

Konzept zur Optimierung des PDM-Einsatzes in der Automobilindustrie

Von der Fakultät für Maschinenwesen
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Ingenieurwissenschaften genehmigte Dissertation

vorgelegt von
Stephan Maximilian Stockinger
aus Rothalmünster (Niederbayern)

Berichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Feldhusen
Univ.-Prof. Dr.-Ing. M. Abramovici

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Februar 2008

Diese Dissertation ist auf den Internetseiten der Hochschulbibliothek online verfügbar.

Danksagung

Die wissenschaftliche Bearbeitung eines neuen Themenfeldes und die Erstellung einer daraus resultierenden Dissertation ist keine Einzelleistung. Ein nicht unerheblicher Teil der Ideen entsteht in Diskussionen, im Gedankenaustausch mit anderen. Aber auch die Rahmenbedingungen und Voraussetzungen, unter denen man eine Dissertation erarbeitet, sind ein entscheidender Erfolgsfaktor. Daher möchte ich an dieser Stelle all jenen danken, die mit ihren Ideen und Gedanken, mit ihren kritischen Anmerkungen und Hinweisen, aber auch mit ihrer Unterstützung für optimale Randbedingungen entscheidenden Anteil am erfolgreichen Abschluss dieser Arbeit hatten. Mein ganz besonderer Dank gilt dabei:

meinem Doktorvater Professor Jörg Feldhusen für seine konstruktive Unterstützung und die Impulse, mit denen er dazu beigetragen hat, dass das vorliegende Konzept die richtige Mischung aus Praxis und Forschung aufweist;

Professor Michael Abramovici für die Übernahme des Koreferats sowie Professor Stefan Pischinger für die Übernahme des Vorsitzes der Promotionskommission;

meiner Daimler-Betreuerin Frau Dr. Gritt Ahrens, die mit ihrer ganz besonderen Mischung aus Fördern und Fordern das Gelingen dieser Arbeit erst ermöglicht hat;

meinen Kollegen und meinen Vorgesetzten bei der Daimler AG, Sindelfingen, insbesondere den Herren Ernst Wittel, Egon Behr und Christoph Maier für die großzügige Bereitstellung von Infrastruktur und fachlichem Input;

dem Team vom ikt, insbesondere den Herren Dr. Nils Macke, Dr. Ingo Schulz und Dr. Boris Gebhardt sowie Frau Angelika Seves für die tolle Zusammenarbeit und die nahtlose Einbindung in das Institutsleben;

meinen Eltern, die mir stets Rückhalt gegeben haben und ohne deren Unterstützung mein Studium und somit auch diese Arbeit niemals machbar gewesen wären.

Herrenberg, im Juli 2008

In memoriam Dipl.-Ing. Johann Stockinger (1952 – 2008)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung und Zielsetzung	1
1.2	Inhalt und Aufbau der Arbeit	4
2	Grundlagen und Ausgangssituation	7
2.1	PDM: Praxis und Forschung	8
2.1.1	Allgemeine Begriffsdefinitionen	8
2.1.2	PDM-Praxis.....	8
2.1.3	PDM-Forschung.....	11
2.1.4	Abgrenzung der Arbeit und Begriffsdefinitionen	12
2.2	Betrachtete Beteiligte am Fahrzeugentwicklungsprozess und deren Beitrag.....	16
2.3	Fahrzeugentwicklungsplan.....	21
2.4	Zeit, Kosten und Qualität.....	24
2.5	Grundthesen	26
2.6	Weitere Methodenanforderungen.....	27
2.7	Zusammenfassung	28
3	Betrachtung relevanter Methoden	31
3.1	Bewertungskriterien für relevante Methoden	32
3.2	Ansätze zur Lösung von Problemen.....	33
3.2.1	„Problem“ – Begriff und Definition	33
3.2.2	Problemlösungsmethoden.....	34
3.2.3	Bewertung.....	35
3.3	Szenariotechnik und Parametrisierung.....	36
3.3.1	Methodenbeschreibung.....	36
3.3.2	Bewertung.....	37
3.4	Lessons Learned und Knowledge Bases	37
3.4.1	Methodenbeschreibung.....	38
3.4.2	Bewertung.....	40
3.5	Zusammenfassung	40
4	Methodik zur Lösung von PDM-Problemen in der Automobilindustrie.....	43
4.1	Aufbau der Methodik.....	43
4.1.1	Schritt 1: PDM-Problem formulieren und Zielzustand definieren	47
4.1.2	Schritt 2: PDM-Geschäftsfall definieren.....	50

4.1.3	Schritt 3: Relevante PDM-Parameter identifizieren und beschreiben	54
4.1.4	Schritt 4: Relevante Parameterrelationen identifizieren und beschreiben	61
4.1.5	Schritt 5: Parameterrelationsprobleme ermitteln und Lösungen für jedes Relationsproblem suchen.....	70
4.1.6	Schritt 6: Teillösungen zu einem vorläufigen Gesamtlösungsfeld kombinieren	77
4.1.7	Schritt 7: Handlungsempfehlungen zur Erreichung des Zielzustands erstellen	82
4.2	Methodenspezifische Datenbank	89
4.3	Zusammenfassung	91
5	Methodik zur Optimierung des PDM-Einsatzes in der Automobilindustrie	93
5.1	Vorgehensweise	94
5.1.1	Schritt 1: Optimierungsbedarf formulieren und Ziele vorgeben.....	95
5.1.2	Schritt 2: Geschäftsfall (Ist-Zustand) aufbauen.....	97
5.1.3	Schritt 3: Geschäftsfall (Soll-Zustand) aus Zielvorgabe definieren.....	101
5.1.4	Schritt 4: Ist- und Soll-Geschäftsfall vergleichen und Delta offenlegen	103
5.1.5	Schritt 5: Ganzheitliche Handlungsempfehlungen erstellen.....	105
5.2	Geschäftsfalldefinition standardisieren: „Templates“	107
5.3	Zusammenfassung	109
6	Validierung des Konzepts	111
6.1	Relevante Prozesse.....	111
6.2	Validierungsbeispiel.....	114
6.2.1	Schritt 1: Problem formulieren und Zielzustand definieren	114
6.2.2	Schritt 2: PDM-Geschäftsfall definieren.....	115
6.2.3	Schritt 3: Relevante Parameter identifizieren und beschreiben	116
6.2.4	Schritt 4: Relevante Parameterrelationen identifizieren und beschreiben	117
6.2.5	Schritt 5: Relationsprobleme ermitteln und lösen	120
6.2.6	Schritt 6: Gesamtlösungsfeld generieren.....	121
6.2.7	Schritt 7: Handlungsempfehlungen ableiten	122
6.3	Zusammenfassung	123
7	Bewertung des Konzepts	125
7.1	Vorteile des Konzepts	125
7.2	Grenzen des Konzepts	126
8	Zusammenfassung und Ausblick	127
9	Literaturverzeichnis.....	129
10	Glossar und Abkürzungsverzeichnis	135

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Forschungsfeld für eine Methodik zur Lösung von PDM-Problemen.....	3
Abbildung 2: Inhalt und Aufbau der Arbeit.....	4
Abbildung 3: Inhaltlicher Rahmen für das vorliegende Konzept – Praxissicht.....	13
Abbildung 4: Inhaltlicher Rahmen für das vorliegende Konzept – Forschungssicht.....	14
Abbildung 5: Die Bestandteile von PDM im Zusammenhang der vorliegenden Arbeit.....	15
Abbildung 6: Beispiel für einen allgemeinen Fahrzeug-Produktentwicklungsplan.....	22
Abbildung 7: Das "magische Dreieck" aus Zeit, Kosten und Qualität.....	25
Abbildung 8: Inhalt eines Einzelschrittes des Konzepts zur Optimierung des PDM-Einsatzes.....	44
Abbildung 9: Methodik zur Lösung von PDM-Problemen in der Automobilindustrie (Überblick).....	46
Abbildung 10: PDM-Problem formulieren und Zielzustand definieren.....	47
Abbildung 11: PDM-Geschäftsfall definieren.....	51
Abbildung 12: Relevante PDM-Parameter identifizieren und beschreiben.....	55
Abbildung 13: Parametersubstitution und -integration.....	57
Abbildung 14: Relevante Parameterrelationen identifizieren und beschreiben.....	61
Abbildung 15: Beispielhafte Ermittlung der Dimensionskennzahl DKQ.....	67
Abbildung 16: Parameterrelationsprobleme ermitteln und Lösungen für jedes Relationsproblem suchen.....	70
Abbildung 17: Informationsflüsse in den Schritten 1 bis 5.....	72
Abbildung 18: Teillösungen zu einem vorläufigen Gesamtlösungsfeld kombinieren.....	77
Abbildung 19: Synthese von erweiterter Einflussmatrix und Teillösungen.....	79
Abbildung 20: Handlungsempfehlungen zur Erreichung des Zielzustands erstellen.....	82
Abbildung 21: Methodik zur Optimierung des PDM-Einsatzes in der Automobilindustrie (Überblick).....	95
Abbildung 22: Optimierungsbedarf formulieren und Ziele vorgeben.....	96
Abbildung 23: Geschäftsfall (Ist-Zustand) aufbauen.....	98
Abbildung 24: Geschäftsfall (Soll-Zustand) aus Zielvorgabe definieren.....	101

Abbildung 25: Ist- und Soll-Geschäftsfall vergleichen und Delta offenlegen	104
Abbildung 26: Ganzheitliche Handlungsempfehlungen erstellen	106
Abbildung 27: Übersicht der validierungsrelevanten Prozesse	112

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bewertung der untersuchten Methoden.....	41
Tabelle 2: Zusatzinformationen zu den Einzelschritten des Konzepts	44
Tabelle 3: PDM-Problem formulieren und Zielzustand definieren.....	47
Tabelle 4: PDM-Geschäftsfall definieren	52
Tabelle 5: Relevante PDM-Parameter identifizieren und beschreiben.....	55
Tabelle 6: Eigenschaften von Parametern	58
Tabelle 7: Relevante Parameterrelationen identifizieren und beschreiben	62
Tabelle 8: Einflussmatrix (schematische Darstellung)	64
Tabelle 9: Eigenschaften von Parameterrelationen	65
Tabelle 10: Erweiterte Einflussmatrix mit Top-Stellhebeln, Dimension Z, K oder Q.....	68
Tabelle 11: Beschreibungen der Stellhebel.....	69
Tabelle 12: Parameterrelationsprobleme ermitteln und Lösungen für jedes Relationsproblem suchen.....	71
Tabelle 13: Stellhebel und zugeordnete Teilprobleme, Dimension Z.....	73
Tabelle 14: Stellhebel, zugeordnete Teilprobleme und Teillösungen, Dimension Z.....	75
Tabelle 15: Relevante Teillösungen zu einem vorläufigen Gesamtlösungsfeld kombinieren	78
Tabelle 16: Erweiterte Einflussmatrix mit allen Teillösungen (Relation R_{12}), Dimension Z.....	80
Tabelle 17: Kombination möglicher Teillösungen, Dimension ZKQ	81
Tabelle 18: Handlungsempfehlungen zur Erreichung des Zielzustands erstellen	83
Tabelle 19: Kombination möglicher Dimensionslösungen	84
Tabelle 20: Beispiel: Ganzheitlicher Lösungsvorschlag g_{L_1}	84
Tabelle 21: Einzelergebnis einer Methodenanwendung (Beispiel)	88
Tabelle 22: Optimierungsbedarf formulieren und Ziele vorgeben	96
Tabelle 23: Geschäftsfall (Ist-Zustand) aufbauen.....	98
Tabelle 24: Beschreibung Ist-Zustand (Übersicht), Dimension Q (Beispielwerte).....	100
Tabelle 25: Geschäftsfall (Soll-Zustand) aus Zielvorgabe definieren.....	101

Tabelle 26: Beschreibung Soll-Zustand (Übersicht), Dimension Q (Beispielwerte).....	103
Tabelle 27: Ist- und Soll-Geschäftsfall vergleichen und Delta offenlegen	104
Tabelle 28: Übersicht Ist- und Soll-Zustand und Delta, Dimension Q	105
Tabelle 29: Ganzheitliche Handlungsempfehlungen erstellen	106
Tabelle 30: Beschreibung, Gewichtung und Klassifizierung der relevanten Parameter	117
Tabelle 31: Einflussmatrix des Validierungsbeispiels	118
Tabelle 32: Errechnete Dimensionskennzahlen des Validierungsbeispiels	118
Tabelle 33: Stellhebel im Validierungsbeispiel (dimensionsbezogen).....	120
Tabelle 34: Relevante Stellhebel, Teilprobleme und -lösungen im Validierungsbeispiel	121

Formelzeichen

Formelzeichen	Bezeichnung	Ausprägungen
a	Zählvariable für Teilprobleme $P_{x_{nm}}$	$a \in \mathbf{N}$
b	Zählvariable für Teillösungen $L_{x_{nma}}$	$b \in \mathbf{N}$
c	Zählvariable für vorläufige, ganzheitliche Lösungsvorschläge vL	$c \in \mathbf{N}$
d	Zählvariable für ganzheitliche Lösungsvorschläge gL	$d \in \mathbf{N}$
gL	Ganzheitlicher Lösungsvorschlag	gL_d
K	Dimension Kosten	-
L	Teillösungsvorschlag, bezogen auf eine Dimension ZKQ, eine Relation R_{nm} und ein Teilproblem $P_{x_{nma}}$	$L_{x_{nmab}}$
m	Zählvariable für Spaltenparameter	$m \in \mathbf{N}$
n	Zählvariable für Zeilenparameter	$n \in \mathbf{N}$
P	Parameter	P_n (Zeilenparameter) bzw. P_m (Spaltenparameter)
Px	Teilproblem, bezogen auf eine Dimension ZKQ und eine Relation R_{nm}	$P_{x_{nm}}$
Q	Dimension Qualität	-
R	Relation zwischen zwei Parametern P_n und P_m	R_{nm}
S	Stellhebel (= besonders relevante Parameterrelation zwischen zwei Parametern P_n und P_m), bezogen auf eine Dimension ZKQ	$S_{x_{nm}}$
vL	Vorläufiger, ganzheitlicher Lösungsvorschlag	vL_c
x	Variable für die Dimensionen ZKQ	$x \in \{Z; K; Q\}$
Z	Dimension Zeit	-

1 Einleitung

„Das Automobil ist fertig entwickelt. Was kann noch kommen?“ (Carl Benz, 1920) /ABEL02/

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Entgegen der Einschätzung eines ihrer Gründer sieht sich die Automobilindustrie auch heute noch vielen Herausforderungen gegenüber. Die Ansprüche der Kunden gehen in Richtung eines individuelleren und vielfach funktionalen Produkts /WILD99/. Das Automobil ist daher in den vergangenen 20 Jahren komplexer geworden, viele neue Funktionen und Funktionalitäten, vor allem aus dem Bereich Elektrik/Elektronik (E/E), sind hinzugekommen. Darüber hinaus hat sich die Zahl der Bauteile, aus denen ein Fahrzeug besteht, nahezu verdreifacht /VIEL04/.

Dazu kommt, dass die steigende Zahl der Varianten in der gleichen, besser aber noch höheren Qualität produziert werden muss und dass in allen Bereichen – Vertrieb, Entwicklung, Produktion, Service und After Sales – die Notwendigkeit zur Kostenreduzierung besteht, um die anspruchsvollen Renditeziele von Vorstand und Aktionären zu erreichen /SCHL06/. Aus der Globalisierung ergibt sich außerdem die Notwendigkeit, mit einem Produkt viele unterschiedliche Märkte zu bedienen und die verteilte Entwicklung von Teilkomponenten in verschiedenen Konzernbereichen und -abteilungen rund um den Globus voranzutreiben /ABRA04; BALD03/.

Im Bereich der Fahrzeugentwicklung stellt das Produktdatenmanagement (PDM) eine zentrale Säule bei der Bewältigung der genannten Herausforderungen dar, weshalb PDM heute Standard in weiten Teilen der Automobilindustrie ist /ABRA05a; SEND05/. Mit Hilfe von PDM können u.a. die in den Konstruktionsbereichen erzeugten CAD-Daten archiviert, strukturiert und anderen Nutzern (z.B. der digitalen Fabrikplanung, Berechnung, Kostenplanung u.a. /MENG05/) zur Verfügung gestellt werden. Die Kernvoraussetzung für den effizienten Einsatz von PDM sind jedoch gut aufeinander abgestimmte Methoden, Prozesse und Systeme /VDI02/. Genau hierin liegt jedoch ein Kernproblem des heutigen PDM-Einsatzes in der Automobilindustrie. Viele heute im Einsatz befindliche Systeme sind „Altlasten“ aus der PDM-Frühzeit, die sich aus wirtschaftlichen oder organisatorischen Gründen bis heute gehalten haben und die nun z.B. Funktionalitäts- und/oder Schnittstellenprobleme mit sich bringen. Dazu kommen PDM-Prozesse, die sich in ihrer Logik nach wie vor an den Gegebenheiten einer papierbasierten Vorgehensweise orientieren, anstelle sich an die Rechnerunterstützung anzupassen.

Dadurch, dass PDM in der Großindustrie als eingeführt gilt und sich heute somit keine so großen Forschungsfelder mehr darbieten wie noch vor zehn Jahren, konzentriert sich die Forschungswelt mittlerweile auf die kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU). PDM-Probleme der oben skizzierten Art, wie sie in den Unternehmen der Großindustrie vorkommen, gelten als Umsetzungsprobleme („PDM ist eingeführt“, s.o.), sind also mithin kein Bestandteil der Forschung zum Thema PDM-Weiterentwicklung. Hier dominieren bereits weitergehende Ansätze wie Product Lifecycle Management (PLM) das Feld /ABRA05a/.

Es lässt sich also festhalten, dass ...

- ... PDM in der Automobilindustrie heute zwar flächendeckend eingeführt ist, in der Praxis jedoch aus vielerlei Gründen Probleme verursacht oder zumindest nicht optimal eingesetzt wird,
- ... es viele Ansätze und Vorgehensweisen zur Einführung oder Weiterentwicklung von PDM wie z.B. PLM gibt, sich diese aber, falls überhaupt, nur am Rande mit der Optimierung von bereits im Einsatz befindlichen PDM-Systemen oder der Lösung von PDM-Problemen befassen und
- ... sich heute ein erheblicher Teil der (PDM-) Forschung auf KMU, nicht aber auf die Groß-, speziell die Automobilindustrie bezieht.

Abbildung 1 visualisiert diese Punkte.

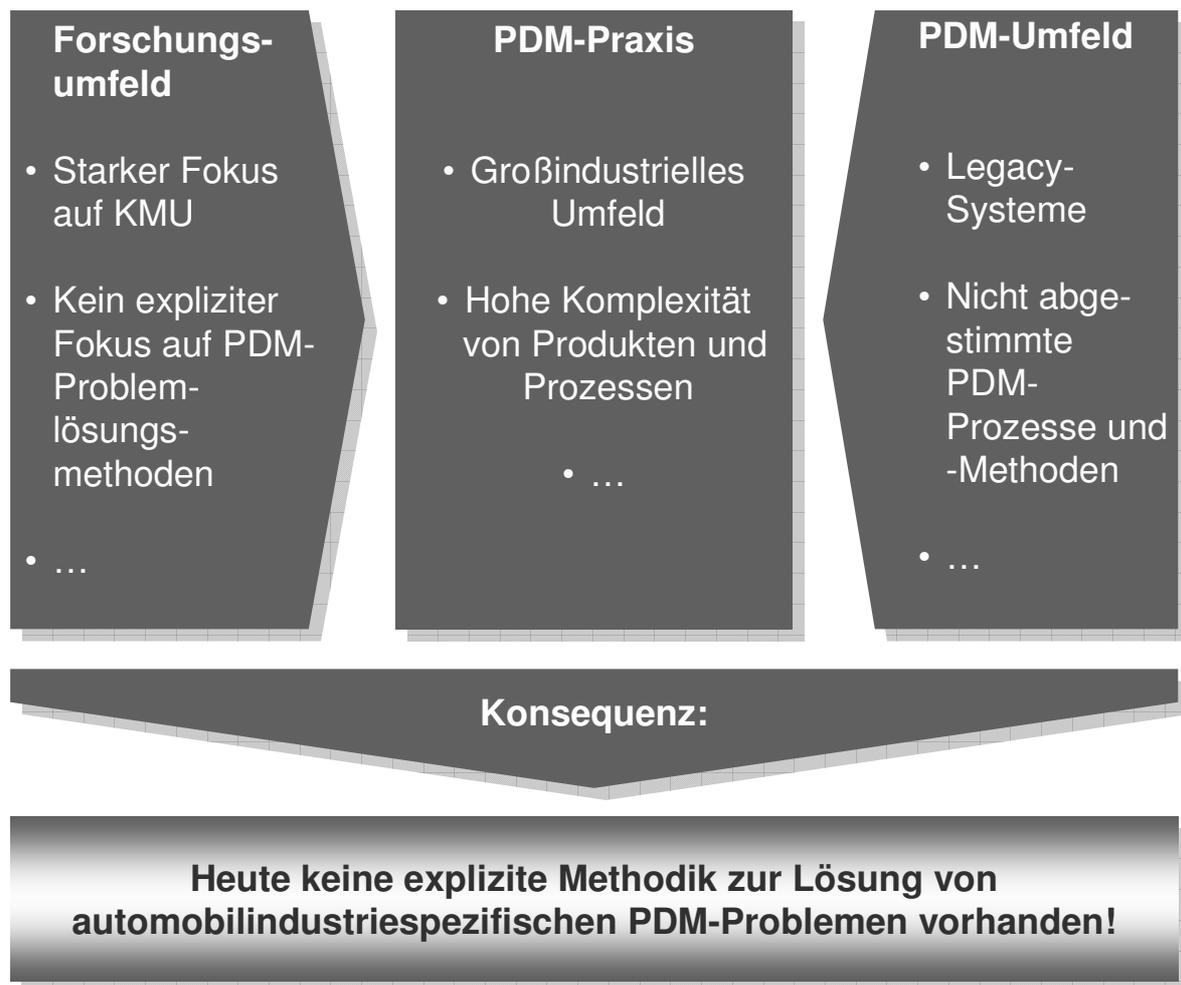


Abbildung 1: Forschungsfeld für eine Methodik zur Lösung von PDM-Problemen

Zu diesen allgemeinen PDM-Problemen kommen weitere, unternehmens- oder abteilungsspezifische Probleme, die nur zeit- und kapazitätsaufwendig gelöst werden können, um dann in vielen Fällen nach einiger Zeit doch wieder aufzutreten. Effizienzpotenziale hinsichtlich der Dimensionen Zeit, Kosten und Qualität, die man in den Unternehmen durch PDM realisieren wollte, bleiben ungehoben.

Was bislang fehlt, ist ein konsistenter, maßgeschneiderter Lösungsansatz für die oben gezeigte Art von PDM-Problemen, so dass hier über die Jahre eine Forschungslücke entstanden ist, die mit einem neuen Konzept, das in der vorliegenden Arbeit beschrieben wird, geschlossen werden soll.

Mit der vorliegenden Arbeit soll also ...

