	171
Abbildung 6-19. Entwicklung und Gestaltung des EDM-Umfeldes _____	177
Abbildung 6-20: Der Analyse- und Gestaltungsprozess des operativen EDM _____	178
Abbildung 6-21: Modell des „Integrierten wissensorientierten Engineering Data Management“ _____	179

LITERATURVERZEICHNIS

- ABRAMOVICI [2005] ABRAMOVICI, M.:
PLM-Strategie in einer veränderten Engineering-Welt; Product Life live 2005, Mainz, 2005
- ABRAMOVICI u. a. [1993] ABRAMOVICI, M.; BICKELMANN, S.:
Engineering Daten Management (EDM) Systeme: Anforderungen, Stand der Technik und Nutzenpotentiale. CIM-Management, 1993
- ALLWEYER [2002] ALLWEYER, T.:
Wissensmanagement mit ARIS-Modellen; in: SCHEER, A-W.: ARIS - Vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem; Berlin, Heidelberg, New York, 2002
- ALLWEYER [2005] ALLWEYER, T.:
Geschäftsprozessmanagement-Strategie, Entwurf, Implementierung, Controlling; Bochum, 2005
- AMON [2009] AMON, G.:
Vom Reißbrett ins CAx – Die Zeichnungslose Konstruktion; Diplomarbeit, Hochschule Mittweida (FH), Graz, 2009
- ANDERL u. a. [2002] ANDERL, R.; KLEINER, S., KRASTEL, M.:
Produktdatenmanagement in der Simulation und Berechnung; ProduktDatenJournal Nr.1/2002, ProSTEP iViP e.V., 2002
- ANDERL [2003a] ANDERL, R.:
Produktdatentechnologie B – Produktdatenmanagement; TU Darmstadt, Fachbereich 16, Vorlesungsskript, 2003
- ANDERL [2003b] ANDERL, R.:
Produktdatentechnologie A – CAD-Systeme und CAx-Prozessketten; TU Darmstadt, Fachbereich 16, Vorlesungsskript, 2003
- ANDERL u. a. [2003] ANDERL, R.; BEUTHEL, R.:
Product Knowledgeing – Establishing Computer Aided Keng. In: QMS (Hrsg.): Proceedings PDT Europe 2003 (Manchester). Sandhurst : QMS, 2003
- BECKER u. a. [2000a] BECKER, J.; KUGELER, M.; ROSEMANN, M.:
Prozessmanagement - Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung; Berlin/Heidelberg, New York, 2000
- BECKER u. a. [2000b] BECKER, J.; MEISE, V.:
Von der Strategie zum Ordnungsrahmen; in: BECKER, J., KUGELER, M., ROSEMANN, M.: Prozessmanagement - Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung; Berlin, u. a., 2000
- BECKER u. a. [2000c] BECKER, M.; HABERFELLNER, R.; LIEBETRAU, G.:
EDV-Wissen für Anwender – Das Informatik-Handbuch für die Praxis, 12. Aufl., Zürich, 2000
- BERLINER KREIS [2001] BERLINER KREIS WISSENSCHAFTLICHES FORUM FÜR PRODUKTENTWICKLUNG E. V. (Hrsg.):
Technology monitoring 1/01 – Virtual Reality. Paderborn : Druckerei Reike GmbH, 2001
- BULLINGER [1999] BULLINGER, H.J.:
EDM: vom Datenmanagement zum Wissensmanagement. In: DAIMLERCHRYSLER (Hrsg.): Proceedings EDM Forum 1999 (Fellbach). Stuttgart; DaimlerChrysler, 1999
- DAVENPORT u. a. [1990] DAVENPORT, T. H.; SHORT, J.:
The new Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign; in: Sloan Management Review; Reprint 3141; Summer 1990, Vol. 31, No. 4, 1990
- DAVENPORT [1993] DAVENPORT, T. H.:
Process innovation. Reengineering work through informationTechnology; BOSTEN, 1993

- DIETRICH [1999] DIETRICH, W.:
Analyse zur Einführung eines Wissensmanagement-Konzeptes im Produktbereich Automotive eines Industriebetriebes, Diplomarbeit, TU-Graz, 1999
- DIETRICH u. a. [2010] DIETRICH, W.; HIRZ, M.; ROSSBACHER, P.:
Integration von geometrischen und funktionalen Aspekten in die parametrisch assoziative Modellgestaltung in der konzeptionellen Automobilentwicklung, 3. Grazer Symposium Virtuelles Fahrzeug, Kompetenzzentrum-Das Virtuelle Fahrzeug, Graz, 2010
- DOBLIES [1998] DOBLIES, M.:
Globales Produktdatenmanagement zur Verbesserung der Produktentwicklung; Berlin, Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik, 1998
- EIGNER u. a. [1991] EIGNER, M.; HILLER, C.; SCHINDEWOLF, S.; SCHMICH, M.:
Engineering Database – Strategische Komponenten in CIM-Konzepten; München, Hanser, 1991
- EIGNER u. a. [2001] EIGNER, M.; STELZER, R.:
Produktdatenmanagement-Systeme; Berlin, Springer, 2001
- ENGELLMANN [1995] ENGELMANN, T.:
Business process reengineering - Grundlagen, Gestaltungsempfehlungen, Vorgehensmodelle; Wiesbaden, 1995
- FISCHERMANNNS [2001] FISCHERMANNNS, G.; IBEL T, W.:
Grundlagen der Prozessorganisation; Wettenberg, 2001
- FISCHERMANNNS [2006] FISCHERMANNNS, G.:
Praxishandbuch Prozessmanagement; Wettenberg, 2006
- GABLER [1998] GABLER-Lexikon Logistik; Wiesbaden, 1998
- GAITANIDES [1983] GAITANIDES, M.:
Prozeßmanagement. Entwicklung, Ansätze und Programme prozeßorientierter Organisationsgestaltung.; München, 1983
- GRABOWSKI u. a. [2009] GRABOWSKI, H.; SCHNACK, E.:
Berechnung und Simulation in der Konstruktion; www-rpk.mach.uni-karlsruhe.de/vorlesungen/BSK-Vorlesung, Karlsruhe, 2009
- GUTENBERG [1997] GUTENBERG, E.:
Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. 1. Band, Die Produktion, 24. Auflage; Berlin, u. a., 1979
- HEPPNER [1997] HEPPNER, K.:
Organisation des Wissenstransfers - Grundlagen, Barrieren und Instrumente; Wiesbaden, 1997
- HABERFELLNER u. a. [2002] HABERFELLNER, R.; u. a.:
Systems Engineering - Methodik und Praxis; 2002
- HAMMEL u. a. [1994] HAMMEL, G.; PRAHALAD, C.K.:
Cometing for the Future, Boston, 1994
- HAMMER [1997] HAMMER, M.:
Das prozeßorientierte Unternehmen - Die Arbeitswelt nach dem Reengineering; Frankfurt, New York 1997
- HAMMER u. a. [1993] HAMMER, M.; CHAMPY, J.:
Reengineering the corporation: a manifesto for business revolution; New York, 1993
- HAMMER u. a. [1999a] HAMMER, M.; CHAMPY, J.:
Business Reengineering - Die Radikalkur für das Unternehmen; 2.Auflage, München; 1999
- HAMMER u. a. [1999b] HAMMER, M.; STANTON, S.:
How Process Enterprises Really Work; in: Harvard Business Review, 1999
- HARRINGTON [1991] HARRINGTON, J. H.:
Business Process Improvement.; New York, 1991

- HARTLIEB [2000] HARTLIEB, E.:
Zur Rolle der Wissenslogistik im betrieblichen Wissensmanagement; Dissertation, TU-Graz, 2000
- HARTLIEB [2002] HARTLIEB, E.:
Wissenslogistik - Effektives und effizientes Management von Wissensressourcen; Wiesbaden, 2002
- HAUSER [1996] HAUSER, C.:
Marktorientierte Bewertung von Unternehmensprozessen; Dissertation; Bergisch Gladbach, Köln; 1996
- HEINRICH u. a. [2007] HEINRICH, L. J.; u. a.:
Wirtschaftsinformatik - Einführung und Grundlegung; 3. Aufl., Oldenbourg, München/Wien, 2007
- HERRMANN u. a. [2001] HERRMANN, TB.; SCHEER, A.-W.; WEBER, H.:
Verbesserung von Geschäftsprozessen mit flexiblen Workflow-Management-Systemen. Band 4: Workflow Management für die lernende Organisation - Einführung, Evaluierung und zukünftige Perspektiven; Heidelberg, Physica-Verlag, 2001