- ... eine Methodik aufgezeigt werden, wie das bestehende PDM-Umfeld in einem Unternehmen der Automobilindustrie systematisch analysiert und daraus die Ursachen von PDM-Problemen abgeleitet werden können,
- ... eine Vorgehensweise beschrieben werden, wie man diese Probleme ganzheitlich lösen

kann und

- ... verdeutlicht werden, wie man die gewonnenen Erkenntnisse und Lösungen zur Vermeidung ähnlich gelagerter Probleme wieder einsetzen kann.

1.2 Inhalt und Aufbau der Arbeit

Die Arbeit setzt sich aus mehreren Teilen zusammen, die in Abbildung 2 gezeigt sind.

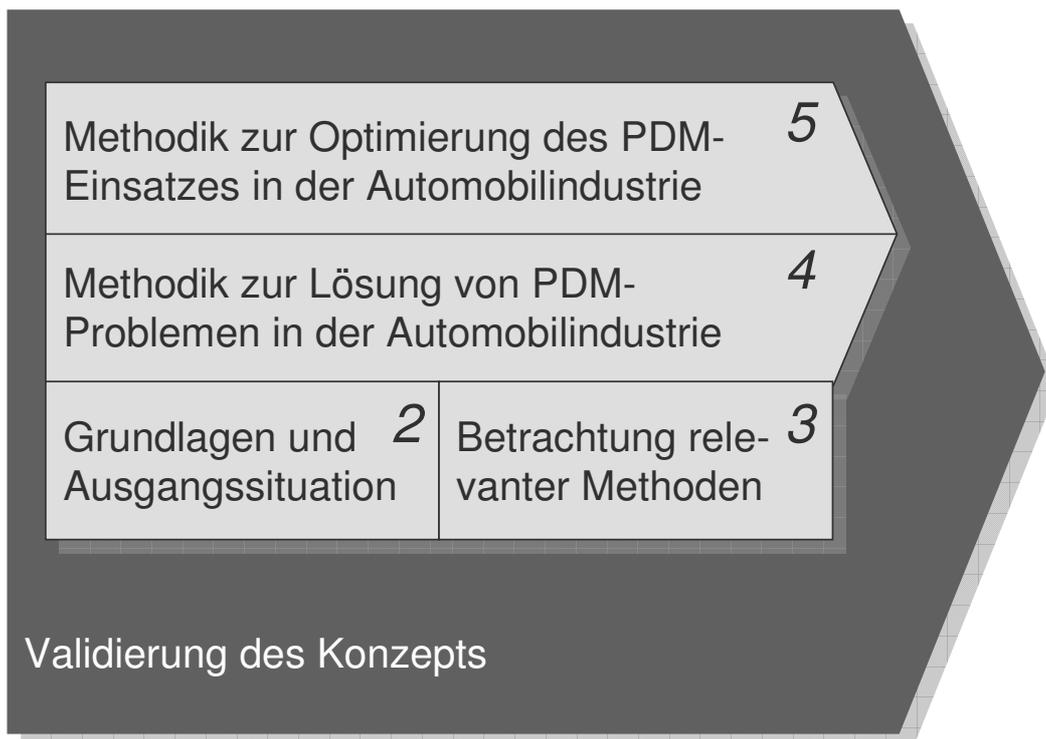


Abbildung 2: Inhalt und Aufbau der Arbeit

Zunächst werden, um das theoretische Fundament der Arbeit aufzubauen und die Problemstellung detaillierter als in der Einleitung darzustellen, in Kapitel 2 allgemeine Grundlagen und die Ausgangssituation beschrieben. Konkret bedeutet dies, dass zunächst eine Übersicht über den aktuellen Praxis- und Forschungsstand im Bereich PDM sowie eine Definition des Begriffes PDM (Kapitel 2.1) erfolgt. Daran schließen sich drei Kapitel an, die das Forschungsfeld „Automobilindustrie“ näher eingrenzen und die Definitionen liefern, deren Kenntnis erforderlich ist, um das aus der Praxis entlehnte Validierungsbeispiel transparenter und leichter verständlich zu machen. Es wird hierbei auf die für die Arbeit relevanten, an der Fahrzeugentwicklung Beteiligten (Kapitel 2.2) sowie einen allgemeinen Produktentwicklungsplan (in Kapitel 2.3) eingegangen. Außerdem werden die in der Industrie hochgradig relevanten Faktoren Zeit, Kosten und Qualität vorgestellt (Kapitel 2.4). Aus der Praxisbetrachtung der PDM-Thematik lassen sich einige Grundthesen ableiten, die in Kapitel 2.5 beschrieben sind. Aus diesen Grundthesen wiederum kann man Anforderungen an eine

neue Methodik zur Lösung der beschriebenen PDM-Probleme ableiten; diese Anforderungen sind in Kapitel 2.6 zu finden und bilden gleichzeitig die Brücke zu Kapitel 3, in dem einige bereits bekannte und für die vorliegende Arbeit relevante Methoden betrachtet werden. Relevant sind diese Methoden deshalb, weil hier Ansätze zur Lösung von PDM-Problemen vorhanden sind - die jedoch für sich genommen nicht ausreichen, um in Kapitel 2.6 aufgestellten Anforderungen zu erfüllen.

Es sind dies Methoden, die sich im Engineeringumfeld ganz generell mit der Lösung von Problemen beschäftigen, wie z.B. VDI 2221 oder die Methode nach Pahl und Beitz (Kapitel 3.2). Zudem wird in diesem Kapitel auf den Begriff „Problem“ eingegangen und hierfür eine Definition bereitgestellt, die im Kontext der vorliegenden Arbeit Anwendung findet. Daran anschließend werden ein Ansatz zu Parametrisierung und Szenariotechnik (Kapitel 3.3) sowie Hintergründe zum Thema Knowledge Base (Kapitel 3.4) vorgestellt. In der Zusammenfassung von Kapitel 3, die in Abschnitt 3.5 zu finden ist, werden die untersuchten Methoden bezüglich einiger, in Kapitel 3.1 aufgestellter Kriterien bewertet und so der weitere Forschungsbedarf, der mit der neuen Methodik aus der vorliegenden Arbeit abgedeckt werden soll, aufgezeigt.

Die Beschreibung des Lösungsansatzes, der „Methodik zur Lösung von PDM-Problemen in der Automobilindustrie“, ist in Kapitel 4 zu finden. Nach einer kurzen Einleitung wird in Kapitel 4.1 die Vorgehensweise zur Anwendung der Methodik in sieben Schritten dargelegt. Den Abschluss bilden ein Vorschlag zur Einrichtung einer Datenbank zur Unterstützung der Methodik (Kapitel 4.2) sowie eine Zwischenzusammenfassung (Kapitel 4.3)

Eine zentrale Praxisanforderung an die Methodik zur Lösung von PDM-Problemen lautet, dass einmal gefundene Lösungen nicht verloren gehen dürfen, um sie im Rahmen weiterer Optimierungsbestrebungen immer wieder verwenden zu können. Daher wird in Kapitel 5 eine Erweiterung der Problemlösungsmethodik, die „Methodik zur Optimierung des PDM-Einsatzes in der Automobilindustrie“, eingeführt. Sie basiert auf der Ursprungsmethodik und wird in den Kapiteln 5.1 und 5.2 näher erklärt.

Die neue Methodik ist in der Praxis anhand mehrerer Beispiele validiert worden. In Kapitel 6 wird einer der Anwendungsfälle exemplarisch näher beschrieben. Zum besseren Verständnis des Anwendungsfalles bedarf es weiterer Hintergrundinformationen, die in Kapitel 6.1 bereitgestellt werden. In Kapitel 6.2 wird dann die Anwendung der neuen Methodik beschrieben.

Im Laufe der Validierung konnten viele Eigenschaften der beiden Methodiken herausgearbeitet werden; in Kapitel 7 werden diese dann anhand ihrer Vor- (Kapitel 7.1) und Nachteile (Kapitel 7.2) bewertet. Zum Abschluss der Arbeit werden in Abschnitt 8 die Ergebnisse und gewonnenen Erkenntnisse zusammengefasst und ein Ausblick gegeben, wie man die erstellten Methodiken weiterentwickeln kann und welche Forschungsfelder sich daraus in Zukunft ergeben. Daran schließen sich das Literaturverzeichnis (Kapitel 9) und ein Glossar (Kapitel 10) an, in dem einige Fachbegrif-

fe und deren Abkürzungen, die im Zusammenhang der Arbeit werden immer wieder gebraucht werden, in ihrer Gesamtheit näher beschrieben werden.

2 Grundlagen und Ausgangssituation

In den einleitenden Worten zur vorliegenden Arbeit (s. Kapitel 1) wurde darauf hingewiesen, dass PDM in der Automobilindustrie zwar weithin bekannt und auch eingeführt ist, dass es jedoch immer noch z.T. sehr spezifische Probleme in der PDM-Praxis gibt. Manche dieser Probleme und Herausforderungen sind zwar auch in Forschung und Wissenschaft bekannt /GEBH07/, es gibt jedoch bis heute keinen befriedigenden wissenschaftlichen Ansatz, der sich mit dem Themenfeld der Lösung von PDM-Problemen in der Automobilindustrie befasst. Im ersten Kapitel 2.1 dieses Abschnitts wird zunächst dieses Themenfeld thematisch umrissen und gezeigt, wie sich PDM heute in Forschung und Praxis präsentiert.

Im Anschluss daran wird auf zwei Aspekte eingegangen, die mit der spezifischen Ausrichtung der Arbeit auf die Automobilindustrie zusammenhängen. Es erfolgt in Abschnitt 2.2 zunächst eine kurze Vorstellung der Gewerke, die an der Fahrzeugentwicklung maßgeblich beteiligt oder von Interesse für die vorliegende Arbeit sind. Im daran anschließenden Kapitel 2.3 wird ein verallgemeinerter Produktentwicklungsplan eingeführt, wie er in der Automobilindustrie praktisch überall Anwendung findet. Das Ziel dieses Kapitels ist es, aufzuzeigen, wie bestimmte, relevante Subprozesse innerhalb der Fahrzeugentwicklung zusammenhängen und an welcher Stelle das Beispiel, das in dieser Arbeit zur Validierung herangezogen wird, einzuordnen ist. Außerdem schafft der Produktentwicklungsplan einen Überblick über die relevanten Beteiligten am Entwicklungsprozess.

Für jeden Industriezweig, und somit auch in der Automobilindustrie, die im Fokus dieser Arbeit steht, lassen sich alle managementrelevanten Stellhebel letztlich auf drei Größen zurückführen, auf die in Kapitel 2.4 näher eingegangen wird; diese Größen heißen Zeit, Kosten und Qualität. Sie besitzen auch für das vorliegende Konzept sehr große Bedeutung. Blickt man ganzheitlich über die genannten Punkte – PDM-Forschung und -Praxis, Entwicklungsplan und -beteiligte, relevante Unternehmensstellhebel – so erhält man ein Feld von Annahmen, die als Grundthesen der Arbeit fungieren und die in Kapitel 2.5 vorgestellt und kurz erklärt werden. Aus diesen Grundthesen lassen sich sodann Anforderungen ableiten, die festlegen, welchen Kriterien ein Konzept zur Optimierung des PDM-Einsatzes genügen sollte. In Kapitel 2.6 werden diese Kriterien vorgestellt, Abschnitt 2.7 fasst die Ergebnisse aus Kapitel 2 zusammen.

2.1 PDM: Praxis und Forschung

2.1.1 Allgemeine Begriffsdefinitionen

Der Begriff PDM ist heute in der Welt der Produktentwicklung so sehr eingeführt, dass viele unterschiedliche Definitionen dieses Begriffs existieren. Eine anerkannte und weit verbreitete Definition lautet, dass PDM den Ansatz darstellt, einen produzierenden Betrieb hinsichtlich seines Entwicklungsprozesses mit einem Datenmodell abzubilden /SCHO99/. In einer anderen wird festgelegt, dass „Produktdatenmanagement (PDM) (...) die rechnerunterstützte Speicherung, Verwaltung und Bereitstellung aller produktbeschreibenden Daten während des gesamten Produktlebenszyklus“ darstellt /FELD05b/. Neben PDM ist auch oft von Engineering Daten Management (EDM) die Rede. Nach Abramovici bedeutet im deutschen Sprachgebrauch EDM inhaltlich das Gleiche wie das US-amerikanische „PDM“, nämlich die „produktdatenorientierte Sicht“, in der „die Informationen zu einem Produkt in originaler Form als Produktmodell gehalten“ werden“ /ABRA96/. Im Sinne einer klaren Nomenklatur wird im Rahmen des vorliegenden Konzepts nur der Begriff PDM im Sinne obiger Definition verwendet.

Ein Produktdatenmanagementsystem (PDMS) stellt nach einer gängigen Einschätzung die systemtechnische Umsetzung des PDM-Gedankens dar /GEBH07/. Im PDMS werden alle während der PDM-Prozesse generierten Daten verwaltet und strukturiert. Es erlaubt die Darstellung verschiedener Sichten (Konstruktionssicht, Einkaufssicht, Produktionssicht), Rollen (um den Zugriff zu regeln) und Ausgabemöglichkeiten (CAD-Modelle, Stückliste, Berechnungsdaten etc.). Die erfolgreiche Einführung eines PDMS kann dringende Produktivitätsprobleme minimieren /GEBH07/ bzw. gänzlich ausschalten. Dieser Vorteil ist von vielen Unternehmen bereits erkannt worden; die Automobilindustrie nimmt unter diesen Unternehmen jedoch eine Vorreiterrolle ein /FELD05a/. In deren Praxis hat sich PDM bewährt, wirft aber auch Probleme auf.

2.1.2 PDM-Praxis

Die ersten PDM-Systeme wurden in der Automobilindustrie bereits Mitte der 1980er Jahre eingeführt /ABRA01; STEL00/. Flankierend zur Einführung von PDM in der Automobilindustrie wurden viele, sowohl universitäre als auch industrieinterne Studien durchgeführt, um den Nutzen von PDM und noch weitergehender Ansätze wie CIM aufzuzeigen /ABRA05a/. Dass man in der Automobilbranche zu dieser Forschungsoffensive bereits zu einem so frühen Zeitpunkt in der Lage war, lag zum einen daran, dass hier wesentliche größere Forschungsbudgets zur Verfügung standen, mit denen die Erprobung und Einführung neuer Systeme und Methoden leichter möglich war als beispielsweise bei einem KMU. Zum anderen bestand in der Automobilindustrie die Notwendigkeit, beim Thema Datenmanagement zu handeln, da das Produkt dieser Industrie mit seiner Vielzahl an

Bauteilen und Varianten, aber auch seiner exponentiell zunehmenden Komplexität an die Grenzen der „analogen“ Entwicklung gestoßen war /VIEL04; BENN07/.

Die Hauptfunktionalitäten der ersten PDM-Systeme beschränkten sich jedoch auf die Speicherung und Verwaltung von 2D-Daten, selten gab es auch bereits 3D-Strukturierungssysteme /ABRA05a/. Eine Workflow-Unterstützung war bei diesen Systemen nicht vorgesehen, weshalb zunächst die althergebrachten, papierbasierten (Entwicklungs-) Prozesse beibehalten wurden. Heutige PDM-Systeme leiden nicht mehr an diesem Mangel; sie verfügen vielmehr über Schnittstellen zu allen Arten von Anwendungsprogrammen. Geometriemodelle, die mit Hilfe eines 3D- oder 2D-CAD-Programms entworfen wurden, können in PDM-Systemen strukturiert und archiviert werden. Aus diesen Modellen können CAE-Anwendungen Simulationen ableiten, mit deren Hilfe bereits in frühen Produktentwicklungsphasen Aussagen über das Verhalten von Bauteilen unter Last, Schwingungen u.ä. möglich sind. Des Weiteren bestehen in vielen Fällen Anbindungen zu CAM-Tools, welche sehr früh Aussagen über die Herstellbarkeit von Bauteilen ermöglichen und zu CAP-Systemen, mit denen die digitale Fabrikplanung durchgeführt wird /EIGN96/. Diese sehr weit gehende Integration verschiedenster IT-Engineering-Tools ist heute in vielen Unternehmen keine Zukunftsmusik mehr. Die Automobilindustrie ist dem Ziel, mit PDM den Entwicklungsprozess zu beschleunigen und das Produkt schneller, in besserer Reife und kostengünstiger auf den Markt bringen zu können, einen großen Schritt näher gekommen – zumindest in der Theorie.

Denn: durch die frühe Einführung von PDM (s.o.) und dem stetigen Hinzufügen weiterer Komponenten ist eine sehr inhomogene, uneinheitliche System- und Prozesslandschaft entstanden. Es hat gerade in großen Unternehmen bis heute eine hohe Zahl von Alt- und Legacysystemen „überlebt“, von denen manche seit annähernd zwanzig Jahren im Einsatz sind. Grund hierfür sind die Stabilität und einfache Bedienbarkeit der Systeme aufgrund weniger, aber gut programmierter Funktionen, sowie, in Verbindung mit der heute verfügbaren Rechnerleistung, die gute bis sehr gute Performance der Systeme. Leider sind diese Legacysysteme meist sehr stark spezialisiert und haben daher, wenn überhaupt, nur sehr unzureichende Schnittstellen zu den anderen, neueren Programmen, die den Entwicklungsprozess unterstützen. Eine Folge davon sind zahlreiche „Datenbrüche“ entlang der Entwicklungsprozesskette durch Prozesse und Systeme, die nicht optimal aufeinander abgestimmt sind. Auch mit der Einführung neuerer PDM-Systeme mit verbesserten Integrationsmöglichkeiten konnten diese Ineffizienzen nicht behoben werden konnte, da die Gelegenheit, die Entwicklungsprozesse gleichzeitig einem grundlegenden Re-Engineering zu unterziehen, ungenutzt verstrich. Gerade dieses Re-Engineering ist aber eine Grundvoraussetzung, um PDM effizient zu gestalten; nur wenn Prozesse so gestaltet sind, dass sie durch die eingesetzten Systeme abgebildet werden können, ergibt PDM ein sinnvolles Ganzes.

Dies ist jedoch nicht die einzige Herausforderung, mit der sich ein Großunternehmen heute im PDM-Umfeld konfrontiert sieht. Anders als bei KMU, bei denen selten mehr als hundert Anwender registriert sind, sind in einem Automobilunternehmen oft bis zu 10.000 User zu verwalten, wodurch hier enorme Softwarelizenz- und Hardwarekosten entstehen. Darüber hinaus müssen Anwenderhotlines, vor Ort-Support und User Help Desks installiert und betrieben werden, um bei Problemen schnelle Hilfe anbieten zu können. Außerdem müssen die Anwender geschult werden, um die reibungslose Anwendung der Software zu gewährleisten. Betrachtet man diese Faktoren, so wird klar, warum es in großen Unternehmen manchmal Jahre dauert, bis eine neue Software zum Einsatz kommt oder relevante Prozesse, die einen Großteil der User betreffen, auf neue Systeme angepasst sind.

Viele Anwender zu haben bedeutet auch, dass eine große Datenmenge anfällt. Tausende CAD-Modelle werden jeden Monat erzeugt und bewegt. Dies erfordert hochperformante Hardware und entsprechende Datenbanken, deren Pflege und Wartung sehr kostenintensiv ist. Im Bereich der Automobilindustrie kommt erschwerend dazu, dass alle Versionen aller CAD-Modelle und alle weiteren Daten, die die Entwicklung eines Fahrzeugs dokumentieren, aus Produkthaftungsgründen zwanzig Jahre nach Ende der Produktion des letzten Fahrzeugs einer Baureihe aufzubewahren sind.

Zu diesen „harten“ Faktoren kommt noch ein weiterer Aspekt hinzu, der oft nicht berücksichtigt wird, aber umso häufiger zu Problemen führt – der Faktor Mensch. Viele Fahrzeugentwickler, die sich täglich mit PDM konfrontiert sehen, sind nicht der Meinung, dass PDM sie unterstützt. Sie fühlen sich im Gegenteil durch PDM in ihrer Arbeit eingeengt und behindert, weil für sie die Datenablage im PDM-System oftmals eher eine lästige Pflicht ist denn eine Notwendigkeit, die hilft, Transparenz zu schaffen und allen Beteiligten schnell aktuelle Daten zur Verfügung zu stellen. Sie fühlen sich überfordert angesichts der Fülle der Informationen, die über sie in einem Prozess „hereinbrechen“ und angesichts der Fülle der Informationen, die sie wiederum nachgelagerten Prozessen zur Verfügung stellen müssen: Änderungsanträge, CAD-Daten, Freigabelisten etc. – und alles mit einer Vielzahl von Inhalten und an eine Vielzahl von Nutzerkreisen (Vertrieb, Produktionswerke, After Sales, Berechnungs- und Versuchsabteilung etc.). Es kommt erschwerend hinzu, dass sich System- und Prozesslandschaft bisher nie wirklich aneinander angeglichen haben, sondern sehr oft den alten, papierbasierten Prozesse einfach nur ein EDV-System übergestülpt wurde (s.o.). Die Abarbeitung von PDM-Aufgaben innerhalb dieser Prozesse gestaltet sich für die Konstrukteure und Entwickler also extrem aufwendig, was dem PDM-Ziel „Beschleunigung der Prozesse durch EDV-Unterstützung“ diametral zuwiderläuft und die Nutzerakzeptanz von PDM erheblich senkt, da für die Kernaufgabe der Nutzer, das Konstruieren und/oder Entwickeln, immer weniger Zeit zur Verfügung steht. Dazu kommt, dass über das PDM ein sehr effektives Controlling aufgesetzt werden kann, das jederzeit auswertbar aufzeigt, welcher Ingenieur seine Bauteile an wel-

cher Stelle im Entwicklungsprozess stehen hat. Sollte es Terminverzug geben oder auch die Datenqualität nicht dem geforderten Standard entsprechen, so ist diese Information im PDM-System ersichtlich. Diese Funktion ist nicht dazu geeignet, die Akzeptanz bei den Nutzern zu erhöhen; das Ergebnis aus den genannten Punkten ist, dass PDM-Probleme z.B. in Form von Bypassprozessen entstehen, welche die effiziente Nutzung von PDM erschweren.

So stellt sich Produktdatenmanagement in der Praxis heute zwiespältig dar: einerseits sind Tools und Systeme sehr weit entwickelt, sind Ideen zu Prozessen und Methoden aus der Forschung Realität geworden, hat sich PDM als der Ansatz zur IT-Engineeringunterstützung in der (Groß-) Industrie in der Fläche durchgesetzt. Dem Anwender jedoch, der täglich mit PDM umgeht, erschließen sich die Nutzen nicht ohne weiteres. Er muss in einer inhomogenen System- und Prozesslandschaft arbeiten, die ihn heute eher mit Formalismen behindert und ihm aufgrund von Datenbrüchen wertvolle Entwicklungszeit entzieht. Somit ergibt sich gerade in der großindustriellen Praxis ein erhöhter Bedarf an PDM-Optimierungsmethoden, um die zu Recht erwarteten Potenziale (Beschleunigung der Produktentwicklung und Senkung der Entwicklungskosten bei gleichzeitiger Steigerung der Produktqualität) zu heben und die großen Investitionen der Vergangenheit zu rechtfertigen.

2.1.3 PDM-Forschung

Forschung und Wissenschaft haben PDM jedoch bereits weit hinter sich gelassen. Ende der 1970er Jahre war PDM noch eine Vision, die ab ca. 1985 begann, Realität zu werden; ab diesem Zeitpunkt wurden neue Ansätze wie z.B. das „E-PDM“ (Enterprise Product Data Management) in Verbindung mit der Virtuellen Produktentwicklung (VPE) propagiert, die beide über Schnittstellen ineinander teilintegriert waren. Seit ca. 2001 sind die Übergänge zwischen der Produkt- bzw. Prozessdigitalisierung (durch CAx-Entwicklungstools) und dem Daten- bzw. Prozessmanagement (durch hochintegrierte PDM-Systeme) gänzlich fließend geworden /ABRA05a/. Als nächster logischer Schritt wird in vielen Forschungsansätzen (z.B. /BALD03; ABRA05a; VIEL04/) „PLM“ (Product Lifecycle Management) angesehen. PLM ist die Erweiterung der genannten, integrierten Ansätze in Richtung Produktnutzung und -entsorgung und bietet die Möglichkeit zur Einbindung dezentraler Bereiche und Prozesse. Dabei bleibt jedoch der Hauptfokus auf dem Engineeringbereich. Viele fühlen sich bei PLM an CIM (Computer Integrated Manufacturing) erinnert, das die CAx-Vollintegration bereits vor annähernd 30 Jahren propagierte /ABRA05a/. Damals wurden, auch in der Automobilindustrie, große Projekte angegangen, um diese Vollintegration zu erreichen; sie alle sind mittelfristig gescheitert – an mangelnder Rechnerleistung, nicht digitalisierbaren Prozessen, an zu hohen Erwartungen des Managements und auch am Widerstand der Fahrzeugentwickler, die seinerzeit mit EDV-gestützter Produktentwicklung noch nicht adäquat umgehen konnten

/ABRA05a/. Der PLM-Ansatz ist sehr umfangreich und geht über den Fokus der vorliegenden Arbeit hinaus /ABRA05b/; er wird daher im Folgenden nicht explizit weiter betrachtet.

Gravierender jedoch als die inhaltliche Verschiebung des Forschungsfokus' von PDM zu PLM ist die Tatsache, dass heute mehr und mehr das Feld der kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) in den Mittelpunkt des Interesses rückt. Auch die KMU, ausgestattet mit viel kleineren Budgets für IT- und Prozessentwicklung, sind auf dem Weg zum volldigitalisierten Produktentwicklungsprozess, wenngleich es für viele noch ein sehr langer Weg werden wird. Die Beweggründe der KMU für die PDM-Einführung sind die gleichen wie bei den großen Unternehmen: einerseits müssen die Kosten in der Entwicklung gesenkt werden, andererseits müssen die Produkte exakt den Kundenwünschen entsprechen /FELD05a/. Um diese Ziele zu erreichen und den Wettbewerbsvorsprung zu wahren, ist die Einführung von PDM auch für diese Gruppe von Unternehmen unerlässlich und wird als der richtige Weg angesehen /FELD05a/.

Dagegen gilt PDM in der Großindustrie als eingeführt (s.o.), weshalb dieses Forschungsfeld in den letzten Jahren nicht mehr besonders intensiv bearbeitet wurde, obwohl hier noch einige Herausforderungen warten (s.a. Kapitel 2.1.2); die Anforderungen der Großindustrie an PDM-Systeme sind immer noch zahlreich und vielfältig. So sollen einerseits die Grundfunktionalitäten von PDM wie die Verwaltung und Strukturierung von CAD-Modellen optimiert werden, d.h. es werden z.B. Performance- und Bedienbarkeitsverbesserungen gefordert /FELD99/. Andererseits sollen Workflow-Komponenten besser integriert werden, um entwicklungsinterne Prozesse wie DMU-Untersuchungen oder Freigaben zu unterstützen /BALD03/. Problematisch ist dabei, dass die Komplexität mit dem Funktionalitätszuwachs der PDM-Systeme steigt und somit die Handhabung von PDM-Systemen immer schwieriger wird /SEND05/. PDM-Nutzer können die Handhabung des Programms nicht mehr innerhalb einer angemessenen Zeitspanne „erlernen“. Vielmehr ist eine langwierige Einarbeitungszeit erforderlich, was letztlich einen steigenden Personalaufwand bedeutet und die Verlängerung der Entwicklungszeit zur Folge haben kann. Hinzu kommt außerdem, dass die steigende Produktkomplexität zu immer unübersichtlicheren Entwicklungsprozessen führt, was die Komplexität der PDM-Systeme weiter ansteigen lässt.

Man kann als Zwischenfazit aus den vorangegangenen beiden Kapiteln festhalten, dass heute im Themenfeld PDM ein Delta zwischen PDM-Praxis und -Forschung existiert, was die Lösung von PDM-Problemen im großindustriellen Umfeld betrifft. Dieses Delta soll mit Hilfe des vorliegenden Konzepts überwunden werden.

2.1.4 Abgrenzung der Arbeit und Begriffsdefinitionen

Um einen Rahmen für das vorliegende Konzept zu schaffen, ist es zunächst erforderlich, das Feld abzustecken, in dem sich das vorliegende Konzept bewegt. Dabei ist zwischen zwei Themenfel-

den zu unterscheiden: den Rahmenbedingungen, die sich aus Praxissicht (s. Abbildung 3) ergeben und den Rahmenbedingungen aus Forschungssicht (s. Abbildung 4). Auf diese Weise wird die vorliegende Arbeit in den jeweiligen Kontext eingeordnet und es wird transparent, welche Inhalte im Betrachtungsfokus liegen. Als erstes wird die Praxissicht dargestellt und erläutert (Abbildung 3).

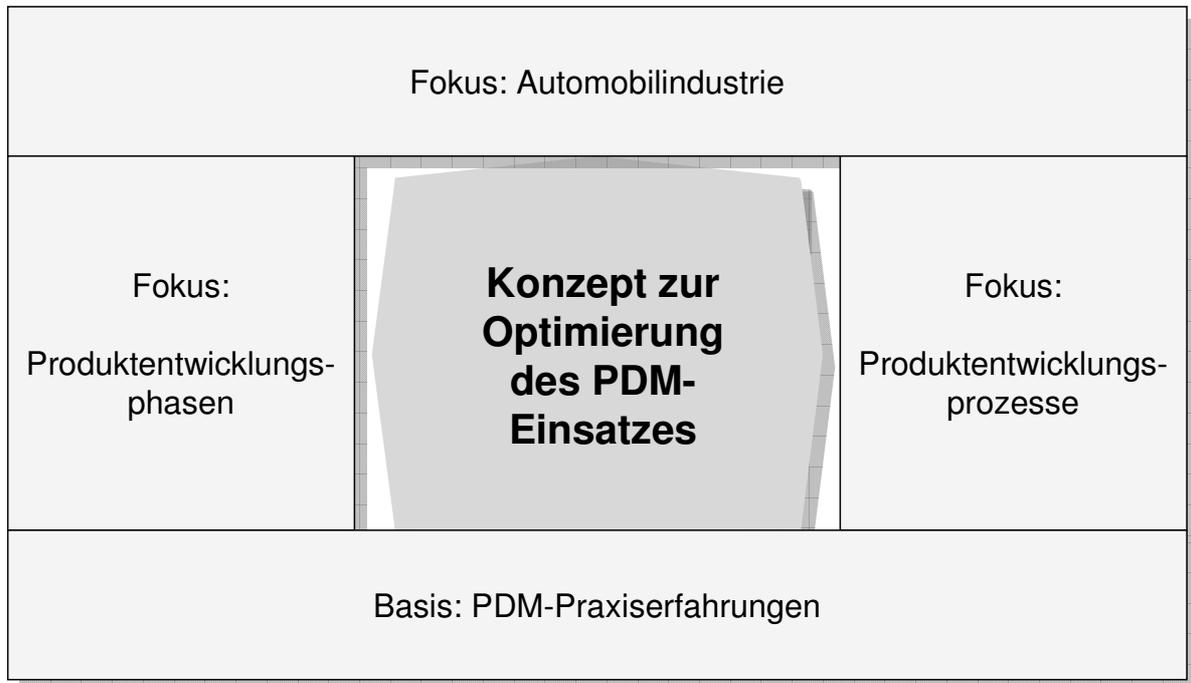


Abbildung 3: Inhaltlicher Rahmen für das vorliegende Konzept – Praxissicht

Diese Sicht gliedert sich in drei begrenzende Dimensionen:

- **Produktbegrenzung:** Alle Thesen und Theorien, die in dieser Arbeit aufgestellt werden, beschränken sich auf die Automobilindustrie. Ob der eine oder andere Gedanke sich jedoch auch auf andere Zweige der Großindustrie übertragen lässt, hängt entscheidend vom betrachteten Produkttyp ab. Das Produkt der Automobilindustrie, der Pkw, stellt ein massenproduziertes, aber kundenindividuelles Produkt dar, ein Flugzeug beispielsweise aber ein einzelgefertigtes, höchst kundenindividuelles Produkt. Dieser Unterschied hat erheblichen Einfluss auf die Entwicklungs- und Herstellungsprozesse /FELD05c/, weshalb sich auftretende PDM-Probleme und deren Lösungsansätze in diesem Fall (Produkttyp „Pkw“ im Vergleich zum Produkttyp „Flugzeug“) nicht 1:1 übertragen lassen.
- **Phasenbegrenzung:** PDM im Sinne der Arbeit deckt die gesamte Produktentwicklung von den ersten Studien bis zum fertigen Produkt ab, d.h. im Sinne der Fahrzeugindustrie bis zu „Job Number 1“, also dem ersten unter Serienbedingungen produzierten, kundenfähigen Fahrzeug. Die Phasenbegrenzung spannt also den zeitlichen Rahmen der Arbeit auf.
- **Prozessbegrenzung:** Im vorliegenden Kontext sind nur Prozesse relevant, die die Fahrzeug-

entwicklung direkt betreffen. Andere, vor- oder nachgelagerte Prozesse wie Vorentwicklung, Forschung, digitale Fabrikplanung oder kundendienstrelevante Prozesse stehen nicht im Fokus. Im Gegensatz zur Phasenbegrenzung (zeitlicher Rahmen) steckt die Prozessbegrenzung den inhaltlichen Rahmen der Arbeit ab.

Die Basis des Konzepts bilden die Erfahrungen aus der PDM-Praxis. Die Fokusbegrenzung für die Forschungssicht gliedert sich analog zur Praxissicht ebenfalls in drei Dimensionen (s. Abbildung 4).

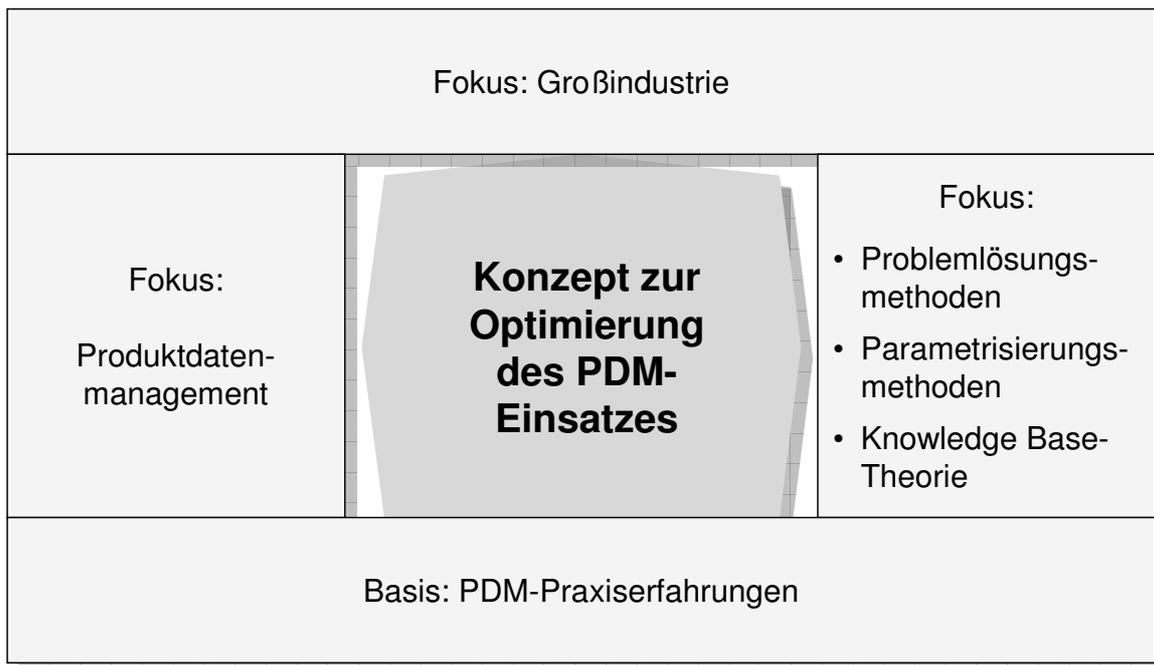


Abbildung 4: Inhaltlicher Rahmen für das vorliegende Konzept – Forschungssicht

- **Ansatzbegrenzung:** Der für das vorliegende Konzept relevante theoretische Ansatz ist das Produktdatenmanagement im Sinne der Definition aus Kapitel 2.1.1. Der PLM-Ansatz wird, wie erwähnt, nicht explizit betrachtet, weil er sich in der Großindustrie heute erst in der Rollout-Phase befindet, aber noch nicht als flächendeckender Standard anzusehen ist. Eine spätere Anpassung des vorliegenden Konzepts an PLM ist aber durchaus möglich; das Konzept ist an dieser Stelle entsprechend flexibel.
- **Methodenbegrenzung:** Im Rahmen der vorliegenden Arbeit haben sich vor allem drei Methodenbereiche aus dem Engineeringumfeld als relevant erwiesen (s.a. Kapitel 3), nämlich die Problemlösungs- und die Parametrisierungsmethoden sowie die Knowledge Base-Theorie, weshalb diese eine weitere Begrenzungsdimension aufspannen.
- **Anwenderbegrenzung:** Der Fokus des Konzepts liegt, was den anzusprechenden Anwenderkreis betrifft, auf der Großindustrie, weil hier ein Forschungsdefizit im Bereich „PDM-Problemlösung“ festzustellen ist (s.a. Kapitel 2.1.3).

Die Konzeptbasis bildet auch in der Forschungssicht die PDM-Praxis (s. Abbildung 3 unten und Abbildung 4 unten).

Nach den oben erwähnten Definitionen besteht das PDM-Umfeld aus einer Vielzahl von Elementen (s.a. Kapitel 2.1.2). Die Wurzeln von PDM liegen dabei in der CAD-Modellerstellung, da die frühen PDM-Systeme hauptsächlich als Archive für CAD-Daten dienten /EIGN97/; die CAD-Modellerstellung ist somit einer der Gründe, warum heute PDM-Systeme zum Einsatz kommen. Die 3D-Geometrien und 2D-Zeichnungen repräsentieren einen wichtigen Teil des gesamten Datenmodells /FELD99/. Dieses Datenmodell beinhaltet darüber hinaus z.B. die identifizierenden Stammdaten, Normen, Liefervorschriften etc. Das Datenmodell ist somit ein digitales Abbild des realen Produkts. Im Sinne der vorliegenden Arbeit ist die CAD-Modellerstellung jedoch kein PDM-Element und wird daher im Folgenden nicht weiter betrachtet; die für die vorliegende Arbeit relevanten Elemente von PDM sind in Abbildung 5 dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert.

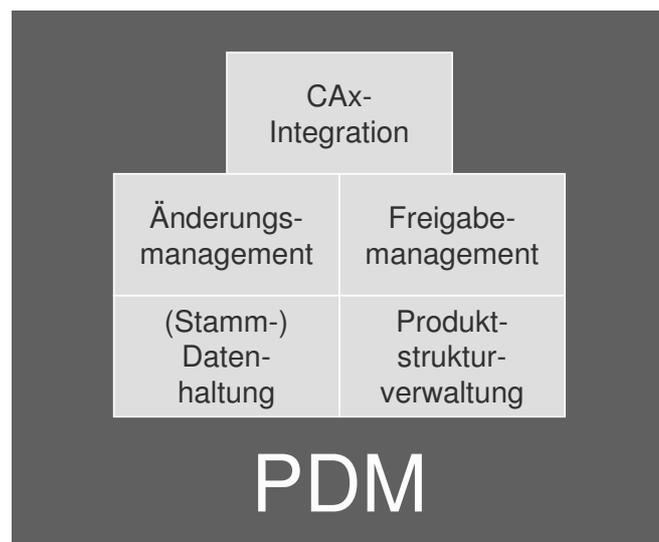


Abbildung 5: Die Bestandteile von PDM im Zusammenhang der vorliegenden Arbeit

- (Stamm-) Datenhaltung: Eine wesentliche Eigenschaft von PDM ist die Trennung von objektorientierten Metadaten (Stammdaten), die in einer Datenbank gespeichert werden und CAx-Daten, die in einem Datenvault mit geregelter Zugriff gespeichert werden /ABRA01; SAAK06/.
- Produktstrukturverwaltung: Eine wichtige Aufgabe von PDM ist neben der Datenhaltung (s.o.) die Produktstrukturierung. Diese Strukturierung ist erforderlich, um den gesamten Produktentstehungsprozess planen und steuern zu können und den beteiligten Unternehmenseinheiten die benötigten Produktdaten in geeigneter Form zur Verfügung stellen zu können /FELD05b/. Eine mögliche Ausprägung der Produktstruktur stellt die Stückliste dar. Zunächst als reine Information über die Art und Anzahl der Teile innerhalb eines technischen Produkts gedacht,

wird heute immer mehr Information in die Stückliste aufgenommen, z.B. Gewichtsdaten, Verwendungstexte, Logistikinformationen etc. Die Stückliste wird also immer mehr zu einer „Informationsliste“.

- **Änderungsmanagement:** Die hohe Zahl von Produktvarianten in Verbindung mit der weiter steigenden Produktkomplexität macht konsistentes, durchgängiges Änderungsmanagement (ÄM) unerlässlich /ASSM99/. Durch das Änderungsmanagement können z.B. entstehende Produktkosten frühzeitig erkannt werden können, da jede Änderung vor ihrer Genehmigung u.a. einen (idealerweise) standardisierten Kostenbewertungsprozess durchlaufen muss. Das Änderungsmanagement ist heute im Kontext von PDM ein zentraler Bestandteil /FELD07/.
- **Freigabemanagement:** Eine Bauteilfreigabe stellt im Rahmen der vorliegenden Arbeit den Abschluss des PDM-Prozesses dar. Nur ein freigegebenes Bauteil darf durch den Logistikbereich eines Werks bestellt werden.
- **CAX-Integration:** In der vorliegenden Arbeit bezieht sich der Begriff CAX auf alle computerunterstützten Werkzeuge und Prozesse, die den Entwicklungsprozess unterstützen. Dazu gehören alle oben aufgeführten Elemente.

Nicht im Fokus der Betrachtung sind die an das Thema PDM angrenzenden Ansätze Supply Chain Management (SCM), Produktionsdatenmanagement und Enterprise Resource Planning (ERP) /MUSC00/.

2.2 Betrachtete Beteiligte am Fahrzeugentwicklungsprozess und deren Beitrag

Der Rahmen der vorliegenden Arbeit grenzt die PDM-Betrachtung auf die Automobilindustrie ein (s.a. Kapitel 2.1), und hierbei auf den Bereich der Produktentwicklung, also den der Produktion vorangestellten Prozess. Der Pkw-Entwicklungsprozess ist hochkomplex /VIEL04/; mehrere tausend Bauteile pro Fahrzeug, aufgeteilt in viele hundert Baugruppen, müssen erstellt, aufeinander abgestimmt und zu einem stimmigen Ganzen zusammengebracht werden. Dabei sind gegebene Rahmenbedingungen (u.a. Zeit- und Kostenziele sowie Gewichts- und Qualitätsziele) einzuhalten (s.a. Kapitel 2.4). Die Komplexität des Entwicklungsprozesses hat u.a. zwei Effekte: sie erfordert zum einen die Aufstellung eines detaillierten Entwicklungsplans. So wird sichergestellt, dass alle Entwicklungsbeteiligten zeitlich synchron zueinander ihre Aufgaben erledigen können. Auf die Thematik des Fahrzeugentwicklungsplans wird in Kapitel 2.3 näher eingegangen.

Zum anderen erzwingt die Komplexität des Entwicklungsprozesses einen hohen Grad an Spezialisierung. Nur so ist gewährleistet, dass für jede zu entwickelnde Baugruppe die vorhandenen Ressourcen (Personal, technische Einrichtungen wie Prüfstände o.ä.) optimal eingesetzt werden können und jede Baugruppe hinsichtlich Kosten, Gewicht und Qualität zielgerecht entwickelt wird. Eine

Folge dieser Spezialisierung ist, dass in einem Unternehmen der Automobilindustrie – organisatorisch betrachtet – nicht ein einzelner Entwicklungsbereich existiert, sondern eine Vielzahl von spezialisierten Fachbereichen. Einige dieser Fachbereiche werden im Folgenden näher beschrieben. Dabei ist zu beachten, dass es im Detail zwischen den einzelnen OEMs Unterschiede bei der Aufgabenteilung zwischen den Bereichen geben kann; dies ist aufgrund von unterschiedlichen Vorgehensweisen in Forschung und Entwicklung sowie den verschiedenen Firmentraditionen nicht zu vermeiden. Somit ist die folgende Beschreibung als „quasi-generischer“ Vorschlag zu lesen, wie sich die Aufgaben zwischen den einzelnen, an der Fahrzeugentwicklung beteiligten Bereichen aufteilen lassen. Auch erhebt die Aufstellung keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern beleuchtet nur Bereiche, die für das Verständnis der vorliegenden Arbeit von Interesse sind.

In dem für die vorliegende Arbeit gewählten „Beispielentwicklungsbereich“ gibt es zunächst die „klassischen“ Konstruktionsbereiche, d.h. Organisationseinheiten (OE), die sich ausschließlich mit der Bauteil- und Komponentenentwicklung befassen. Hier werden die Anforderungen aus den Konzeptvorgaben der Geschäftsleitung in Lastenhefte übersetzt und die jeweiligen Komponenten und Bauteile zur Serienreife entwickelt. Dabei ist zu beachten, dass nicht alle Komponenten komplett bei einem Fahrzeughersteller „inhouse“ entwickelt werden. Zulieferer oder Systempartner erledigen heute viele Entwicklungsaufgaben, deren Ergebnisse dann durch die OEM-Vertreter entsprechend abgenommen werden.

Die Komplexität des Produkts „Fahrzeug“ erzwingt zwar Arbeitsteilung und Spezialisierung, der Kunde jedoch sollte nichts davon merken. Er erwirbt keinen Scheibenwischermotor oder eine Türverkleidung, sondern ein komplettes Produkt, von dem er erwartet, dass die verwendeten Komponenten gut aufeinander abgestimmt sind. Der Kunde wünscht also z.B. genaue Passungen von Verkleidungsteilen, viel Platz im Innenraum bei gleichzeitiger geringer Beanspruchung von Verkehrsfläche, gute Geräuschdämmung etc. Diese Abstimmung erfolgt im sog. Gesamtfahrzeugbereich. Hier wird die räumliche Integration von Fahrzeugkomponenten, das sog. Packaging, durchgeführt. Beim Vorgang des Packaging werden Bauräume für die Komponenten anhand von CAD-Untersuchungen auf Basis der Vorgaben aus dem Konzeptheft geprüft. Falls Kollisionen zwischen verschiedenen Bauteilen auftreten, ist es Aufgabe der Mitarbeiter des Gesamtfahrzeugbereichs, die Konflikte zusammen mit den beteiligten Entwicklern zu lösen. Auch im Rahmen des Freigabeablaufs spielt die Gesamtfahrzeugabteilung eine entscheidende Rolle (s.a. Kapitel 2.3).