- HIRZ [2008] HIRZ, M.; HIRSCHBERG, W.; DIETRICH, W.:
Integrated 3D CAD design methods in early automotive development processes; FISITA Automotive World Congress 2008, Munich, Germany, 2008
- HOFER [2005] HOFER, M.:
Integriertes CAD-Produktdatenmanagement mit DMU und VMU im Produktentwicklungsprozess, Diplomarbeit, TU-Graz, 2005
- HOFFMANN u. a. [2001] HOFFMANN, M.; GOESMANN, TB.; MISCH, A.:
Unsichtbar oder Vergessen - Wie man "verborgenen Wissensprozessen" auf die Schliche kommt. In: Proceedings zur Tagung Professionelles Wissensmanagement, WM2001, 2001
- IMAI [2005] IMAI, M.:
KAIZEN - Der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb; München, 2005
- KLAUS [1994] KLAUS, P.:
Jenseits einer Funktionenlogistik: der Prozeßansatz; in: ISERMANN, H.: Logistik: Beschaffung, Produktion, Distribution; Landsberg/Lech; 1994
- KRALLMANN u. a. [2002] KRALLMANN, H.; FRANK, H.; GRONAU, N.:
Systemanalyse im Unternehmen; 4.Auflage, Oldenburg, 2002
- KROGH u. a. [1998] KROGH, v. G.; KÖHNE, M.:
Der Wissenstransfer in Unternehmungen: Phasen des Wissenstransfers und wichtige Einflussfaktoren, in: Die Unternehmung 52. Jg. (1998) Heft 5/6, 1998
- LULLIES u. a. [1993] LULLIES, V.; BOLLINGER, H.; WELTZ, F.:
Wissenslogistik – Über den betrieblichen Umgang mit Wissen bei Entwicklungsvorhaben; Frankfurt, 1993
- MAIER [2004] MAIER, R.:
Knowledge Management Systems - information and communication technologies for knowledge management; Springer, Berlin, 2004
- MEIER [2005] MEIER, F.:
Prozessorientiertes Datenmanagement im Produktions(vor)planungsprozess - Erstellen eines Vorgehensmodells zur Daten- bzw. Informationsanalyse und Ableitung von System- und Methodenanforderungen; Diplomarbeit, 2005
- MEYWERK [2007] MAYWERK, M.:
CAE-Methoden in der Fahrzeugtechnik; Springer, Berlin/Heidelberg, 2007

- NINAUS u. a. [2006] NINAUS, M.; DIETRICH, W.; WURZER, G.:
KPD - A Systematic Approach for Creating a Knowledge-Oriented
Business Process Model, TU-Graz, 2006
- NINAUS [2007] NINAUS, M.:
Knowledge Process Design – Implementierung von Wissensmana-
gement in Geschäftsprozesse am Beispiel der Produktentwicklung;
Dissertation, TU-Graz, 2007
- NONAKA [1991] NONAKA, I.:
The Knowledge-Creating Company, in: HBR (1991) November-
Dezember, 1991
- NONAKA u. a. [1997] NONAKA, I.; TAKEUCHI, H.:
Die Organisation des Wissens: Wie japanische Unternehmen eine
brachliegende Ressource nutzbar machen.; Frankfurt/Main, New
York, 1997
- NORTH [2002] NORTH, K.:
Wissensorientierte Unternehmensführung; 3. Auflage, Wiesbaden,
2002
- OBERHOFER u. a. [1997] OBERHOFER, A.F.; WOHINZ, J.W.; KROPIUNIG, J.:
Innovatives Uni-Management – Eine Orientierung; Wien, 1997
- ÖSTERLE [1995] ÖSTERLE, H.:
Business Engineering - Prozeß- und Systementwicklung. -Band 1; 2.
Auflage; Berlin, u. a., 1995
- ÖSTERLE [1997] ÖSTERLE, H.:
Business Engineering - Prozeß- und Systementwicklung.;
2.Auflage, Berlin, u. a., 1997
- PERITSCH [1998] PERITSCH, M.:
Analyse und Gestaltung wissensbasierter Innovationsprozesse,
Dissertation, TU-Graz, Graz 1998
- PFEIFER u. a. [2008] PFEIFER, T.; SCHMITT, R.:
Qualitätsmanagement: Strategien, Methoden, Techniken; 4. vollst.