Den Versuchsabteilungen kommt innerhalb des Entwicklungsbereiches ebenfalls eine wichtige Rolle zu. Hier werden die Hardwareprototypen auf ihre Praxistauglichkeit hin untersucht. Die Rückmeldungen aus dem Versuch dienen dazu, einerseits die Reife der Bauteile zu erhöhen und das Fahrzeug als Ganzes serien- und damit verkaufsfähig zu machen. Andererseits werden die Ergebnisse aus den Crashtests dazu verwendet, die Datenmodelle, welche die Berechnungsabtei-

lungen zur digitalen Absicherung verwenden, noch näher an die Realität heranzubringen und so die Güte digitaler Prototypen in Zukunft weiter zu steigern.

Neben dem Entwickeln und Testen von rein mechanischen Komponenten kommen heute der E/E-Entwicklung und dem E/E-Versuch immer mehr Bedeutung zu, schließlich liegt in derzeitig auf dem Markt befindlichen Fahrzeugtypen der Kostenanteil der E/E-Komponenten an den Herstellungskosten bei bis zu 40 %. Zudem sind heute über 90 % der Innovationen, die für ein neues Fahrzeug entwickelt werden, durch den E/E-Bereich getrieben, d.h. sie werden über Software und Elektronik realisiert /STEI06/.

Bei vielen OEM stellt der E/E-Bereich eine eigene Organisationseinheit dar, d.h. die Entwicklung von E/E-Komponenten und deren Software sowie die zugehörige Versuchsabteilung sind unter einem organisatorischen Dach vereint. Die Verbindung zwischen dem E/E- und den anderen Entwicklungsbereichen wird i.d.R organisatorisch über die Gesamtfahrzeug- und Versuchsabteilungen hergestellt. Auf diese Weise stellt man sicher, dass Hard- und Software optimal ineinander integriert und die kundenerlebbaren Funktionen optimal abgesichert sind.

Neben den o.g. Entwicklungs- und Konstruktionsbereichen, in denen die „eigentliche“ Entwicklung eines Fahrzeugs erfolgt, gibt es noch weitere wichtige Organisationseinheiten, welche die Fahrzeugentwicklung unterstützen. Hier sind z.B. der Engineering-Logistikbereich, in dem Prototypen- und Versuchsteile beschafft werden, der Entwicklungscontrolling- und Einkaufsbereich, über den (zentral) alle entwicklungsrelevanten Beschaffungsmaßnahmen (sowohl Bauteile als auch Dienstleistungen betreffend) abgewickelt werden, oder auch der Bereich des Produktdatenmanagements (PDM) zu nennen. Auf letzteren wird im Folgenden aufgrund seiner Bedeutung für die vorliegende Arbeit näher eingegangen.

In einer PDM-Abteilung erfolgt als Kernleistung die Erstellung der Stückliste (gelegentlich auch mit „BoM“ abgekürzt, nach dem englischen „Bill of Materials“ = „Stückliste“). Die Stückliste beinhaltet alle Bauteile und Baugruppen (repräsentiert durch die dazugehörigen Teilenummern incl. der Teilstammdaten wie Material- und Gewichtsangaben, Änderungsstand, Bearbeiter etc.), die zum Bau eines technischen Produkts, z.B. eines Fahrzeugs, entwickelt und beschafft werden müssen /SCHE06/. Stücklistenaufbau und -pflege erfolgen heute i.d.R. digital, entweder in einem spezialisierten BoM-System oder auch in einem Produktdatenmanagementsystem (PDMS), das neben der eigentlichen Stückliste auch weitere Daten wie CAD-Modelle oder Entwicklungsdokumente (Lastenhefte, Berechnungsergebnisse o.ä.) enthält /GEBH07/.

Gibt eine Stückliste nicht nur Mengenangaben und Teilenummern wieder, sondern enthält auch Informationen zur Struktur eines Produkts, so spricht man von einer „Struktur-Stückliste“ /FELD05b/. In Industrien, deren Produkte dem Kunden trotz ihrer hohen produzierten Stückzahl eine gewisse Individualität bieten – und dazu gehört auch die Automobilindustrie – kommt eine

weitere Stücklistendimension, nämlich die der „Varianz“, hinzu. Sie ist erforderlich, weil das Standard- und Massenprodukt „Fahrzeug“ „(...) in mehreren Varianten ausgeliefert werden (kann), d.h. neben der (Teile-) Nummer des Standardprodukts ist eine genaue Spezifikation der Variante notwendig. Die Stückliste enthält alle vorkommenden Komponenten. Durch die Festlegung der auftragspezifischen Produkt-Eigenschaften und Ausführungen werden die Komponenten ausgewählt“ /FELD07/. Eine solche Stückliste bezeichnet man als „Varianten-Stückliste“. Steuern kann man die einzelnen Varianten in einer solchen Stückliste z.B. durch den Einsatz von Vercodungen, die an den entsprechenden Stellen in der Stückliste bei der betreffenden Teilenummer vermerkt werden.

Über bestimmte, in den Stücklistensystemen hinterlegten Routinen kann man durch die Vorgabe der Variantencodes zudem eine fahrzeugspezifische Stückliste auflösen, d.h. man erhält als Ergebnis des Routinenlaufs eine Stückliste mit all jenen Teilen, die zum Bau genau dieses speziellen, vordefinierten Fahrzeugs erforderlich sind. Diese Form der Stückliste bezeichnet man als „Fahrzeugstückliste“. Sie wird bei jeder Fahrzeugbestellung generiert und bildet die Basis für den Fahrzeugaufbau in einem Produktionswerk.

Die Fahrzeugstückliste kann aber auch von anderen Bereichen verwendet werden, z.B. dem Gesamtfahrzeugbereich (s.o.). Hier dient die Stückliste als Basis für sog. „Downloads“. Downloads sind automatisch und zyklisch generierte Zusammenstellungen von CAD-Daten, die jeweils ein spezifisches Fahrzeug repräsentieren. Via Downloads kann einerseits überprüft werden, ob die Stückliste vollständig und korrekt aufgebaut ist, denn nicht in der Stückliste vorhandene oder falsch vercodete Bauteile erscheinen nicht im Download. Andererseits kann man auf verhältnismäßig einfache und kostengünstige Art und Weise die verschiedenen Varianten (digital) aufbauen und bauraumtechnisch absichern, ohne teure physische Prototypen herstellen zu müssen – und das zu einem sehr frühen Zeitpunkt in der Fahrzeugentwicklung. Die Stückliste mit Anbindung an CAD bietet hier also optimale Voraussetzung für die Umsetzung des „Frontloading“-Gedankens, wonach in frühen Phasen der Produktentwicklung Produkteigenschaften und -kosten noch weitgehend beeinflusst werden können, aber nur ein geringer Anteil der Produktkosten entsteht /NEFF02/.

Damit o.a. (PDM-) Leistungen in der Praxis auch genutzt werden können, ist eine gleichbleibend hohe Qualität der Produktdaten erforderlich, denn „(...) je besser die Modell- und Datenqualität im Entwicklungs- und Konstruktionsprozess ist, je besser kann das Produkt später die Anforderungen erfüllen“ /FELD07/. Dabei sind verschiedene Qualitätskriterien zu unterscheiden. Eine Stückliste kann beispielsweise dann als qualitativ hochwertig definiert werden, wenn sie vollständig ist, d.h. alle benötigten Teilenummern und Zusatzinformationen sind in der Stückliste eingetragen, und die in ihr enthaltenen Informationen (Produktstruktur, Mengenangaben, Vercodungen, s.o.) sind inhaltlich richtig. Bei den CAD-Daten kommt zu den Qualitätskriterien „Vollständigkeit“ und „inhaltliche

Richtigkeit“ u.a. noch „norm- und fertigungsgerechte Konstruktion“ hinzu, d.h. die CAD-Modelle (2D und 3D) müssen einerseits bestimmten, sowohl firmeninternen als auch externen Normen (DIN/ISO, VDA, ECE, FMVSS etc.) genügen, die vor Konstruktionsbeginn durch den OEM und/oder die Gesetzgeber der zu beliefernden Märkte festgelegt werden. Andererseits ist bei der Konstruktion darauf zu achten, dass alle Bauteile fertigungsgerecht gestaltet sind, um eine möglichst rationale Herstellung der Teile zu gewährleisten.

Aufgrund der Fülle der Produktdaten, die im Laufe des Entwicklungsprozesses anfallen, kann es immer wieder vorkommen, dass sich trotz aller Sorgfalt bei der Datenerzeugung Fehler einschleichen. Damit der Entwicklungsbereich die Folgeprozesse, die die Produktdaten aus dem Entwicklungsprozess nutzen, trotzdem mit hundertprozentig fehlerfreien Daten beliefern kann, bietet sich die Anwendung des „Vier-Augen-Prinzips“ an. Nach diesem Prinzip wird zwischen Datenerzeuger und Datennutzer eine unabhängige Instanz eingezogen, deren Aufgabe die Prüfung der Produktdaten anhand vorher festgelegter, standardisierter Kriterien ist. Der Datenerzeuger ist nach wie vor gehalten, die Qualität seiner Daten im Auge zu behalten, jedoch wird ihm als Dienstleistung die Prüfinstanz beigestellt (daher „Vier-Augen-Prinzip“). Um den Datenprozess verbindlich zu gestalten und eine gleichbleibend hohe Datenqualität an der Schnittstelle zwischen Datenerzeuger und Datennutzer zu gewährleisten, empfiehlt es sich, eine erfolgreich absolvierte Datenprüfung als Voraussetzung dafür einzuführen, dass die Produktdaten im PDM-System als „freigegeben“ markiert werden, d.h. die Daten sind reif und verbindlich genug, dass sie vom Datenerzeuger zum Datennutzer zur Verwendung weitergegeben werden dürfen. Nach dieser Logik dürfen z.B. nur freigegebene Teile beschafft und verbaut werden.

Aus mehrerlei Gründen sollte die Prüfinstanz als zentraler Bereich zur Normen- und CAD-Prüfung ausgeführt werden. So verhalten sich Normen i.d.R. sehr dynamisch, d.h. es gibt relativ viele Veränderungen an den Normen in kurzer Zeit (z.B. aufgrund politisch-rechtlicher Randbedingungen). Dies erfordert von den Prüf-Mitarbeitern ein hohes Maß an Spezialwissen, das in einer dezentral organisierten Prüfinstanz nicht in der erforderlichen Tiefe aufgebaut werden kann. Durch die Zentralisierung kann außerdem ein optimaler Informationsfluss zwischen den einzelnen Prüf-Mitarbeitern gewährleistet werden, und es besteht zudem die Möglichkeit, Schwankungen der Auftragslage in einer zentralen Organisation besser auszugleichen als bei einer dezentralen.

Die Stückliste, das zeigt sich in o.a. Beispielen, dient bei entsprechendem Aufbau, mit den entsprechenden Schnittstellen und einem darauf vorbereiteten IT-System als „Produktdaten-Backbone“, also gewissermaßen als Datendrehzscheibe, die es verschiedenen Bereichen mit unterschiedlichen Aufgabenstellungen ermöglicht, auf Produktdaten zur individuellen Nutzung zuzugreifen. Solcherlei bereichsindividueller Zugriff und Nutzung von bereichsübergreifend gehaltenen und durch eine zentrale Stelle zur Verfügung gestellten Produktdaten bezeichnet man als

„Sicht“ /FELD05b/. Die Verwendung eines Sichtenkonzepts stellt eine wichtige Grundlage dafür dar, dass die Stückliste ihre Backbone-Funktion entlang des Produktlebenszyklus erfüllen kann.

Neben den o.g. entwicklungsnahen zentralen Bereichen wie Datenmanagement und CAD-prüfung soll zum Abschluss noch eine wichtige Organisation erwähnt werden, die zwar nur indirekt einen Beitrag zur Fahrzeugentwicklung leistet, ohne die jedoch keine Entwicklung möglich wäre. Die Rede ist vom IT-Bereich, durch welchen alle CAx-Systeme bereitgestellt werden, in denen jedes neue Fahrzeug geplant, entwickelt und dokumentiert wird. Gerade dieser Bereich spielt bei der Entstehung von PDM-Problemen, die durch das vorliegende Konzept gelöst werden sollen, eine zentrale Rolle. Im Rahmen der Kapitel 4 und 5 wird auf diesen Umstand noch näher einzugehen sein.

2.3 Fahrzeugentwicklungsplan

Die Entwicklung eines Fahrzeugs ist ein enorm komplexer, hochgradig arbeitsteilig und in seinen Einzelteilen sehr spezialisiert ausgelegter Vorgang. Trotzdem muss das Endresultat der Entwicklung eine stimmige Summe aus den einzelnen Arbeitsschritten ergeben. Ein moderner Pkw besteht heute aus ca. 8.000 Teilen, von denen viele in verschiedenen Varianten vorliegen, so dass die Stückliste eines modernen Pkw bis zu 100.000 Positionen, also mögliche Bauteile, beinhalten kann.

Dabei sind die Faktoren Zeit, Kosten und Qualität (s. Kap. 2.4) zu beachten. Nur wenn ein Fahrzeug in einer angemessenen Zeit bei höchstmöglicher Qualität zu akzeptablen Preisen auf den Markt kommt, kann es ein Erfolg werden. Unterstützt wird dieser Vorgang dabei durch das Simultaneous Engineering (SE). Die Ziele von SE sind „kürzere Entwicklungszeiten (...), schnellere Produkterstellung, sowie Kostenreduktion“ /FELD05b; s.a. PAHL03; EHRL03/. Zudem lässt sich die Qualität in Bezug auf Entwicklungsergebnisse, Konstruktionsergebnisse und Produkteigenschaften erhöhen. Die Kennzeichen von SE sind parallele Aktivitäten, Arbeiten in interdisziplinären Teams, Einbeziehung von Zulieferern und Kunden, hoher Aufwand für Informationsmanagement, hohe Eigenverantwortung in den Teams, sehr kurze Entscheidungswege und die konsequente Anwendung des Projektmanagements und der entsprechenden Tools (z.B. Netzplan, Kostenplan, Teamarbeit und -management) /FELD05b/. Grundvoraussetzung hierfür ist, dass die Aufgaben nicht sequenziell abgearbeitet werden müssen. Um SE effizient anwenden zu können, ist es notwendig, immer wiederkehrende Aufgaben und Tätigkeiten zu standardisieren. Eine Form der Standardisierung ist dabei die Schaffung eines generischen Entwicklungsablaufes in Form eines Projektplans, des sog. „Produktentwicklungsplans“. Auf Basis dieses festgelegten, in seinen Grundparametern aber weitgehend frei skalierbaren Plans können projektspezifisch Aufgaben verteilt, Verantwortlichkeiten festgelegt und Termine vorgegeben werden. Ein Beispiel für einen solchen Plan, bezogen auf die Fahrzeugentwicklung, zeigt Abbildung 6.

ständige physische Prototyp gebaut wird, Aussagen über die Eigenschaften eines Fahrzeugs zu treffen. Dabei sind jedoch einige Punkte zu beachten:

- Die Qualität eines DPT ist zu hochgradig abhängig von der Qualität der Daten, die in der Entwicklung in den frühen Phasen erzeugt werden. Nur wenn die Daten bestimmte Voraussetzungen erfüllen, kann die DPT- Berechnung und -Simulation sinnvolle Ergebnisse liefern.
- Die digitalen Daten müssen zum Synchronisationspunkt „Entwicklung 1 – Berechnung 1“ vollständig sein. Nur ein vollständig beschriebenes Fahrzeug kann die Wirklichkeit möglichst genau abbilden. Fehlen z.B. CAD-Daten der Innenausstattung, so können zu einem frühen Zeitpunkt noch keine Aussagen über Strömungsverhältnisse oder Wärmedämmungseffekte im Innenraum getroffen werden.
- Sobald (reife) Daten vorhanden sind, sollten sie auch anderen Nutzern zur Verfügung gestellt werden können. So kann der Entwicklungsprozess beschleunigt und SE wirkungsvoll unterstützt werden. Diese Unterstützung ist im Übrigen eine der wichtigsten Aufgaben des Produktdatenmanagements (s.a. Kapitel 2.1.2).

Wenn ein Meilenstein oder ein anderer Synchronisationspunkt („Datenfreeze“) erreicht ist, werden CAD-Daten aus dem PDM-System abgezogen und an die Berechnungsbereiche weitergegeben. Hier wird nun die Eigenschaftsbestimmung des (noch rein digitalen) Fahrzeugs durchgeführt; diese Phase dauert mehrere Wochen. Wurden bereits vorab Daten zwischen Berechnung und Entwicklung ausgetauscht, was wünschenswert und oft auch möglich ist, so liegen schon wenige Tage nach dem Datenfreeze schon erste Ergebnisse vor, anhand derer mit der nächsten Entwicklungsphase begonnen werden kann.

Ziel dieser zweiten Entwicklungsphase ist es, mehrere Hardwareprototypen aufzubauen, um Erkenntnisse über das Crashverhalten und andere Eigenschaften zu erlangen. Die Crashdaten indes dienen neben dem Ursprungszweck der Rohbauoptimierung auch der Verfeinerung der Berechnungsmodelle.

Die Schleife Entwicklung – Berechnung – Crash wird insgesamt dreimal durchlaufen, wobei der letzte Crash als Bestätigungscrash ausgelegt ist, d.h. zu diesem Test wird an sich nur das erwartete Verhalten des Fahrzeugs verifiziert. In dieser späten Phase auftretende Probleme sind in der Regel nur mit sehr hohem Ressourcenaufwand zu beheben; auch dies ist ein Grund, warum heute in der Fahrzeugentwicklung der frühen, digitalen Phase so große Bedeutung zukommt. PDM-Probleme wirken sich somit eher auf die frühen Phasen der Fahrzeugentwicklung aus denn auf die späten, hardwarelastigen Phasen; eine wichtige Erkenntnis, die bei der Anwendung des vorliegenden Konzepts beachtet werden muss.

Die vierte Spur innerhalb des FPEP beinhaltet alle das Entwicklungsdatenmanagement betreffenden Aufgaben. In dieser Spur ist geregelt, zu welchem Zeitpunkt eine Stückliste vorliegen muss, welche Teilerreifegrade zu welchem Meilenstein hinterlegt sein müssen, ab wann ein Änderungsmanagement aufgesetzt werden muss etc. Diese Themen haben einen großen Einfluss auf die Fahrzeugentwicklung, da ohne entsprechenden Teilerreifegrad z.B. keine Teile beschafft werden dürfen, da ohne vollständige Stückliste, die die Basis für die Strukturierung des Fahrzeugs bildet, keine Zusammenbaudaten an die Berechnung übergeben werden können etc. Diese übergreifenden Systeme, Methoden und Prozesse bilden also die Klammer um alle direkt die Fahrzeugentwicklung betreffenden Prozesse („PDM-Backbone“) /FELD07/ und können in ihrer Bedeutung, gerade was das Thema PDM-Probleme betrifft, kaum überschätzt werden.

2.4 Zeit, Kosten und Qualität

Einer der Kernsätze in der Betriebswirtschaftslehre besagt, dass es eines der wichtigsten Ziele einer Unternehmung ist, Gewinn zu erwirtschaften /TOEP07; BRON05/. Ein Gewinn lässt sich nur dann erzielen, wenn die internen Kosten für Entwicklung und Herstellung eines Produkts niedriger sind als der Preis, der damit am Markt erreicht werden kann. Dieser Marktpreis wird umso höher sein, desto mehr sich ein Produkt in positiver Art und Weise von denen des Wettbewerbs absetzt, sei es, weil es über für den Kunden nützliche oder begehrenswerte Zusatzfunktionen verfügt, weil es preisgünstiger ist oder ein ansprechenderes Design besitzt. Diese Punkte werden als „Alleinstellungsmerkmale“ bezeichnet. Einem dieser Alleinstellungsmerkmale kommt dabei ganz besondere Bedeutung zu, weil es unter allen diesen Merkmalen als dasjenige gilt, mit dem man sich – auch und gerade in der Automobilindustrie – am stärksten von den Konkurrenten absetzen kann; gemeint ist die Produktqualität. Es gilt: je höher die Qualität eines Produkts, desto höher der Preis, der dafür verlangt werden kann. Nach DIN EN ISO 8402 bedeutet Qualität „... die Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit, bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen“ /DIN95/.

Es lässt sich aus der obigen Betrachtung ableiten, dass es vor allem drei Kenngrößen sind, die maßgeblichen Einfluss auf Erfolg oder Misserfolg einer Unternehmung haben: Zeit, Kosten und Qualität. Man bezeichnet diese Kenngrößen auch als das „Magische Dreieck“ /GERB02/ (s. Abbildung 7).

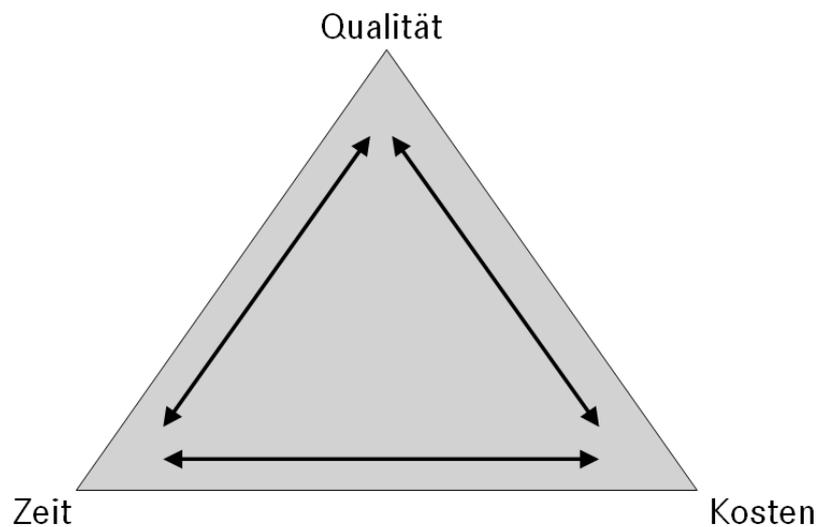


Abbildung 7: Das "magische Dreieck" aus Zeit, Kosten und Qualität

Nach Eversheim /EVER95/ sind die drei Kenn- bzw. Zielgrößen zueinander gegenläufig, d.h. sie stehen in wechselseitiger, konträrer Abhängigkeit zueinander. So ist das Verbessern der einen Größe nur zu Lasten der einen oder beider anderen möglich. Höhere Qualität z.B. kann nur durch höhere Kosten und/oder mehr Zeiteinsatz realisiert werden /GERB02/. Es muss also das Ziel sein, das Gesamtoptimum aus Zeit, Kosten und Qualität zu erreichen, um letztlich ein Unternehmen zum Erfolg zu führen /GERB02/.

Dabei spielt laut Eversheim heute in vielen Unternehmen der Faktor Zeit eine große Rolle /EVER95/, da der Unternehmenserfolg mehr denn je von einer Senkung der „Time-to-market“ abhängt; je größer der Zeitvorsprung gegenüber dem Wettbewerb ist, desto mehr Kunden können gewonnen werden. Hohe Qualität und ein marktfähiger Preis würden dabei durch den Kunden vorausgesetzt. Trotzdem sind sowohl der Kosten- als auch der Qualitätsfaktor in den Unternehmen nicht zu unterschätzende Bausteine des Erfolgs /EHRL05/.

Lindemann und Kiewert betonen gerade den Kostenaspekt. Sie weisen darauf hin, dass Kostenmanagement ein integraler Bestandteil der Produktentwicklung ist und dass fachübergreifende Zusammenarbeit eine Voraussetzung für effizientes Kostenmanagement darstellt /KIEW05/. Hier schließt sich im Übrigen der Kreis zum PDM, mit dem interdisziplinäres Arbeiten letztlich erst ermöglicht wird /ABRA05a/.

Da die drei Faktoren Zeit, Kosten und Qualität offensichtlich die Stellhebel darstellen, mit denen der Unternehmenserfolg am unmittelbarsten und nachhaltigsten beeinflusst werden kann, bedeutet dies für das vorliegende Konzept, dass diese als relevante Zielgrößen bzw. Dimensionen die Basis aller Problemlösungen und Handlungsempfehlungen (s.a. Kapitel 4 und 5) bilden.

2.5 Grundthesen

In den vorangegangenen Kapiteln wurde aufgezeigt, wie sich PDM heute in Praxis in Forschung darstellen, wer sich an den Entwicklungsprozessen beteiligt, wie ein fahrzeugbezogen generischer Produktentwicklungsplan aussehen kann und welchen Einfluss die Dimensionen Zeit, Kosten und Qualität auf das betrachtete Umfeld ausüben. Komprimiert man die Erkenntnisse aus diesen Kapiteln und ergänzt sich um Erfahrungen aus der PDM-Praxis eines Fahrzeug-OEM, so ergeben sich folgende Annahmen, die zugleich die Basis und den Ausgangspunkt für das vorliegende Konzept zur Optimierung des PDM-Einsatzes in der Automobilindustrie darstellen:

- Die Hauptdimensionen für unternehmerisches Handeln sind heute Zeit, Kosten und Qualität /GERB02/. Diese Annahme gilt auch für das PDM-Umfeld, d.h. das vorliegende „Konzept zur Optimierung des PDM-Einsatzes in der Automobilindustrie“ setzt an diesen drei Dimensionen an.
- Ein komplexer Prozess wie z.B. der Fahrzeugentwicklungsprozess muss, um die Ressourcen eines Unternehmens optimal zu nutzen, in einzelne Bestandteile aufgeteilt werden. Die Annahme ist, dass sich diese Bestandteile über verschiedene Organisationseinheiten und Fahrzeugentwicklungsprojekte hinweg gleichen und sich somit die auftretenden (PDM-) Probleme ebenfalls gleichen bzw. zumindest vergleichbar sind. Der Zeichnungs- und Geometrieprüfungsprozess beispielsweise ist innerhalb des validierten OEM immer gleich, d.h. unabhängig von einem Entwicklungsprojekt können die vergleichbare PDM-Probleme auftreten.
- Lösungen, die für einmal identifizierte PDM-Probleme gefunden wurden, können bei gleichen oder vergleichbaren Randbedingungen wiederverwendet werden (s.a. Kapitel 5.2).
- Das PDM-Umfeld ist gerade in Automobilunternehmen sehr umfangreich. Um auftretende PDM-Probleme bearbeitbar zu machen, empfiehlt es sich, Geschäftsfälle zu definieren. Ein solcher Geschäftsfall kann, wie z.B. aus der Szenariomanagementtechnik bekannt /GAUS97/, in verschiedene PDM-Parameter aufgeteilt werden.
- Diese PDM-Parameter sind quantifizierbar und können, abhängig von der betrachteten Phase im Entwicklungsplan und der Zielvorgabe durch den Methodenanwender, verschiedene Werte und Gewichtungen annehmen. Nicht alle Parameter, die im ersten Ansatz gefunden werden, besitzen auch Relevanz für den vorliegenden Geschäftsfall. Irrelevante Parameter werden mit Hilfe geeigneter Methoden (wie z.B. Interviews oder Expertenworkshops) identifiziert und aus dem Geschäftsfall entfernt.
- Die PDM-Parameter hängen über Relationen zusammen, die sowohl mathematisch als auch verbal beschrieben werden können. Für die Anwendung der Methodik ist eine mathematische Beschreibung nicht unbedingt nötig, im Hinblick auf eine IT-Unterstützung aber sinnvoll. Die Vi-

sualisierung der Relationen erfolgt über Matrizen, wobei nicht jede identifizierte Relation für einen Geschäftsfall relevant ist. Zur Identifizierung dieser Relationen gibt es verschiedene Hilfsmittel und Methoden, die im Verlauf der folgenden Kapitel vorgestellt werden. Irrelevante Relationen werden nicht weiter betrachtet, da sie auf den Geschäftsfall keinen Einfluss besitzen.

- Alle auftretenden PDM-Probleme lassen sich auf das nicht optimale Zusammenwirken der PDM-Parameter zurückführen. Diese Parameter können entwicklungsphasenabhängig verschiedene Werte und Gewichtungen annehmen. PDM-Probleme entstehen, wenn die PDM-Parameter (einzeln oder im Zusammenspiel mit anderen Parametern) bestimmte, noch zu definierende Werte annehmen, die Relationen zwischen den Parametern also nicht optimal eingestellt sind. Eine solche nicht-optimale Relationseinstellung wird im Folgenden als „PDM-Parameterrelationsproblem“ bezeichnet. Diese Relationsprobleme kann man z.B. im Rahmen einer PDM-Umfeldanalyse (s.a. Kap. 4) identifizieren.
- Die identifizierten PDM-Parameterrelationsprobleme bilden in ihrer Gesamtheit das definierte PDM-Gesamtproblem. Sie lassen sich mit bekannten Methoden wie z.B. in der VDI-Richtlinie 2221 /VDI93/ oder den darauf aufbauenden Methoden lösen /PAHL03; EHRL03/.
- Aus der Kombination der gefundenen Lösungen für die PDM-Parameterrelationsprobleme entsteht ein vollständiges, ganzheitliches, aber noch vorläufiges Lösungsfeld für das definierte PDM-Problem.
- Ein Abgleich mit den Anforderungen, die an die Lösungen gestellt werden, ergibt die endgültigen Lösungen.

Diese Thesen bilden das Fundament der vorliegenden Arbeit. Sie wurden im Rahmen eines OEM-internen Projekts gefunden und validiert und im Rahmen einer Diplomarbeit anhand eines weiteren Projekts weiterentwickelt /OHLH06/. Sie beinhalten zudem, wie oben erwähnt, Elemente, die in der Literatur und auch in der Lehrpraxis bereits bekannt sind. Neu ist die Kombination dieser Elemente in einem einzelnen Konzept. Um dieses abzurunden und gut anwendbar zu machen, ist es allerdings erforderlich, weitere Methodenanforderungen zu definieren (s. Kapitel 2.6).

2.6 Weitere Methodenanforderungen

Viele neue Methoden und Konzepte schrecken den potenziellen Nutzer mit komplizierten Formalismen und Vorgehensweisen ab, obwohl die Idee hinter dem Konzept durchaus in der Lage wäre, die vom Anwender erwarteten Ergebnisse zu liefern. Daher muss das Konzept einfach zu nutzen sein. Wichtig ist darüber hinaus auch die schnelle Erlernbarkeit einer Methode. Dies kann auf zweierlei Arten erreicht werden: zum einen durch Beschränkung auf nur wenige, einfache und somit schnell erlernbare Methodenelemente, wobei man dabei aber in Kauf nimmt, nicht alle der

meist sehr vielfältigen Erwartungen der Anwender zu erfüllen. Zum anderen hat man die Möglichkeit, eine neue Methodik aus anderen, bekannten und vielfach erprobten Methoden zusammenzusetzen bzw. einzelne Elemente davon zu verwenden. Diese Variante hat den Vorteil, dass bei den Nutzern schon Grundlagen zur Anwendung vorhanden sind, da viele bekannte Methoden seit längerem Teil der Ingenieurausbildung sind. Um diesen Vorteil zu nutzen, werden die Problemlösungsmethodik nach VDI 2221 mit ihren Ausprägungen nach Pahl und Beitz /PAHL03/ und Ehrlenspiel /EHL03/ sowie die Szenariotechnik nach Gausemeier /GAUS97/ (s.a. Kapitel 2.5 und 4) in Kapitel 3.2 als relevante Methoden näher betrachtet.

Der Einsatz von IT und Computern ist im industriellen Umfeld mittlerweile Standard. Dabei entstehen z.T. sehr hohe Lizenzgebühren, gerade was den Einsatz von Spezialsoftware betrifft. Daher sollte eine neue Methodik, die sich mit der Lösung von PDM-Problemen befasst, über eine Anbindung zu verbreiteter Standardsoftware (wie z.B. Microsoft Office) verfügen, welche die Anwendung der Methodik unterstützt. Auf diese Voraussetzung wird in der vorliegenden Arbeit noch eingegangen (s. Kapitel 3.4, Knowledge Base). Ein weiteres wichtiges und zu beachtendes Kriterium, das für die Verwendung von Standardsoftware spricht, ist deren weite Verbreitung in allen Industriebereichen, ebenso wie der relativ geringe Lern- und Einarbeitungsbedarf. Die Beachtung dieser Aspekte sichert die Verwendbarkeit einer Methodik über Abteilungs- und Bereichsgrenzen hinaus. Im Fall der vorliegenden Arbeit ist diese so allgemein gehalten, dass sie – was allerdings in einem weiteren Validierungsschritt noch nachzuweisen wäre – auch in anderen Branchen als der Automobilindustrie Anwendung finden könnte (s.a. Kapitel 8).

Zusammen mit den in Kapitel 2.5 definierten Grundthesen bildet die Erfüllung dieser Randbedingungen den Ausgangspunkt zur Entwicklung des vorliegenden Konzepts, mit dem der PDM-Einsatz in der Automobilindustrie optimiert werden soll. Dabei ist zu beachten, dass sich der Begriff der „Optimierung“ auf die Lösung von operativen PDM-Problemen bezieht, hier also im Kern ein Problemlösungskonzept vorgeschlagen wird, das nicht zum Ziel hat, den Einsatz des Produktdatenmanagements als solchen in Frage zu stellen. Vielmehr soll ein systematischer Ansatz zur Lösung dabei auftretender operativer Probleme angeboten werden.

2.7 Zusammenfassung

In Kapitel 2 wurde gezeigt, wie sich heute PDM in der Forschung und in der industriellen Praxis gegenüberstehen. PDM ist heute im Praxiseinsatz nicht mehr aus der Entwicklungssystem- und -prozesslandschaft wegzudenken. Auf der Forschungsseite werden jedoch immer weiter in Richtung CAx-Vollintegration gehende Ansätze entwickelt, die in der Praxis zur Folge haben (können), dass einstmals schlanke, spezialisierte Prozesse und Systeme immer weiter mit Informationen versorgt werden mit dem Ergebnis, dass dem Anwender letztlich zwar alle Informationen zur Verfügung stehen, er aber Schwierigkeiten hat, sie für sich zu verarbeiten und die „richtigen“ Daten

aus der „Informationsflut“ herauszufiltern. Hinzu kommt, dass aufgrund der Datenmenge viele IT-Systeme, deren komplette Neuanschaffung sehr teuer ist, in den vergangenen Jahren nur software-, aber selten hardwaretechnisch den Erfordernissen der Zeit angepasst wurden, so dass heute viele Unternehmen, gerade nach der Einführung zeitgemäßer Software, mit Performanceproblemen umgehen müssen. Durch die große Zahl von CAx-Systemen, die heute bei einem OEM verwendet werden, sind überdies viele Fahrzeugentwickler gezwungen, sich durch eine Vielzahl von Schnittstellen zwischen den Systemen zu arbeiten, was bedeutet, dass ein relativ hoher Anteil ihrer Zeit nicht in die Entwicklung von Bauteilen investiert werden kann. Diese Punkte zusammengekommen und um den organisatorischen Druck – das „magische“ Dreieck mit den Eckpunkten „Zeit-Kosten-Qualität“ –, der mittlerweile auf vielen Entwicklungsingenieuren lastet, ergänzt, können als Erklärung dafür dienen, warum PDM-Probleme heute nicht so selten sind, wie es gemeinhin angenommen wird. Als weitere Grundlagen wurden anschließend ein allgemeiner Fahrzeugproduktplan aufgebaut sowie die relevanten Entwicklungsbeteiligten vorgestellt.

Aus diesen Grundlagen lässt sich ein Handlungsbedarf dahingehend ableiten, dass ein Konzept erstellt werden sollte, mit dessen Hilfe PDM-Probleme gelöst und der PDM-Einsatz in der Automobilindustrie optimiert werden kann. Um das Konzept möglichst praxisnah und pragmatisch zu gestalten, wurden die o.g. Grundlagen in einem Annahmenkatalog („Grundthesen“) zusammengefasst. Die Kernthese lautet, dass alle PDM-Probleme aus dem nicht optimalen Zusammenspiel von Einflussgrößen („Parameter“) entstehen, sich aber mit Hilfe von bekannten Problemlösungsmethoden bewältigen lassen. Um diese Kernthese herum wird das in Kapitel 4 beschriebene Konzept aufgebaut. Flankierend zu den Grundthesen wurden zuletzt einige weitere, allgemeine Anforderungen definiert, mit sichergestellt werden soll, dass das Konzept gut anwendbar ist.

3 Betrachtung relevanter Methoden

In Kapitel 2 wurde dargestellt, warum ein Konzept zur PDM-Optimierung in der Automobilindustrie erforderlich ist und auf welche Annahmen es sich stützt. Es wurde darauf hingewiesen, dass für den Aufbau des Konzepts vor allem drei methodische Bestandteile relevant sind: die auf der VDI-Richtlinie VDI 2221 basierenden Problemlösungsmethoden, die Szenariotechnik nach Gausemeier und die Knowledge Base-Theorie. Diese Bestandteile werden in den nun folgenden drei Abschnitten dieses Kapitels näher vorgestellt und es wird dargelegt, warum die genannten Ansätze nicht ausreichen, um die oben beschriebene PDM-Problematik zu lösen.

Als erstes werden in Abschnitt 3.1 einige Kriterien definiert, anhand derer Stärken und Schwächen der relevanten Methoden aus den folgenden Kapiteln in Bezug auf die Konzeptgrundthesen herausgearbeitet werden sollen. Ziel ist es, aufzuzeigen, welche Bestandteile der betrachteten Methode für das vorliegende Konzept verwendbar sind und an welche Stelle die betrachtete Methode an ihre Grenzen stößt.

Danach stehen in Kapitel 3.2 einige ausgewählte Ansätze zur Lösung von Problemen im Mittelpunkt des Interesses, die auf der VDI-Richtlinie 2221 basieren und heute im Engineeringumfeld bekannt und vielfach erprobt sind. Aus der Herleitung der Problemzusammenhänge (s. Kapitel 2.5) wird deutlich, dass auch Methoden herangezogen werden müssen, die sich mit der Parametrisierungsthematik auseinandersetzen. In Kapitel 3.3 wird diesem Umstand Rechnung getragen, indem exemplarisch die Szenariotechnik nach Gausemeier näher betrachtet wird, die die Parametrisierung als einen zentralen Baustein beinhaltet.

Die Unternehmen der Großindustrie sind hochgradig arbeitsteilig organisiert, d.h. alle Aufgaben werden heruntergebrochen und auf viele Schultern verteilt. Dabei kann es vorkommen, dass es für bestimmte Aufgaben Spezialisten gibt, die das Wissen gewissermaßen „personalisieren“, also als einzige über bestimmte Kenntnisse und Informationen verfügen. Um diesem Umstand entgegenzuwirken und um zu verhindern, dass beim Weggang von Spezialisten ganze Prozessketten zusammenbrechen, werden seit geraumer Zeit Strategien entwickelt, alles Wissen zu zentralisieren und gleichzeitig allen relevanten Beteiligten zur Verfügung zu stellen. Zwei dieser Ansätze, „Knowledge Bases“ und „Lessons Learned“ werden in Abschnitt 3.4 vorgestellt und deren Stärken und Schwächen sowie deren Verwendung im vorliegenden Konzept herausgearbeitet.

3.1 Bewertungskriterien für relevante Methoden

Bei eingehender Betrachtung der Grundthesen zum vorliegenden Konzept (s. Kapitel 2.5) wird klar, dass verschiedene Elemente aus dem Methodenbaukasten der Produktentwicklungstheorie Relevanz besitzen. Gleichzeitig jedoch, und das wird im Rahmen dieses Kapitels herausgearbeitet, enthält keine der betrachteten Methoden alle Bestandteile, die nötig wären, die in Kapitel 2 aufgestellten Anforderungen zu erfüllen. Um diesen Umstand zu verdeutlichen und nachweisbar zu machen, werden im Folgenden einige Kriterien definiert, anhand derer die betrachteten Methoden eingehender untersucht werden. Diese Kriterien leiten sich aus den Grundthesen her und stellen Gesichtspunkte dar, deren Vorhandensein in einer Methode zur Lösung der dargestellten PDM-Gesamtproblematik in jedem Fall erforderlich ist. Diese Kriterien lauten:

- Problemlösung: Anhand dieses Kriteriums wird geprüft, ob, und wenn ja, in welchem Maße die betrachtete Methode Möglichkeiten und Werkzeuge anbietet, mit deren Hilfe Probleme im Engineeringkontext gelöst werden können, also: inwieweit versetzt die betrachtete Methode den Anwender in die Lage, für ein wie auch immer geartetes Problem (sowohl ein konstruktives Problem als auch ein Prozessproblem) einer anforderungsgerechten Lösung zuzuführen (s.a. Kapitel 3.2)
- Parametrisierung: Aus der Praxisbetrachtung des PDM-Umfelds hat sich ergeben, dass sich alle auftretenden PDM-Probleme auf das nicht optimale Zusammenwirken von Einflussfaktoren (Parameter) zurückführen lassen /OHLH06/. Daher werden die betrachteten Methoden daraufhin untersucht, ob die Parametrisierung ein Bestandteil der ihnen zugrunde liegenden Theorie(n) ist.
- Umgang mit Wissen (Wissensmanagement): Lösungen für ein gestelltes Problem, die man immer wieder verwenden kann, sind vergleichbaren, aber nur einmal verwendbaren Lösungen stets vorzuziehen, da sich auf diese Weise die Effizienz bei der Lösungssuche erheblich steigern lässt /PAHL03/. Es zeigt sich, dass an dieser Stelle gerade in großen Unternehmen Defizite bestehen /WENZ06; STEL06/; das Kriterium „Umgang mit Wissen“ spielt daher bei der Untersuchung der Methoden eine wichtige Rolle.
- Praxisnähe: Es wurde in den vorangegangenen Kapiteln mehrfach erwähnt, dass es für die Akzeptanz beim Anwender für eine Methode unerlässlich ist, dass sie leicht verständlich und leicht erlernbar ist und gute Ergebnisse liefert. Daher werden die Methoden auch auf das Kriterium Praxisnähe und Anwendbarkeit hin untersucht.

Ein Überblick über die Ergebnisse der Methodenbewertungen ist in der Zusammenfassung des gesamten Abschnitts in Kapitel 3.5 zu finden (s. Tabelle 1).

3.2 Ansätze zur Lösung von Problemen

In der Theorie der Produktentwicklung gibt es heute viele Ansätze, die sich mit der Lösung von Problemen auseinandersetzen. Dabei ist der Begriff „Problem“ mit einer ähnlich verwirrenden Vielfalt an Definitionen behaftet wie z.B. „PDM“ (s.a. Kapitel 2.1.1). Daher muss zunächst eine Problembegriffsfestlegung erfolgen, um transparent zu machen, was anhand der in Abschnitt 3.2.2 vorgestellten Methoden gelöst werden soll.

3.2.1 „Problem“ – Begriff und Definition

Sehr allgemein formuliert kann man ein Problem als Aufgabe definieren, die nicht „direkt, sondern nur mit Hilfe unbekannter Ressourcen gelöst werden kann“ /PAHL03/. Nach Pahl und Beitz /PAHL03/ charakterisieren folgende Eigenschaften ein Problem:

- Der Ausgangszustand ist unerwünscht, d.h. es liegt eine unbefriedigende Situation vor. Der aktuelle Zustand der betrachteten Situation muss also verbessert, verändert oder optimiert werden.
- Ein definierter Zielzustand ist herzustellen, d.h. es muss eine befriedigende Situation oder ein gewünschtes Ergebnis erreicht werden. Die betrachtete Situation muss sich am Ende somit spürbar und signifikant verbessert haben.
- Hindernisse treten auf, d.h. es spielen Faktoren eine Rolle, die die Transformation des unerwünschten Ausgangszustands in den gewünschten Zielzustand zum betrachteten Zeitpunkt erschweren bzw. vielleicht sogar verhindern. Hindernisse lassen sich nach Pahl und Beitz /PAHL03/ in drei Kategorien einteilen:
 - Synthese- bzw. Operatorproblem: „Die Mittel zur Überwindung sind unbekannt und müssen noch gefunden werden.“
 - Interpolations- oder Kombinations- bzw. Auswahlproblem: „Die Mittel sind bekannt, sie sind aber so zahlreich oder es müssen so viele kombiniert werden, dass ein systematisches Durchprobieren unmöglich ist.“
 - Dialektisches Problem, Such- und Auswahlproblem: „Die Ziele sind nur vage bekannt oder nur unscharf formuliert. Die Lösung entsteht durch dauerndes Abwägen und Beseitigen von Widersprüchen, bis ein akzeptables Ergebnis zur Erfüllung wünschenswerter Ziele entsteht.“

Für das vorliegende Konzept sind vor allem die beiden ersten Typen von Problemen von Interesse, da im Rahmen der Konzeptdurchführung klare Zielvorgaben verlangt werden, um später sinnvolle

Lösungen generieren zu können. Über die drei o.g. Charakteristika gibt es noch zwei weitere Eigenschaften von Problemen, die zu beachten sind:

- Komplexität, d.h. viele verschiedene Einflussfaktoren und Parameter interagieren miteinander auf ungeordnete, chaotische Art und Weise und beeinflussen so das Resultat der Lösungssuche.
- Unbestimmtheit, d.h. nicht alle Faktoren, die auf das Lösungsfeld einwirken, sind von Anfang an bekannt; „... der Einfluss einer Teillösung auf das Ganze oder auf andere Teillösungen ist nicht überschaubar und wird erst nach und nach erkannt“ /PAHL03/. Gerade der letzte Satz ist für die Arbeit von großer Wichtigkeit (s.a. Kapitel 4.1.6 und 4.1.7)

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird auf Basis obiger Definitionen der Begriff „PDM-Problem“ verwendet und bezeichnet Themen, die verhindern, dass PDM effizient und wirkungsvoll eingesetzt werden kann.