überarb. Aufl.; Hanser, München, 2008
- PICOT [1990] PICOT, A.:
Der Produktionsfaktor Information in der Unternehmensführung; in:
Information Management; 5 (1990) 1, 1990
- PISCHON u. a. [1998] PISCHON, A.; IWANOWITSCH, D.:
Umweltmanagementsysteme zwischen Anspruch und Wirklichkeit;
Heidelberg, 1998
- POLYANI [1966] POLYANI, M.:
The Tacit Dimension, London, 1966
- PORTER [1989] PORTER, M. E.:
Wettbewerbsvorteile. Spitzenleistungen erreichen und behaupten;
Frankfurt/Main, New York, 1989
- PROBST u. a. [2006] PROBST, G.; RAUB, S.; ROMHARDT, K.:
Wissen managen - Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource
optimal nutzen; 5. Auflage, Wiesbaden, 2006
- PÜMPIN u. a. [1991] PÜMPIN, C.; PRANGE, J.:
Management der Unternehmungsentwicklung - Phasengerechte
Führung und der Umgang mit Krisen; Das St. Galler Management-
Konzept, Band 2, Frankfurt/New York, 1991
- REMUS [2002a] REMUS, U.:
Integrierte Prozess- und Kommunikationsmodellierung zur Verbes-
serung von wissensintensiven Geschäftsprozessen; in: ABECKER,
Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement; Berlin, 2002
- REMUS [2002b] REMUS, U.:
Prozeßorientiertes Wissensmanagement - Konzepte und Modellie-
rung, Berlin, 2002

- REHÄUSER u. a. [1996] REHÄUSER, J.; KRCMAR, H.:
Wissensmanagement im Unternehmen.; in: SCHREYÖGG, G.;
CONRAD, P.: Wissensmanagement; Berlin, New York, 1996
- ROMHARDT [1998] ROMHARDT, K.:
Die Organisation aus der Wissensperspektive - Möglichkeiten und
Grenzen der Intervention; Wiesbaden, 1998
- ROSSBACHER [2009] ROSSBACHER, P.; HIRZ, M.; HARRICH, A.; DIETRICH, W.;
THEISS, N.:
The potential of 3D-CAD based process – optimization in the auto-
motive concept phase; SAE World Congress 2009, Detroit, Michi-
gan, USA, 2009
- SAMMER [1999] SAMMER, M.:
Wissensinduktion in Organisationen, Diss., Montanuniversität Leo-
ben 1999
- SCHANTIN [1999] SCHANTIN, D.:
Kundenorientierte Gestaltung von Geschäftsprozessen durch Seg-
mentierung und Kaskadierung; Dissertation, TU Graz, 1999
- SCHEER [1998] SCHEER, A.-W.:
ARIS - Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen; Ber-
lin, u. a., 1998
- SCHEER [2002] SCHEER, A.-W.:
ARIS- Vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem; 4.Auflage,
Berlin u. a., 2002
- SCHEER u. a. [2005] SCHEER, A.-W.; BOCZANSKI M.; MUTH M.; SCHMITZ W.-G.;
SEGELBACHER U.:
Prozessorientiertes Product Lifecycle Management; Berlin u. a.,
2005
- SCHEUBLE [1998] SCHEUBLE, S.:
Wissen und Wissenssurrogate - Eine Theorie der Unternehmung;
Wiesbaden, 1998
- SCHMELZER u. a. [2001] SCHMELZER, H.-J.; SESSELMANN, W.: Geschäftsprozessmana-
gement in der Praxis; München, Wien, 2001
- SCHMITZ u. a. [1996] SCHMITZ, CH.; ZUCKER, B.:
Wissen gewinnt – Knowledge Flow Management, Düsseldorf, 1996
- SCHWANINGER [1994] SCHWANINGER, M.:
Managementsysteme. Das St. Galler Management-Konzept, Cam-
pus, Frankfurt, 1994
- SENDER u. a. [2008] SENDER, U.; WAWER V.:
CAD und PDM – Prozessoptimierung durch Integration; München,
Wien, 2008
- SPUR u. a. [1997] SPUR, G.; KRAUSE, F.-L.:
Das Virtuelle Produkt. Management der CAD-Technik; Hanser Ver-
lag, München/Wien, 1997
- STEWART [1998] STEWART, T. A.:
Der vierte Produktionsfaktor; München, 1998
- STROHMAIER u. a. [2004] STROHMAIER, M.; DIETRICH, W.; KORONAKIS, P.;
LINDSTAEDT, S.:
EDM Know Flow - Management Summary. Technical report, Know
Center Graz, 2004
- STROHMAIER [2005] STROHMAIER, M.:
B-KIDE: A Framework and a Tool for Business Process Oriented
Knowledge Infrastructure Development; Aachen, 2005
- TECKLENBURG u.a. [2008] TECKLENBURG G.:
Die digitale Produktentwicklung – Parametrisch assoziative Ent-
wicklung von Baugruppen der Fahrzeugkarosserie, Haus der Tech-
nik Fachbuch Band 89, 2008

- THEISS [2009] THEISS, N.:
Gesamtkonzept zur parametergesteuerten Konzeptarbeit in der Automobilentwicklung – (Package, Layout, Ergonomie); Diplomarbeit, TU-Graz, 2009
- TIPOTSCH [1997] TIPOTSCH, C.:
Business Modelling - Vorgehensmethodik und Gestaltungsmodelle; Dissertation, TU Graz, 1997 .
- TUPPINGER [2003] TUPPINGER, J.:
Wissensorientierter Organisationswandel - Ein Ansatz zur Veränderung von Struktur und Kultur, Wiesbaden, 2003
- VORBACH [1999] VORBACH, S.:
Die prozeßorientierte Integration von Umweltschutz in ein umfassendes Managementsystem, Dissertation, TU-Graz, 1999
- WAGNER [2001] WAGNER, W. K.:
PQM-Prozessorientiertes Qualitätsmanagement; München, Wien, 2001
- WILLFORT [2000] WILLFORT, R.:
Innovationsdienstleistungen im wissensorientierten Management von Innovationsprozessen; Dissertation, TU Graz, 2000
- WINZER [2004] WINZER, P.:
Wissensbasierte Unternehmensorganisation: Inhalte, Instrumente, Szenarien; Aachen, Shaker, 2004
- WITTE [19972] WITTE, E.:
Das Informationsverhalten in Entscheidungsprozessen; Tübingen, 1972
- WMF [2005] WISSENSMANAGEMENT FORUM (HRSG.):
Praxishandbuch Wissensmanagement Teil 3 - Wissen erfolgreich nutzen - jetzt und in der Zukunft; Graz; 2005
- WMF [2007] WISSENSMANAGEMENT FORUM (HRSG.):
Das Praxishandbuch Wissensmanagement - Integratives Wissensmanagement; Graz; 2007
- WOHINZ [1983] WOHINZ, J. W.:
Wertanalyse - Innovationsmanagement; Würzburg, Wien 1983
- WOHINZ u. a. [1991] WOHINZ, J.W.; KEPLINGER, W.:
Effizienz und/oder Effektivität? Kenngrößen erfolgsorientierter Betriebsführung, in: Der Wirtschaftsingenieur, 23 (1991) 3, 1991
- WOHINZ [2002] WOHINZ, J. W.:
Knowledge Systems Design; in: BORNEMANN, M.; SAMMER, M.: Anwendungsorientiertes Wissensmanagement; Wiesbaden, 2002
- WOHINZ [2003a] WOHINZ, J. W.:
Industrielles Management - Das Grazer Modell; Wien/ Graz, 2003
- WOHINZ [2003b] WOHINZ, J. W.:
Industriewissenschaftliches Forschungsmanual; INDUSCRIPT, Graz, 2003
- WOHINZ u. a. [2005] WOHINZ, J. W.; LEITNER, W.:
Value Management (Wertanalyse); INDUSCRIPT, TU Graz, 2005
- WOHINZ u. a. [2007] WOHINZ, J. W.; OBERSCHMID, H.:
Wissensmanagement; INDUSCRIPT, TU Graz, 2007
- WURZER [2006] WURZER, G.:
Konzeptentwicklung für die Integration von Wissensmanagement in den Produktentwicklungsprozess; Magisterarbeit, TU Graz, 2006