3.2.2 Problemlösungsmethoden

Um zu Lösungen für Probleme zu gelangen, ist es erforderlich, einen Blick auf die dem vorliegenden Konzept als Basis dienende Problemlösungsmethode näher zu betrachten. Diese Basis bildet die VDI-Richtlinie 2221 /VDI93/, die erstmals Mitte der 1980er Jahre als „allgemeingültige, branchenunabhängige Grundlage methodischen Entwickelns und Konstruierens“ /VDI93/ definiert wurde. In der VDI 2221 wird ein systematisches Vorgehensmodell vorgeschlagen, das sich aus den Schritten Problemanalyse, Problemformulierung, Systemsynthese, Systemanalyse sowie Beurteilung und Entscheidung zusammensetzt. Eine Iterationsmöglichkeit zwischen diesen Schritten ist vorgesehen. Dem Modell der VDI 2221 liegt die Erkenntnis zugrunde, dass es zweckmäßig ist, bei der Problemlösung vom Allgemeinen und Abstrakten zum Konkreten vorzugehen, und ein Hauptproblem in Teilprobleme herunterzubrechen.

Pahl und Beitz verändern die in der VDI-Richtlinie vorgesehene Schrittfolge zur Problemlösung auf nurmehr vier Hauptphasen, nämlich das „Planen und Klären der Aufgabe“, das „Konzipieren“, „Entwerfen“ und schließlich das „Ausarbeiten“ /PAHL03/. Auch hier ist die Möglichkeit, zwischen den Phasen zu iterieren, gegeben.

Ehrlenspiel /EHRL03/ reduziert die Zahl der Schritte in seinem Vorgehensmodell auf drei – Aufgabe/Problem klären, Lösungen suchen und Lösungen auswählen – , die sich intern in jeweils drei Teilschritte aufgliedern, mit denen die konkrete Problem- bzw. Aufgabenbearbeitung durchgeführt wird. Dabei wird davon ausgegangen, dass es in den ersten beiden Hauptschritten (Aufgabe klären, Lösungen suchen) zu einer „Zunahme der Informationen zur Erzeugung einer Lösungsvielfalt“

kommt, die im letzten Schritt (Lösungen auswählen) dann auf die relevanten Lösungen eingeschränkt wird.

Das vorliegende Konzept (s. ab Kapitel 4) baut auf einer Kombination von Einzelementen der genannten Vorgehensmodelle auf, besteht aber zum einen aus mehr Schritten als die genannten und geht inhaltlich an einigen Stellen einen eigenen Weg.

3.2.3 Bewertung

Betrachtet man den in Kapitel 3.1 aufgestellten Kriterienkatalog, so ergibt sich für die Problemlösungsmethoden bezogen auf das Kriterium „Problemlösung“ ein klares Bild. Die Methoden nach VDI 2221 bieten hier einen generischen Ansatz, wenn auch mit teilweise etwas variierenden Schwerpunkten. Während Ehrlenspiel auf das integrierende Element seiner Methode setzt und eine „gemeinsame, bereichsübergreifende Methodik-Grundstruktur“ /EHL03/ vorschlägt, welche ein Ablaufschema vorgibt, das durch Lindemann weiter detailliert und ausgestaltet wird („Münchner Vorgehensmodell (MWM)“ /LIND07/), so liegt bei Pahl und Beitz /PAHL03/ der Schwerpunkt auf der Vorstellung und Bewertung der einzelnen Problemlösungsmethoden, die im Rahmen der Produktentwicklung Anwendung finden können. Ehrlenspiel und Lindemann liefern somit eher das „Wie“, während Pahl und Beitz das „Womit“ aufzeigen. Beide Elemente, sowohl „Wie“ als auch „Womit“ werden zur Erfüllung der Konzeptanforderungen und -grundthesen benötigt, daher werden auch beide Elemente Eingang in das neue Konzept finden.

So klar, wie sich das Bild für das Kriterium „Problemlösung“ präsentiert, ist es auch, wenn man das Kriterium „Parametrisierung“ betrachtet. Die untersuchten Problemlösungsmethoden haben an dieser Stelle sehr wenig zu bieten. Dies ist nicht weiter verwunderlich, da die Parametrisierung nicht im Zentrum der Überlegungen dieser Methoden steht; es geht hier mehr darum, dem Anwender Methodenkompetenz zu vermitteln (s.o.).

In Bezug auf das Kriterium „Umgang mit Wissen“ ist das Bild nicht so eindeutig. Sowohl bei Ehrlenspiel als auch bei Pahl und Beitz wird die Notwendigkeit erkannt, einmal generiertes Wissen in welcher Form auch immer zu erhalten und im Bedarfsfalle wieder verwendbar zu machen. Bei Pahl und Beitz geht es dabei eher um die Erhaltung und Weitergabe von Konstruktionswissen, während Ehrlenspiel einen Wissensmanagementprozess aufzeigt, der sich in die Elemente „Wissen beschaffen“, „Wissen sammeln, ordnen und speichern“ sowie „Wissen übertragen“ gliedert. Dieses Modell kann als Basis für das vorliegende Konzept dienen, allerdings um die theoretische Basis von Pahl und Beitz in Bezug auf die Struktur eines wissensbasierten Systems erweitert, die Ehrlenspiel so nicht bietet.

Das letzte Kriterium, auf das die Methoden hin untersucht werden, lautet „Praxisnähe“. Hier ist in Bezug auf die Problemlösungsmethoden festzustellen, dass die VDI-Richtlinie zwar aus der Praxis

heraus entstanden ist, jedoch einen sehr hohen Abstraktionsgrad aufweist. Diesen Umstand haben Ehrlenspiel sowie Pahl und Beitz genutzt, um, mit verschiedenen Schwerpunkten (s.o.), die Komponente „Praxisnähe“ einzubringen. In beiden Werken sind daher zahlreiche Beispiele hinterlegt, wie man VDI 2221 konkret anwenden kann. Der Nachweis der praktischen und vor allem auch pragmatischen Anwendbarkeit der beiden genannten Problemlösungsmethoden ist damit geführt; indirekt gilt dies natürlich auch für die VDI-Richtlinie 2221, deren Praxistauglichkeit somit letztlich auch nachgewiesen wurde.

3.3 Szenariotechnik und Parametrisierung

Eine Grundannahme der vorliegenden Arbeit lautet, dass sich ein PDM-Gesamtproblem auf das nicht optimale Zusammenspiel relevanter Einflussfaktoren zurückführen lässt (s.a. Kapitel 2.5). Um diese Einflussfaktoren in einem abgeschlossenen Umfeld zu betrachten, wird aus einem PDM-Problem ein Geschäftsfall abgeleitet. Elemente wie dieser Geschäftsfall oder auch die Einflussfaktoren finden sich ähnlicher Form in der Szenariotechnik nach Gausemeier wieder /GAUS97/. Daher wird diese Theorie als Nächstes eingehender betrachtet.

3.3.1 Methodenbeschreibung

Nach Gausemeier ist ein Szenario „... die Beschreibung einer komplexen, zukünftigen Situation, deren Eintreten nicht mit Sicherheit vorhergesagt werden kann, sowie die Darstellung einer Entwicklung, die aus der Gegenwart zu dieser Situation führen könnte“ /GAUS97/. In einem Szenario gibt u.a. ein Szenariofeld, in dem beschrieben wird, „... was durch die erstellten Szenarien erklärt werden soll“ /GAUS97/, ein konkretes Gestaltungsfeld, das beinhaltet, „... was durch das Szenario-Projekt gestaltet werden soll“ sowie Einflussfaktoren, „... mit denen sich Status und die Einflussmöglichkeiten der einzelnen Einflussbereiche weitestgehend beschreiben lassen“ /GAUS97/.

Der Fokus bei Szenariotechnik liegt in der Unterstützung des strategischen Managements durch die Bereitstellung eines Konzepts, das es erlaubt, mögliche zukünftige Entwicklungen zu erkennen und in konsistenten Szenarien zusammenzufassen. Dabei wird in drei Schritten vorgegangen: zunächst wird das Umfeld analysiert („Szenariofeld-Analyse“), d.h. es werden „... aus der Vernetzung der Größen in Unternehmen und Umfeld (...) die relevanten Einflussgrößen ermittelt...“. Anschließend erfolgt die „Szenario-Prognostik“, in der „... für diese (die Einflussgrößen, d.V.) (...) mehrere Entwicklungsmöglichkeiten erarbeitet...“ werden. Zum Abschluss werden diese Möglichkeiten „... zu konsistenten Szenarien zusammengefasst“ („Szenario-Bildung“). Die konkreten Anknüpfungspunkte im Rahmen der vorliegenden Arbeit an die Szenariotechnik sind die Erstellung eines PDM-Geschäftsfalls (s. Kapitel 4.1.2) sowie die Identifikation der Einflussfaktoren (s. Kapitel 4.1.3), die bei Gausemeier in den Phasen 1 (Szenario-Vorbereitung), 2 (Szenariofeld-Analyse) und 3.1 (Auf-

bereitung der Schlüsselfaktoren) dargestellt werden. Es werden dabei u.a. Methoden aufgezeigt, wie man die Einflussfaktoren ermittelt, sie wertneutral beschreibt („Aufbereitung“), auf verschiedene Einflussbereiche verteilt und zueinander über eine Einflussmatrix in Beziehung setzen kann.

3.3.2 Bewertung

Analog zu den Problemlösungsmethoden (s. Kapitel 3.2) wird auch die Szenariotechnik anhand des Kriterienkatalogs aus Kapitel 3.1 bewertet; das erste Kriterium lautet hierbei „Problemlösung“. In gewisser Weise bietet auch die Szenariotechnik eine Lösungsmethode an, allerdings für ein Problem bzw. eine Aufgabe, die sich im Kontext der vorliegenden Arbeit nicht stellt. Das primäre Ziel seiner Methode sieht Gausemeier darin, mit Hilfe von Szenarien mehrere Möglichkeiten einer zukünftigen Entwicklung eines betrachteten Systems (z.B. eines Unternehmens) aufzuzeigen. Die Problemlösungskompetenz der Methode im Engineeringkontext ist daher eher gering.

Konträr dazu ist die Kompetenz die Szenariotechnik in Bezug auf die Parametrisierung als sehr hoch einzustufen. Die Ermittlung und Vernetzung von Einflussfaktoren auf ein wie auch immer geartetes System stellt einen Kernpunkt der betrachteten Methode dar.

Dagegen gibt es zum Thema „Umgang mit Wissen“ keine expliziten Anknüpfungspunkte. Es erfolgt allerdings des Öfteren der Hinweis, dass Szenarien so aufzubauen sind, dass sie in vergleichbaren Situationen wiederverwendet werden können. Ein theoretischer Ansatz, wie man mit dem Thema Wissensmanagement umgehen kann, ist im Rahmen der Szenariotechnik jedoch nicht vorgesehen (und ist auch nicht Ziel dieser Methode).

Die Szenariotechnik ist in ihren Ursprüngen nicht ganz neu und hat sich seit ihrer ersten eingehenden Beschreibung vor ca. zehn Jahren durch Gausemeier /GAUS97/ als eine Methode zur strategischen (Unternehmens-) Planung etabliert; dies belegen zahlreiche Veröffentlichungen zu diesem Thema (z.B. /GAUS98; GAUS01; GEOR02; SPEC04/ u.a.) in denen oftmals auch und gerade anhand von Praxisbeispielen die Vorzüge der Methode aufgezeigt werden. Zudem ist die Methode sehr gut versteh- und auch gut erlernbar, weshalb man feststellen kann, dass der Aspekt der „Praxisnähe“ sehr gut erfüllt wird.

3.4 Lessons Learned und Knowledge Bases

Ein Großunternehmen ist sehr stark arbeitsteilig geprägt. Alle Abläufe sind zerlegt in Subprozesse, viele Aufgaben werden heute in der Regel in Projekten erledigt. Durch diese Arbeitsteilung gibt es in sehr vielen Bereichen Spezialisten, deren Wissen sehr tief, aber nicht sehr breit angelegt ist. Diese Tatsache prägt auch das Arbeiten bei einem Automobilhersteller. Es gibt für praktisch jede Aufgabe Regelungen, mit denen klar abgegrenzt wird, wer wofür zuständig ist; das Stichwort lautet

hier „AKV“ (Aufgabe, Kompetenz, Verantwortung). Das hat zur Folge, dass übergreifende Aufgaben wie z.B. die Lösung eines PDM-Problems, nicht von einer einzelnen Person gelöst werden kann – und auch gar nicht gelöst werden darf – ohne die Einbindung aller betroffenen Bereiche und Spezialisten. Dieses Spezialistentum hat den Vorteil, dass sich nicht jeder Betroffene in der Tiefe in alle Aufgaben einarbeiten muss, birgt aber den entscheidenden Nachteil, dass bestimmtes Wissen an bestimmten Personen „hängt“, das Wissen ist gleichsam „personifiziert“. Diesen Umstand untermauert eine Definition von Wissen, nach der es sich hierbei um „Information in Verbindung mit persönlicher Erfahrung“ handelt /LIND07/.

Dazu kommt, dass sich das Wissen in den letzten Jahrzehnten rasant ausgeweitet hat; es wird von einer regelrechten „Wissensexplosion“ gesprochen /EHRL03/, wobei aber letztlich nicht klar ist, ob sich nur die Zahl der Publikationen erhöht (Quantität), oder ob sich auch der Inhalt vermehrt (Qualität). Was man allerdings als gesichert annehmen kann, ist – und das zeigt auch die Praxis –, dass das Wissen immer schneller veraltet; hier ist von der sog. „Halbwertszeit des Wissens“ die Rede. Wie groß diese Zeitspanne ausfällt, kann nicht mit letzter Gewissheit formuliert werden, in bestimmten Bereichen der Industrie wie z.B. den IT- und Prozessabteilungen in der Automobilindustrie dürfte sie aber beträchtlich unter den allgemein propagierten 6 bis 7 Jahren liegen.

3.4.1 Methodenbeschreibung

Den daraus erwachsenden wissenschaftlichen Klärungsbedarf hat man vor einigen Jahren in Forschung und Industrie erkannt (/EHRL03; KIMM02; PROB03/) und hat die „Knowledge-Management-Methode“ /WENZ06/ aus der Taufe gehoben. Die Grundidee dieser Methode besteht darin, dass alle relevanten Informationen – Entwicklungspläne und -daten /TOEN99/, Richtlinien, Prozessbeschreibungen etc. – digital an einer zentralen Stelle abgelegt und den Beteiligten unter Nutzung eines Zugriffskonzepts zur Verfügung gestellt werden sollten. Dabei ist darauf zu achten, dass einerseits die aktuellsten Daten schnell und einfach abgerufen werden können, andererseits aber auch ältere Daten in einem Archiv für Recherchen zur Verfügung stehen. Nach dieser Definition ist z.B. auch ein PDM-System ein Knowledge Management (KM)-System.

In der großindustriellen Praxis sind diese KM-Systeme mittlerweile Standard und haben einen hohen Reifegrad erreicht. Es handelt sich dabei zumeist um intranetbasierte Datenbanken, die über die Vergabe von Schreib- und Leserechte jedem Beteiligten die Möglichkeit bieten, Informationen strukturiert und recherchierbar abzulegen bzw. nachzufragen. Es werden darüber hinaus Index- und Suchfunktionalitäten angeboten, die das gezielte Auffinden der gewünschten Information erleichtern. Als Dateiformat für die Dokumentenablage hat sich das pdf-Format durchgesetzt, da es einerseits die Volltextsuche unterstützt, andererseits aber die (unabsichtliche) Veränderung der

Dokumente durch Unbefugte weitgehend verhindert. Um Informationsredundanzen zu unterbinden, muss organisatorisch eine zentrale Stelle geschaffen werden, die den Inhalt der KB verwaltet.

Die Nutzung der Knowledge Base als Rechercheinstrument hat sich in den Augen der Anwender bewährt; in der Regel erhält man sehr schnell das gesuchte Dokument. Was sich aber in der Praxis als gravierendes Problem erwiesen hat, ist die Bereitstellung des Wissens. Das Abfassen eines Beitrages für die KB wird durch die Betroffenen vielfach als lästige, nicht wertschöpfende „Zusatzarbeit“ empfunden, die es nach Möglichkeit zu vermeiden gilt. Werden doch Beiträge abgegeben, so enthalten diese vielfach nur Informationsfragmente oder sind nicht so aufbereitet, dass sie auch für den noch nicht so informierten Leser leicht verständlich wären. Auch die Aktualität ist nicht immer gegeben; viele KB-Artikel sind veraltet, weil sich z.B. im entsprechenden Bereich die Verantwortlichkeit für ein Fachgebiet geändert hat oder auch im Rahmen einer Neuorganisation die Neuverteilung der Zuständigkeit für die KB-Artikel übersehen wurde. Die Trennung von Projekt- und Linienarbeit, die es in vielen Großunternehmen gibt, ist ein zusätzlicher Hemmschuh für die KB-Methode. Viele Informationen und Erfahrungen, die im Rahmen eines Projekts generiert werden, finden keinen Eingang in die KB, weil es keinen linienübergreifenden Verantwortlichen für die Überführung von Projektwissen in die KB gibt.

Man ist daher dazu übergegangen, Wissen projektbasiert zu sammeln und weiterzugeben. Das Stichwort dazu lautet „Lessons learned“. Hierbei werden bereits abgeschlossene Abläufe und Tätigkeiten analysiert, um herauszufinden, wo es innerhalb des untersuchten Projekts einerseits Probleme gab und welche Lösungen dafür gefunden wurden, und wo andererseits positive Erfahrungen mit (neuen) Systemen, Methoden und Prozessen gab. Werden solche positiven Erfahrungen in einen (System-, Methoden- oder Prozess-) Standard überführt, so spricht man auch von „best practice“.

Die Lessons learned-Methode wird in der Regel zu Projektmeilensteinen nach Abschluss einer Entwicklungsphase und in jedem Fall bei Beendigung eines Projekts in Form eines Expertenworkshops angewandt. Die Ergebnisse werden zusammengefasst, an die Projektleitung und das Management übergeben und auf diese Weise auch einem Nachfolgeprojekt zur Verfügung gestellt. Mehr und mehr kann man auch beobachten, dass die KB- und Lessons learned-Methode zusammenwachsen, d.h. alle aus Lessons learned-Veranstaltungen gewonnenen Erkenntnisse werden nicht nur an die Hierarchie, sondern auch an die KB-Bereiche übergeben, so dass allen Entwicklern alle Projektergebnisse zur Verfügung stehen.

Die oben gezeigten Erfahrungen hatten auch Auswirkungen auf das vorliegende Konzept, das in erster Linie zur Verwendung in den Unternehmen der Automobilindustrie vorgesehen ist. Um deren Anforderungen und Randbedingungen Rechnung zu tragen, wurde bei der Entwicklung der im Konzept eingebetteten Methoden darauf geachtet, dass einerseits der KB-Gedanke durch die Ein-

richtung einer Datenbasis (s. Kapitel 4) unterstützt wird und andererseits die Ideen und Erfahrungen aus Lessons learned-Workshops mit eingebracht werden können.

3.4.2 Bewertung

Knowledge Management stellt, wie auch die Szenariotechnik (s. Kapitel 3.3) die Lösung eines konkreten Problems – in diesem Falls der bisher mangelnden Bereitstellung und Speicherung von Wissen – dar, bietet aber keinen generischen Ansatz zur Lösung von Problemen im Allgemeinen und PDM-Problemen im Speziellen. Die Erfüllung des Kriteriums „Problemlösung“ ist daher nicht gegeben.

Gleiches gilt für das Kriterium „Parametrisierung“. Hier sind in der KB-Theorie keine Ansätze vorhanden; wenn überhaupt, dann ergeben sich Anknüpfungspunkte nur dahingehend, dass auch Wissensbausteine miteinander vernetzt werden müssen, um eine Knowledge Base funktionsfähig zu gestalten. Eine eigenständige Theorie hierzu existiert im Rahmen der KB-Methode jedoch nicht.

Am größten ist die Methodenkompetenz des Knowledge Managements naturgemäß beim Kriterium „Umgang mit Wissen“. Hier wird eine Vielzahl an Methoden und generischen Ansätzen geboten, die für praktisch jeden Aspekt eine Lösung bereitstellt. Diese Methodenfülle ist bereits etwas problematisch, weil es sehr schwierig ist, sich für einen passenden Ansatz zu entscheiden, zumal das KM-Gebiet im Vergleich zu den anderen untersuchten Methodenbereichen noch sehr „jung“ ist und sich noch nicht eindeutig bestimmen lässt, welcher der vielen Ansätze sich durchsetzen wird.

Die Praxisnähe der KM-Methode ist allerdings schon nachgewiesen; in vielen Unternehmen gibt es bereits Wissensdatenbanken, die nicht nur Wissen verwalten, sondern den Nutzer auch aktiv bei der Anwendung und Weitergabe von Wissen unterstützen /PROB03/ (s.a. Kapitel 3.4.1).

3.5 Zusammenfassung

In den vorangegangenen Abschnitten wurden Methoden vorgestellt, die für das vorliegende Konzept aufgrund der in Kapitel 2.5 gezeigten Grundthesen Relevanz besitzen. Es wurde gezeigt, dass die untersuchten Methoden zwar in Teilaspekten durchaus die aufgestellten Anforderungen zur Lösung von PDM-Problemen erfüllen können, keine der Methoden jedoch einen ganzheitlichen Ansatz bietet. Um diese Einschätzung zu belegen, wurden vier Kriterien definiert, anhand derer die Methoden bewertet wurden. (s. Tabelle 1, nächste Seite).

Dabei bedeuten die Symbole in Tabelle 1:

- ⬆️ : Kriterium sehr gut erfüllt
- ➡️ : Kriterium mittel erfüllt, kaum oder wenige Ansätze vorhanden
- ⬇️ : Kriterium nicht erfüllt, keine Ansätze vorhanden

Bewertung der untersuchten Methoden					
Methode	VDI 2221	Ehrlenspiel	Pahl und Beitz	Szenariotechnik	KB-Theorie
Kriterium					
Problemlösung	⬆️ (generischer Ansatz)	⬆️ (Fokus: Einzelmethodenkompetenz; das „Wie“)	⬆️ (Fokus: Vorgehensweise; das „Womit“)	➡️ (nicht im Fokus)	➡️ (nicht im Fokus)
Parametrisierung	⬇️ (nicht im Methodenfokus)	⬇️ (nicht im Methodenfokus)	⬇️ (nicht im Methodenfokus)	⬆️ (generischer Ansatz)	⬇️ (nicht im Methodenfokus)
Umgang mit Wissen	⬇️ (nicht im Methodenfokus)	➡️ (Prozessmodellvorschlag zum Wissensmanagement)	➡️ (Strukturvorschlag für ein wissensbas. System)	⬇️ (nicht im Methodenfokus)	⬆️ (generischer Ansatz)
Praxisnähe	➡️ (Eher theoretisch/ abstrakt)	⬆️ (Bereits in der Praxisanwendung)	⬆️ (Bereits in der Praxisanwendung)	⬆️ (Bereits in der Praxisanwendung)	⬆️ (Bereits in der Praxisanwendung)

Tabelle 1: Bewertung der untersuchten Methoden

Zusammenfassend kann man Folgendes feststellen:

- Keine der untersuchten Methoden ist für sich genommen in der Lage, die in Kapitel 2.6 gestellten Anforderungen zu erfüllen und/oder eine oder mehrere Lösungen für die in Kapitel 2.5 anhand der Grundthesen geschilderten PDM-Problematik anzubieten.
- Jede der untersuchten Methoden bietet jedoch Elemente, die sich gut ineinander integrieren lassen, um einen neuen, ganzheitlichen Lösungsansatz für die PDM-Problematik zu liefern. Es sind dies im Einzelnen:
 - die Problemlösungstechniken auf Basis VDI 2221 mit ihren spezifischen Vorzügen (s. Kapitel 3.2),
 - die Parametrisierungstheorie aus der Szenariotechnikmethode (s. Kapitel 3.3) und
 - die KM-Theorie, speziell der Teil, der sich mit der EDV-Unterstützung befasst.
- Alle untersuchten Methoden haben sich, in unterschiedlicher Tiefe, in der Praxis gut bis sehr gut bewährt und bieten daher eine gute Ausgangsbasis für die Entwicklung einer neuen, ganzheitlichen PDM-Problemlösungsmethode.

Mit dieser Zusammenfassung liegen nun alle Elemente vor, um in den folgenden Abschnitten die neue Methodik zur Optimierung des PDM-Einsatzes in der Automobilindustrie beschreiben zu können.

4 Methodik zur Lösung von PDM-Problemen in der Automobilindustrie

In den vorangegangenen Abschnitten wurde aufgezeigt, mit welchen PDM-Problemen sich die Automobilindustrie heute konfrontiert sieht (s. Kapitel 2). Zur Lösung dieser Probleme hat sich jedoch bis heute kein konsistenter Ansatz durchgesetzt (s. Kapitel 3). Diesem Umstand soll mit dem vorliegenden Konzept entgegengetreten werden. Dabei bilden die in Kapitel 2.5 formulierten Grundthesen das Fundament. Aus diesen Thesen werden im folgenden Kapitel 4.1 konkrete Schritte abgeleitet und beschrieben. Im Anschluss daran wird auf das wissensbasierte Element des vorliegenden Konzepts eingegangen (Kapitel 4.2); danach erfolgen in Abschnitt 4.3 ein Zwischenfazit und eine Zusammenfassung der Methodik.

4.1 Aufbau der Methodik

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein Konzept zur Optimierung des PDM-Einsatzes in der Automobilindustrie aufzuzeigen. Dieses setzt sich aus der „Methodik zur Lösung von PDM-Problemen in der Automobilindustrie“ (aktuelles Kapitel) und der „Methodik zur Optimierung des PDM-Einsatzes in der Automobilindustrie“ (s. Kapitel 5) zusammen. Für die erstgenannte Methodik wurde ein Vorgehensmodell entwickelt, das sich aus sieben Schritten zusammensetzt, für die letztgenannte eines mit fünf Schritten. Die Definition als Methodik ergibt sich, da hier die Transformation eines Ausgangszustandes in einen Ergebniszustand durch planmäßiges, regelbasiertes Handeln erfolgt /LIND07/. Zudem ist das vorgeschlagene Vorgehensmodell gekennzeichnet durch einen Input, einen Prozessablauf (zugeordnete Bearbeitungsschritte) und einen Output (Ergebnis).

In Abbildung 9 ist das konkrete Vorgehensmodell dargestellt. Dabei ist jeder der Schritte in sich gleich aufgebaut, wie in Abbildung 8 verdeutlicht wird:

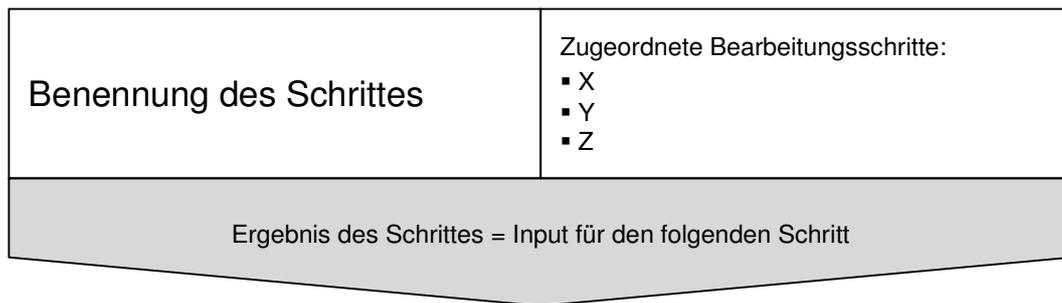


Abbildung 8: Inhalt eines Einzelschrittes des Konzepts zur Optimierung des PDM-Einsatzes

Im linken Feld ist die Benennung des jeweiligen Schrittes zu finden, im rechten Feld sind die zugeordneten Bearbeitungsschritte eingetragen. Das Ergebnis des Schrittes, das zugleich den Input für den folgenden Schritt darstellt, ist im unteren, schattierten Feld vermerkt.

Jeder Schritt beinhaltet weitere Informationen, die zur Bearbeitung des ganzen Schritts relevant sind. Diese werden in einer Tabelle aufgelistet (s. Tabelle 2).

Benennung des Schrittes				
Bearbeitungsschritt	Ergebnis	Methoden/ Hilfsmittel	Aufwand	Bemerkung
1	Gering	...
2	Mittel	...
3	Hoch	...

Tabelle 2: Zusatzinformationen zu den Einzelschritten des Konzepts

Zu jedem Schritt ist anzugeben, welches Ergebnis erwartet wird. Dies ist erforderlich, um sicherzustellen, dass die Methodik zielgerichtet angewendet wird und bereits vor der Anwendung der beinhalteten Methoden festgelegt wird, welches Zwischenziel erreicht werden soll. Zudem ist es sinnvoll, bereits vor der Anwendung bestimmte Methoden und Hilfsmittel vorzusehen, um den Kapazitätsbedarf zur Anwendung der Methoden abschätzen zu können. Wird z.B. für einen Bearbeitungsschritt ein Experteninterview vorgesehen, so müssen die Experten im Vorfeld informiert werden und Termine vereinbart werden. Um hier Verzögerungen zu vermeiden, sollte die Spalte „Methoden/Hilfsmittel“ daher sehr sorgfältig befüllt werden. Ebenso wichtig ist es, den Gesamtaufwand des Bearbeitungsschrittes abzuschätzen. Auf diese Weise kann der Einsatz von Ressourcen effizienter geplant werden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden die Aufwandsstufen „gering“, „mittel“ und „hoch“ verwendet. „Geringer Aufwand“ bedeutet, dass der Bearbeitungsschritt ca. 1 Arbeitskraft (AK) für den vordefinierten Zeitraum benötigt. Sind also für einen Bearbeitungsschritt wie die „Analyse des PDM-Umfelds“ 2 Personen erforderlich, die für diese Aufgabe jeweils eine Woche benötigen, so beträgt der Aufwand für diese Aufgabe 2 Personenwochen, d.h. 2 AK/Woche. „Mittlerer Aufwand“ bedeutet den Einsatz von 2-5 AK pro Zeiteinheit, „großer Aufwand“

beinhaltet alles, was über 5 AK pro Zeiteinheit hinausgeht. Ein „großer Aufwand“ im Sinne dieser Definition bedeutet, dass für die Bearbeitung der entsprechenden Aufgabe ein eigenes Projekt angesetzt werden sollte.

Auf die starke Arbeitsteiligkeit der Autoindustrie, für welche das vorliegende Konzept primär gedacht ist, wurde bereits mehrfach hingewiesen. Durch ihren ganzheitlichen Ansatz geht die Anwendung der vorliegenden Methodik jedoch, das hat die Praxis gezeigt, immer über Abteilungsgrenzen hinweg, weshalb es sich anbietet, die Methodik generell im Rahmen eines Projekts anzuwenden und alle Schritte von einer Stelle aus zentral zu steuern. Die Informationsstränge aus den einzelnen Schritten laufen bei einem Projektleiter zusammen; dieser ist auch für die korrekte Anwendung der Methodik sowie die Organisation nötiger Ressourcen und Sitzungen bzw. Workshops verantwortlich. Es hat sich in der Praxis gezeigt, dass das Treiben einer Aufgabe immer an der Stelle verankert werden sollte, an welcher der größte operative Druck zur Lösung eines Problems herrscht. Der Projektleiter, der die Methodenanwendung verantwortet, sollte daher dem Bereich entstammen, der an der Lösung des vorliegenden Problems das größte Interesse hat.

In Kapitel 3.4 wurde gezeigt, wie wichtig die Einrichtung einer Knowledge Base ist, um einmal gefundene Ergebnisse auch in späteren Phasen eines Projekts immer wieder verwenden oder auch um bereits früher erarbeitete Lösungen nachvollziehen zu können. Eine solche Knowledge Base ist heute üblicherweise rechnerbasiert; es handelt sich dabei z.B. um eine Datenbank, ein eigenes Verzeichnis innerhalb eines Netzwerks, auf das exklusiv nur die Projektbeteiligten Zugriff haben oder auch um eine mailserverbasierte „Workbox“, ebenfalls mit Exklusivzugriff. Die Führung und Pflege der Knowledge Base ist ebenfalls eine Aufgabe des Projektleiters, weil dadurch die Sammlung und Haltung aller relevanten Informationen an einer Stelle gewährleistet wird.

Die Vorgehensweise bei der Anwendung der Methodik gliedert sich, analog zu Abbildung 9, in sieben Schritte. Dabei ist zu beachten, dass die Schritte in der gezeigten Reihenfolge bearbeitet werden müssen, um die gewünschten Resultate zu erzielen. Das Weglassen von Schritten ist nicht möglich, da jeder Schritt jeweils den Input des vorgegangenen Schrittes benötigt. Nach jedem Schritt besteht die Möglichkeit zur Iteration, d.h. man kann einen oder mehrere Schritte zurückgehen, um zunächst übersehene Aspekte bei der Anwendung der Methodik noch mit zu berücksichtigen. Wird mehr als ein Schritt zurückgesprungen, so müssen die darauf folgenden Schritte jedoch erneut durchlaufen werden, da wie oben erwähnt ein Schritt auf den anderen aufbaut (Abbildung 9).

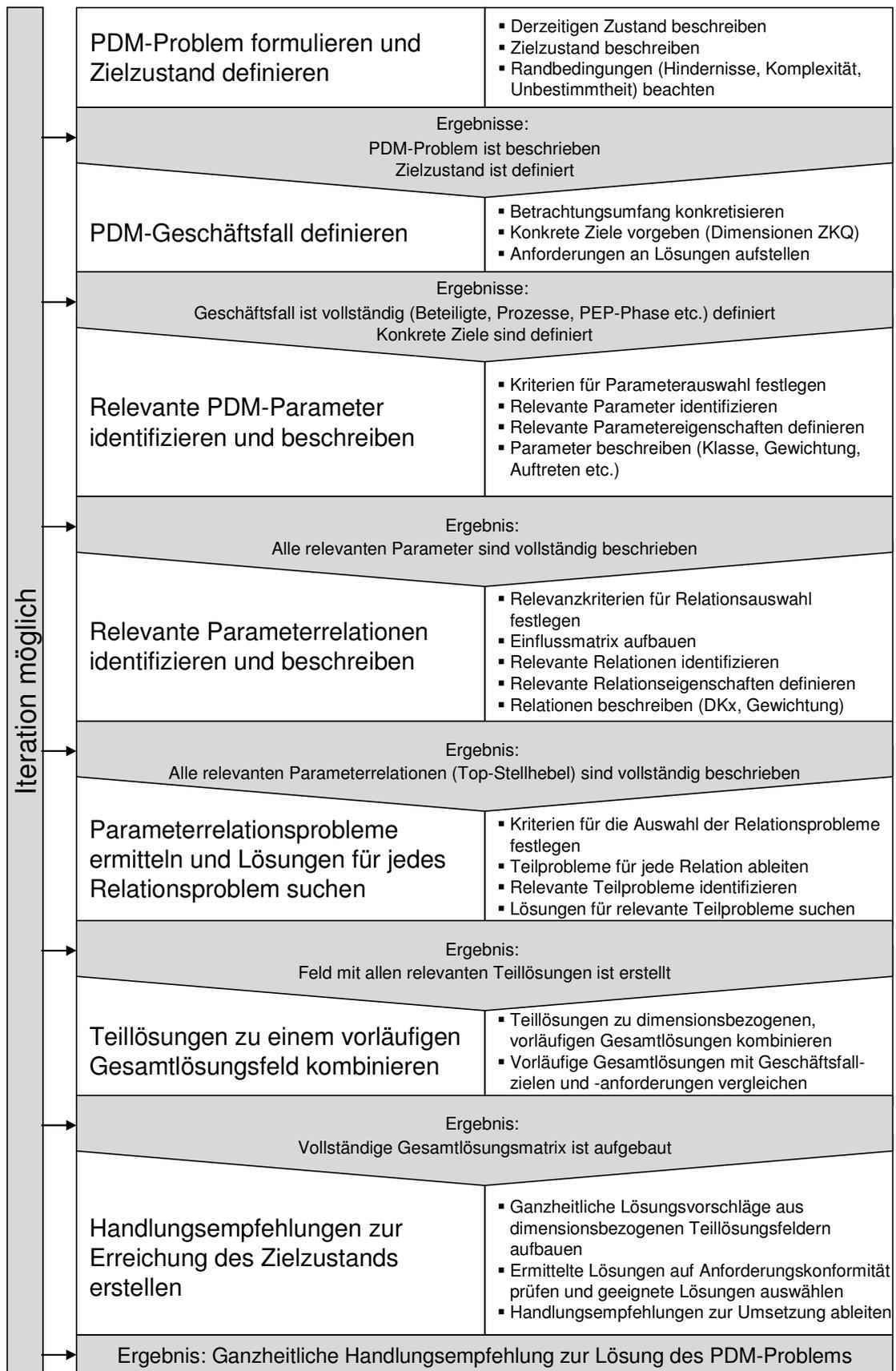


Abbildung 9: Methodik zur Lösung von PDM-Problemen in der Automobilindustrie (Überblick)

4.1.1 Schritt 1: PDM-Problem formulieren und Zielzustand definieren

In Kapitel 3.2 wurde gezeigt, dass aufgrund einer „unbefriedigenden Ausgangssituation“ /PAHL03/ der „gewünschten Zielzustand“ nicht erreicht werden kann, da der Weg dorthin durch „Hindernisse“, „Komplexität“ und „Unbestimmtheit“ gekennzeichnet ist. Im Zusammenhang mit dem Begriff PDM (Definition siehe Kapitel 2.1.1) stellt ein PDM-Problem somit eine aktuell vorhandene, nicht optimale PDM-Ausgangssituation dar, die in einen künftigen, optimierten Zielzustand transformiert werden soll. Zur Durchführung von Schritt 1 der Methodik wurden drei Bearbeitungs- bzw. Teilschritte definiert (s. Abbildung 10).

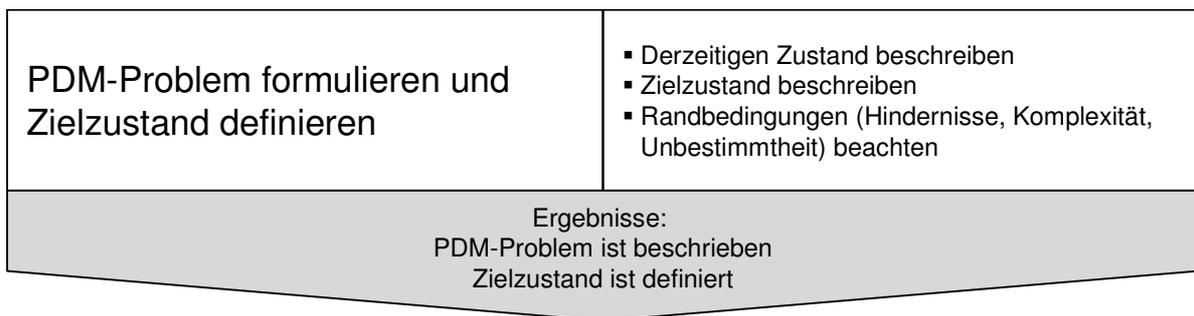


Abbildung 10: PDM-Problem formulieren und Zielzustand definieren

Eine Übersicht über die auszuführenden Teilschritte bietet Tabelle 3. Diese wird im Folgenden erläutert.

PDM-Problem formulieren und Zielzustand definieren				
Bearbeitungs-schritt	Ergebnis	Methoden / Hilfs-mittel	Auf-wand	Bemerkung
Derzeitigen Zu-stand beschrei-ben	Vollständige Ana-lyse des PDM-Problems	<ul style="list-style-type: none"> • Analysemethoden • Workshop • Experteninterview 	mittel	Derzeitiger Zustand = „PDM-Problem“
Zielzustand be-schreiben	Vollständig be-schriebener Ziel-zustand	<ul style="list-style-type: none"> • Experteninterview • (Check-) Liste 	gering	Monitoring für Zielzu-stand aufsetzen
Randbedingun-gen beachten	Aufstellung aller erkannten Hin-dernisse	<ul style="list-style-type: none"> • Experteninterview • (Check-) Liste 	mittel	Monitoring für Risiken aufsetzen

Tabelle 3: PDM-Problem formulieren und Zielzustand definieren

Die Beschreibung des Ist-Zustandes (erster Teilschritt) besteht in sich aus drei Bausteinen: der eigentlichen Formulierung des PDM-Problems, der Identifikation der Beteiligten und der Identifika-

tion der relevanten Prozesse. Bei der Formulierung des PDM-Problems geht es darum, den aktuellen Zustand in möglichst präzise Worte zu fassen, ohne zu sehr ins Detail zu gehen. Es ist bei der Beschreibung außerdem darauf zu achten, dass nur relevante Aspekte des aktuellen Zustands betrachtet werden. So stellen allgemeine Budgetrestriktionen auch für eine PDM-Abteilung sicher ein Problem dar, ein PDM-Problem im Sinne der vorliegenden Arbeit wird daraus nicht. Eine zulässige Problemformulierung könnte z.B. lauten: „Die heute benötigte Zeitspanne bis zur Freigabe eines Bauteils in allen (PDM-) Systemen ist zu groß.“ Darin sind alle für diesen Schritt relevanten Informationen enthalten; die „unbefriedigende Ausgangssituation“ ist ausreichend formuliert.

Als nächstes müssen daraus alle relevanten Beteiligten abgeleitet werden. Gerade in hochgradig arbeitsteilig organisierten Unternehmen ist der Einfluss des Einzelnen auf einen Gesamtprozess sehr schwierig; daher sollten alle, die bei der Lösung des formulierten Problems in irgendeiner Weise mithelfen können, mit eingebunden werden. In welcher Tiefe diese Einbindung erfolgt, zeigt sich erst in späteren Phasen der Methodenanwendung, wenn ein höherer Detaillierungsgrad gefordert wird. Sollte sich im Nachhinein, also in einer späteren Phase der Methodenanwendung, herausstellen, dass ein relevanter Beteiligter nicht berücksichtigt wurde, so kann dieser auch nachträglich noch integriert werden; dies ist durch die in der Methodik vorgesehene Iterationsmöglichkeit abgedeckt. Im o.g. Beispiel der zu großen Freigabezeitspanne wären die relevanten Beteiligten der Konstruktionsbereich (der die Freigabe von Bauteilen anstößt), der PDM-Bereich (der die Bauteilfreigabe operativ durchführt), die Zeichnungsprüfung (die nach einer positiv abgeschlossenen Formalprüfung der freizugebenden Bauteile die operative Dokumentation der Bauteile anstößt) sowie in manchen Fällen, je nach Aufbau der Unternehmensorganisation, das Änderungsmanagement (welches das Starten der Bauteilfreigabe durch den Konstruktionsbereich genehmigt). Eine weitere Detaillierung ist an dieser Stelle nicht notwendig, diese erfolgt erst im Rahmen der Festlegung des PDM-Geschäftsfalls (s. Kapitel 4.1.2).

Bedingt durch die Arbeitsteilung interagieren alle Beteiligten im betrachteten PDM-Umfeld über Prozesse. Daher gilt der Identifikation der für die Problemlösung relevanten Prozesse ein besonderes Augenmerk. Zunächst genügt es, die Prozesse aufzuzählen und an einer Stelle zentral abzulegen (Knowledge Base); die Vollständigkeit der Aufzählung ist hier am wichtigsten. Im genannten Beispiel ist der Basisprozess der Freigabeprozess; je nach Unternehmensorganisation sind jedoch weitere Prozesse zu berücksichtigen, namentlich alle, die an den Freigabeprozesse wie einen auch immer gearteten Input liefern, z.B. der Zeichnungsprüfungsprozess, der Änderungsmanagementprozess oder der Dokumentationsprozess.

An den gezeigten Beispielen wird klar, dass die Ist-Analyse ein sehr breites Wissen über alle das Produktdatenmanagement betreffende Aspekte erfordert. Bedingt durch die bereits erwähnte Arbeitsteilung in großen Unternehmen ist dieses Wissen dezentral auf viele Personen verteilt. Um die

Konzeptanwendung dennoch effektiv durchführen zu können, ist die Anwendung bestimmter Hilfsmittel zur Durchführung der Ist-Analyse angeraten. Eine Möglichkeit, das Expertenwissen einzuholen, ist die Veranstaltung eines Analyseworkshops, an dem alle betroffenen Bereiche teilnehmen. Im Vorfeld ist dabei zu klären, welche Ergebnisse der Workshop erbringen soll; ggf. kann eine Checkliste mit Fragen geführt werden. Ziel sollte es sein, am Ende einen vollständigen Überblick über alle das formulierte Problem betreffenden Gesichtspunkte zu haben, also eine Übersicht aller Prozesse, aller Beteiligten und deren Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen (AKV) in diesen Prozessen. Ein weiterer Aspekt des Workshops ist die Herstellung eines ersten Kontakts in die betroffenen Bereiche, um deren Akzeptanz gegenüber der Methodik zu steigern und Befürchtungen entgegenzutreten. Sollte das Umfeld des formulierten Problems nicht ganz so umfangreich sein, können anstelle eines Workshops auch Einzelinterviews mit den Experten geführt werden; die Zielsetzung ist in beiden Fällen die gleiche.

Der nötige Aufwand für die Ist-Analyse kann stark variieren. Ist die Problemformulierung sehr weit gefasst und sind somit viele Bereiche und Prozesse betroffen, so können durchaus 2-3 AK pro Zeiteinheit erforderlich werden. Darin enthalten sind sowohl die AK des Methodenanwenders (Projektleiter) als auch die AK der betroffenen Bereiche.

Im nächsten Teilschritt muss der gewünschte Zielzustand formuliert werden. Dieser Schritt besteht aus ähnlichen Bausteinen wie die Beschreibung des Ist-Zustands. Der Zielzustand muss konkret formuliert werden, die Beteiligten und die relevanten Prozesse müssen bekannt sein. Ein Beispiel für die Formulierung des Zielzustands könnte z.B. lauten: „Die Zeitspanne für die Freigabe eines Bauteils muss verkleinert werden, die Qualität der Freigabe darf nicht beeinträchtigt werden.“ Mit diesem Satz ist das Ziel für diese Phase der Methodenanwendung hinreichend beschrieben. Die Zielvorgabe erfolgt durch den Bereich, der die Methodik anwendet; seine stringente und konsequente Verfolgung ist Aufgabe des Projektleiters.

Die Beteiligten und die relevanten Prozesse sind in der Regel die gleichen wie in der Ist-Analyse. Es kann jedoch vorkommen, dass Bereiche, die Anteil am aktuellen Ist-Zustand haben, nicht Teil der Problemlösung sind, da im Rahmen der Methodenanwendung z.B. durch eine Prozessumgestaltung Aufgaben verlagert werden. So könnte im o.g. Beispiel das Änderungsmanagement als Bereich am Zustandekommen des Ist-Zustands sehr wohl beteiligt sein, durch die Eingliederung des Änderungsprozesses in den PDM-Prozess jedoch wäre dieser Bereich nicht bzw. nur implizit Teil der Lösung. Da sich dies jedoch erst im Verlauf der weiteren Schritte zeigt, kommt diesem Vorgang vergleichsweise geringe Bedeutung zu. Der Aufwand für die Zielformulierung ist relativ gering, da die Vorgabe allein durch den anwendenden Bereich erfolgt.

Nachdem der Zielzustand definiert wurde, müssen die Randbedingungen geklärt werden. Diese Randbedingungen stellen im Sinne der Problemdefinition nach Kapitel 3.2.1 die Komponenten

„Komplexität“, „Unbestimmtheit“ und „Hindernisse“ dar. Im PDM-Umfeld bedeutet Komplexität beispielsweise, dass noch eine Vielzahl von Legacysystemen vorhanden ist, die an relevanten Prozessen beteiligt sind, oder dass eine große Zahl an Usern mit verschiedenen Rollen verwaltet werden muss. Unbestimmtheit im Zusammenhang der vorliegenden Methodik wird erzeugt durch unklare Anfangsbedingungen, d.h. es wird nicht ausreichend abgesichert, dass wirklich alle relevanten Beteiligten oder Prozesse eindeutig identifiziert sind, es werden unklare Zielvorgaben gemacht etc. Sowohl die Komplexität als auch das Maß an Unbestimmtheit gilt es zu minimieren. Die Komplexität kann man durch gezielte Vereinfachungen oder durch die Verkleinerung des PDM-Problemumfangs verringern. Stellt sich im gewählten Beispiel also heraus, dass die Komplexität des PDM-Problems „Durchlaufzeit“ zu hoch ist, so kann man sich auf Teilaspekte daraus konzentrieren; die neue Formulierung könnte dann lauten: „Die Durchlaufzeit der freizugebenden Bauteile durch die Zeichnungsprüfung ist zu hoch.“ Die Unbestimmtheit des Problems lässt sich durch eine möglichst vollständige Checkliste zur Vorbereitung des Expertenworkshops verringern. Unterstützt wird die Verringerung von Komplexität und Unbestimmtheit durch die Iterationsmöglichkeit der Methodik, die einen Rücksprung in den ersten Schritt erlaubt. Allerdings ist dabei zu beachten, dass dann alle Schritte zur Methodenanwendung nochmals durchlaufen werden müssen. Neben der Komplexität und der Unbestimmtheit gilt es nach Kapitel 3.2.1 außerdem Hindernisse zu beachten. Diese können das Vorhaben, den aktuellen unerwünschten Ausgangszustand in den gewünschten Zielzustand zu transformieren, verhindern oder zumindest erschweren. Im PDM-Kontext können das z.B. Budgetrestriktionen, nicht genau bekannte Kosten für die Einführung eines neuen Systems oder neuer Prozesse etc. sein. Die unklare Formulierung von Zielen und Anforderungen kann ebenfalls zu solchen Hindernissen führen.

Das Ergebnis dieses letzten Teilschrittes ist eine Aufstellung mit allen möglichen Hindernissen, die in einer schrittinternen Iteration diese sofort berücksichtigt werden können. Der Aufwand für diesen Subschritt ist mittel, da sich je nach Anzahl und Größe der auftretenden Hindernisse 1 bis n Iterationen ergeben können, bis Ist-Analyse und Zielformulierung entsprechend konsolidiert sind.

4.1.2 Schritt 2: PDM-Geschäftsfall definieren

Im vorangegangenen Kapitel wurde mit der allgemeinen Formulierung des PDM-Problems und der Definition eines Zielzustands sowie der Identifikation der relevanten Beteiligten und der ihnen zugeordneten Prozesse ein erster Rahmen für den Aufbau eines PDM-Geschäftsfalls geschaffen. Diesen Rahmen gilt es im nun folgenden Abschnitt zu konkretisieren. Das Ergebnis dieser Konkretisierung ist der „PDM-Geschäftsfall“, der sich von einem „Szenario“ dadurch unterscheidet, dass er die aktuelle und nicht eine künftig mögliche Situation darstellt /GAUS97/. Der vorgeschlagene methodische Ansatz zur Definition eines PDM-Geschäftsfalls sieht drei Bearbeitungsschritte vor (s. Abbildung 11).

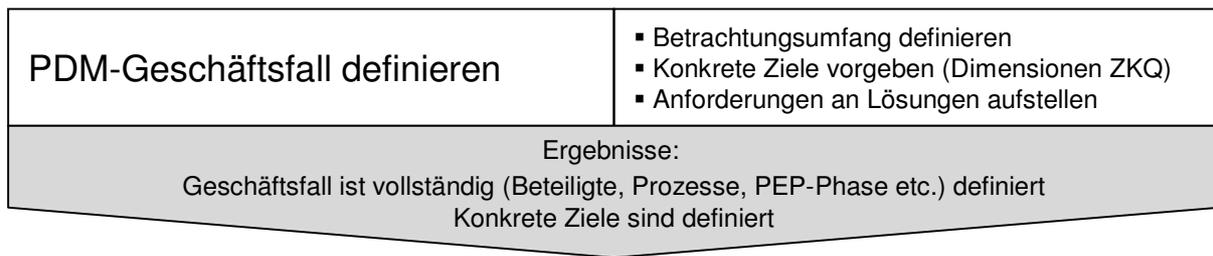


Abbildung 11: PDM-Geschäftsfall definieren

Im ersten Bearbeitungsschritt gilt es, den Betrachtungsumfang zu definieren, d.h. es wird durch den Methodenanwender festgelegt, welche der in Schritt 1 gefundenen Beteiligten und Prozesse zur Bearbeitung des konkreten Geschäftsfalls herangezogen werden und welche nicht. Ebenso muss eine Festlegung erfolgen, welche FPEP-Phase näher betrachtet wird und wie stark die Phasenabhängigkeit des Geschäftsfalls ist. Das Ergebnis dieses Teilschritts ist ein vollständig definierter PDM-Geschäftsfall.

Die Dimensionen Zeit, Kosten und Qualität stellen heute in den meisten Unternehmen die relevanten Steuergrößen dar (s.a. Kapitel 2.4). Daher ist der in Kapitel 4.1.1 vorgegebene Zielzustand in diese Dimensionen zu übersetzen, um im weiteren Verlauf der Methodenanwendung konkrete Handlungsempfehlungen zur Lösung des vorgegebenen PDM-Problems machen zu können.

Die „Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte“ /VDI93/ stellt eine Grundlage der vorliegenden Arbeit dar (s.a. Kapitel 3.2). Sowohl in dieser Richtlinie als auch in ihren Weiterentwicklungen von Pahl und Beitz /PAHL03/ bzw. Ehrlenspiel /EHL03/ kommt dem Aufstellen von Anforderung eine zentrale Bedeutung für die Findung sinnvoller, problemrelevanter Lösungen zu. Aus diesem Grund sollten zum Abschluss von Schritt 2 der vorgeschlagenen Methodik Anforderungen an die künftigen Lösungen definiert werden (s. Tabelle 4).

PDM-Geschäftsfall definieren				
Bearbeitungs- schritt	Ergebnis	Methoden/ Hilfsmittel	Auf- wand	Bemerkung
Betrachtungsum- fang definieren	Prozesszusammenhänge und FPEP- Phasenabhängigkeit ge- klärt, Rahmen des Ge- schäftsfalls abgesteckt	<ul style="list-style-type: none"> • Analyseme- thoden • Workshop • Mindmaps 	mittel	„Welche Prozesse in welchen FPEP- Phasen betrachte ich?“
Konkrete Ziele vorgeben	Zielvorgaben in den Di- mensionen ZKQ aufge- stellt	<ul style="list-style-type: none"> • Management- vorgabe 	gering	

PDM-Geschäftsfall definieren (<i>Fortsetzung</i>)				
Bearbeitungs-schritt	Ergebnis	Methoden/ Hilfsmittel	Auf-wand	Bemerkung
Anforderungen an Lösungen aufstellen	Detaillierte Anforderungsliste	<ul style="list-style-type: none"> Anforderungsmanagementmethoden Workshop 	mittel	Bezogen auf die Teillösungen (Dim. ZKQ)

Tabelle 4: PDM-Geschäftsfall definieren

Zunächst muss also der Betrachtungsumfang konkretisiert werden. Das Ziel dieses Schritts ist es, Klarheit zu schaffen, was im Betrachtungsfokus des Geschäftsfalls liegt und was nicht. Dieser Schritt dient dazu, die Bearbeitbarkeit der Methodik zu erhalten und zu verhindern, dass Zeit auf irrelevante Zusammenhänge verwendet wird.

In arbeitsteilig organisierten Unternehmen – wie im vorliegenden Fall der Automobilindustrie – erfolgt die Bearbeitung von Aufgaben in der Hauptsache über Prozesse. Dabei laufen die Prozesse nicht singulär und getrennt voneinander ab, es bestehen vielmehr vielfältige Wechselwirkungen. Es reicht daher für die Anwendung der vorgeschlagenen Methodik nicht aus, die relevanten Prozesse nur zu identifizieren, viel wichtiger ist es, deren Zusammenhänge zu kennen, um an der einen oder anderen Stelle eine Vereinfachung oder Anpassung des Betrachtungsfokus' vorzunehmen. Die zentrale Fragestellung hierbei lautet: „Welche Prozesse können durch den Methodenanwender direkt beeinflusst werden?“ Diese Prozesse sollten in den Mittelpunkt des Interesses gerückt werden.

Das in Kapitel 4.1.1 erwähnte Beispiel des Freigabeprozesses veranschaulicht dies. Das durch den Methodenanwender, den PDM-Bereich, formulierte PDM-Problem lautete, dass die Zeitspanne zur Freigabe von Bauteilen aktuell zu groß ist. Als relevante Prozesse wurden der Zeichnungs- und Geometrieprüfungsprozess (ZP-Prozess), der Prozess der operativen Freigabe (Freigabeprozess) und der Änderungsmanagementprozess (ÄM-Prozess) identifiziert. Jeder dieser Prozesse ist in sich sehr komplex aufgebaut, mit einer Vielzahl von Beteiligten und entsprechenden Wechselwirkungen innerhalb der Prozesse und auch nach außen. Diese Wechselwirkungen haben Einfluss auf die Problemlösung bzw. die daraus abgeleiteten Handlungsempfehlungen. Um die Übersichtlichkeit und Bearbeitbarkeit der Methodik zu erhalten, muss daher eine Grenze gezogen werden, welche Prozesse betrachtet werden und welche nicht. Diese Grenzziehung wird durch die Kenntnis der Zusammenhänge unterstützt. Im vorliegenden Beispiel ergibt sich aus der Analyse der Prozesszusammenhänge, dass ein Prozess auf den anderen aufbaut: der erfolgreich absolvierte ÄM-

Prozess stößt den ZP-Prozess an und dieser wiederum den Prozess der operativen Freigabe. Durch die Sequenzialität der Prozesse ist die Grenzziehung einfach zu bewerkstelligen: der ZP-Prozess und der Freigabeprozess liegen innerhalb des Betrachtungsfokus', der ÄM-Prozess außerhalb. Der Grund für diese Grenzziehung liegt darin begründet, dass der Methodenanwender, der im vorliegenden Fall aus dem PDM-Bereich stammt, den ZP- und Freigabeprozess sehr gut, den ÄM-Prozess jedoch kaum beeinflussen kann, da dieser sehr stark durch die Konstruktionsbereiche getrieben wird. Über die Identifikation der für den Geschäftsfall relevanten Prozesse kann im Übrigen auch auf die relevanten Beteiligten geschlossen werden (s.a. Kapitel 4.1.1).

Ist der inhaltliche Rahmen um den Geschäftsfall gezogen, so ist nun der zeitliche Rahmen abzustechen. In Kapitel 2.3 wurde gezeigt, dass in frühen Phasen des FPEP die digitale Entwicklung mehr Gewicht besitzt als in späteren, eher hardwarelastigen Phasen. Im vorliegenden Beispiel hat dieser Umstand allerdings keine Bedeutung. Der Freigabeprozess läuft, unabhängig von der Phase der Fahrzeugentwicklung, weitgehend gleich ab, ebenso der ZP-Prozess. Die FPEP-Phasenabhängigkeit ist also gering und kann im Folgenden vernachlässigt werden.

Der Aufwand für diesen ersten Bearbeitungsschritt ist als mittel einzustufen, da die Analyse sehr detailliert durchgeführt werden muss, um sicherzustellen, dass alle relevanten Prozesszusammenhänge erkannt und berücksichtigt wurden. Als Hilfsmittel hierfür bietet es sich an, mit Mindmaps zu arbeiten, da auf diese Weise ein schneller Überblick geschaffen werden kann. Zur Prozessdetailanalyse kann es notwendig werden, Experten hinzuziehen, weshalb mit einem Gesamtaufwand von ca. 2-3 AK pro Zeiteinheit gerechnet werden sollte.

In ersten Schritt der Methodenanwendung (s. Kapitel 4.1.1) wurde ein Zielzustand formuliert. Dieser ist jedoch wenig spezifisch und daher in vielen Fällen nicht geeignet, um als Basis für eine spätere Handlungsempfehlung zu dienen. In Kapitel 2.4 wurde gezeigt, dass die Basis einer jeden Handlungsempfehlung die Dimensionen ZKQ darstellen sollten, um die notwendige Akzeptanz vom Methodenanwender zu erhalten. Es bietet sich daher an, den formulierten Zielzustand in diese drei Dimensionen herunterzubrechen, falls dies nicht ohnehin schon (implizit) in Schritt 1 geschehen ist. Um am Ende der Methodenanwendung möglichst konkrete Lösungsvorschläge für das formulierte PDM-Problems zu bekommen, müssen die Zielvorgaben zudem quantifiziert sein. Im vorliegenden Fall könnte die Zielvorgabe lauten: „Die Durchlaufzeit einer Bauteiländerung muss um 5 % gesenkt werden, bei gleichbleibender Qualität der Freigabe.“ Eine Zielvorgabe sollte nicht nur quantifizierbar, sondern auch realistisch und erreichbar sein und muss innerhalb der „Reichweite“ des aufgesetzten Geschäftsfalls liegen. Ein Ziel, das z.B. lautet: „Die Entwicklungskosten für neue Motoren müssen 10 % gesenkt werden“, kann durch eine PDM-Abteilung nicht sinnvoll erreicht werden, das Ziel des Geschäftsfalls liegt außerhalb der Reichweite der PDM-Abteilung.

Der Aufwand für diesen Schritt ist vergleichsweise gering; im Grunde wird lediglich eine Vorgabe des Managements des methodenanwendenden Bereichs benötigt. Die Ablage dieser Vorgabe in der Methoden-Knowledge Base und das Controlling ihrer Einhaltung erfolgt durch den Projektleiter.

In der Theorie der Produktentwicklungsmethodik nach VDI 2221 kommt dem Sammeln von Anforderungen eine zentrale Rolle zu. Die Anforderungen bilden die Basis für die spätere Lösungsauswahl. Die oben erfolgte Festlegung der Ziele und deren Einteilung in die Dimensionen Zeit, Kosten und Qualität sind bereits erste Anforderungen an die Lösungen. Es sollte jedoch darüber hinaus die Möglichkeit bestehen, weitere, nicht den Dimensionen zuzuordnende Anforderungen aufzustellen. Diese Möglichkeit bietet der letzte Bearbeitungsschritt von Schritt 2. Dazu können innerhalb des vorliegenden Konzepts alle bekannten Methoden des Anforderungsmanagements in einer beliebigen Tiefe angewendet werden (z.B. /AHRE00/). Wichtig ist hierbei nur, dass die Anforderungen zentral abgelegt und gepflegt werden, dass sie später den Schritt der Lösungsauswahl optimal unterstützen können. Je nach der verwendeten Methode und der Tiefe deren Anwendung kann der Aufwand beträchtlich schwanken; er sollte aber auch im Extremfall nicht mehr als 2 AK pro Zeiteinheit überschreiten und ist somit als mittel einzustufen.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass sich ein PDM-Geschäftsfall durch zwei Hauptmerkmale auszeichnet:

- Einen klaren Rahmen, in dem
 - alle relevanten Prozesse sowie deren Zusammenhänge,
 - alle relevanten Beteiligten mit deren AKV und
 - die Abhängigkeit zu den definierten FPEP-Phasenbekannt und beschrieben sind.
- Konkrete, quantifizierte Zielvorgaben, die
 - sich den Dimensionen Zeit, Kosten und Qualität zuordnen lassen und/oder
 - aus weiteren Anforderungen bestehen, die auf Basis jeder beliebigen Theorie aus dem Bereich des Anforderungsmanagements gefunden wurden.

4.1.3 Schritt 3: Relevante PDM-Parameter identifizieren und beschreiben

In Kapitel 2.5 wurden verschiedene Thesen aufgestellt, die dem vorliegenden Konzept als theoretisches Fundament dienen. Eine dieser Thesen lautet, dass ein PDM-Problem dadurch hervorgerufen wird, dass bestimmte Einflussfaktoren („Parameter“) nicht optimal zusammenwirken. Im folgenden Abschnitt wird beschrieben, wie diese Parameter ermittelt und charakterisiert werden. Abbildung 12 zeigt die dazu erforderlichen Schritte.

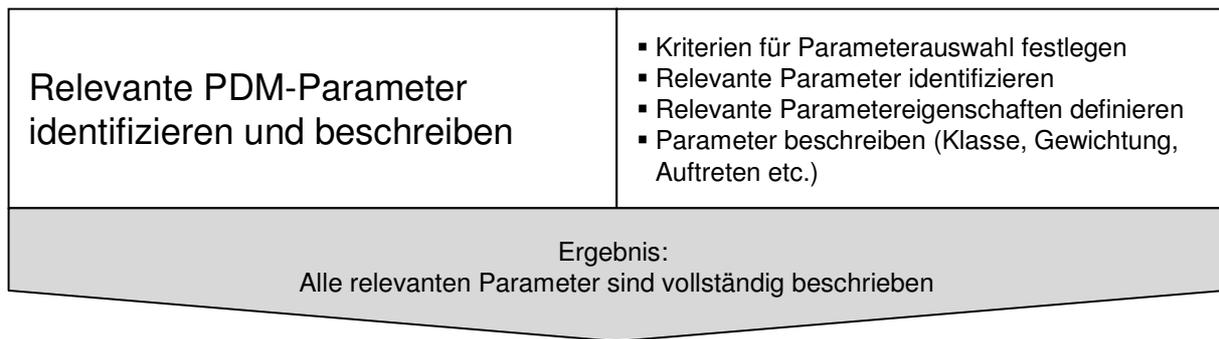


Abbildung 12: Relevante PDM-Parameter identifizieren und beschreiben

Den Rahmen für die Identifikation und Beschreibung der Parameter bildet der in Kapitel 4.1.2 definierte PDM-Geschäftsfall. Betrachtet man einen solchen Geschäftsfall, so kann man mit Hilfe verschiedener Verfahren sehr schnell eine große Anzahl von Einflussgrößen identifizieren, die miteinander interagieren. Viele dieser Einflussgrößen haben aber nichts mit dem in Schritt 1 formulierten PDM-Problem oder dessen Lösung zu tun. Daher müssen vor der Suche nach den Parametern Auswahlkriterien definiert werden, die festlegen, welche der gefundenen Parameter relevant sind.

Auch vor der Suche nach den relevanten Parametereigenschaften ist eine Festlegung notwendig, welche dieser Eigenschaften Einfluss auf die Lösung des vorliegenden PDM-Problems haben. Ist diese Festlegung getroffen, so können zum Abschluss von Schritt 3 die identifizierten Eigenschaften den gefundenen Parameter zugewiesen werden. In Tabelle 5 sind die beschriebenen Bearbeitungsschritte detailliert dargestellt.

Relevante PDM-Parameter identifizieren und beschreiben				
Bearbeitungsschritt	Ergebnis	Methoden/ Hilfsmittel	Aufwand	Bemerkung
Kriterien für Parameterauswahl festlegen	Liste mit Auswahlkriterien für Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Analysemethoden • Experteninterview • Workshop • Brainstorming • Szenariotechnik 	Insgesamt mittel bis hoch	Optimal: Alle vier Schritte in einem Workshop durchführen
Relevante Parameter identifizieren	Liste mit allen relevanten Parametern			
Parametereigenschaften definieren	Liste mit allen relevanten Parametereigenschaften			
Parameter beschreiben (Klasse, Gewichtung, Auftreten etc.)	Liste mit allen vollständig beschriebenen Parametern			

Tabelle 5: Relevante PDM-Parameter identifizieren und beschreiben

Zunächst einmal muss sichergestellt werden, dass das Parameterfeld nicht zu groß und unübersichtlich und damit unbearbeitbar wird. Daher ist im ersten Bearbeitungsschritt ein Kriterienkatalog für die Parameterauswahl zu erstellen. Ein Kriterium aus diesem Katalog könnte z.B. lauten: es werden nur solche Parameter als relevant betrachtet, die direkt durch den PDM-Bereich beeinflusst werden können. Mit diesem Kriterium wäre gewährleistet, dass der PDM-Bereich direkten Zugriff auf alle Stellhebel zur Lösung des PDM-Problems erhält. Ein anderes Kriterium könnte lauten, nur Parameter auszuwählen, die in einer bestimmten FPEP-Phase vorkommen. Dies würde die gezielte Reaktion auf PDM-Probleme in bestimmten FPEP-Phasen erlauben.

Die Auswahl der Kriterien bleibt letztlich dem anwendenden Bereich überlassen, allerdings sollte darauf geachtet werden, dass die Kriterien nicht so eng gefasst sind, dass nur noch wenige Parameter als relevant betrachtet werden; es besteht die Gefahr der unzulässigen Vereinfachung. Umgekehrt bedeuten sehr weit gefasste Kriterien nicht notwendigerweise, dass ein PDM-Geschäftsfall dadurch sehr detailliert beschrieben wird; vielmehr kann es passieren, dass man das eigentliche PDM-Problem aufgrund der großen Anzahl von Parametern aus den Augen verliert und ggf. Lösungen generiert, die keine Abhilfe schaffen.

Sind die Kriterien zur Parameterauswahl definiert, so kann mit der Suche nach Parametern begonnen werden. Im Rahmen der vorliegenden Methodik wird, analog zur Szenariotechnik nach Gausemeier /GAUS97/, mit der Parametrisierung von Einflussbereichen (vorliegende Arbeit: Geschäftsfällen) gearbeitet. Daher bietet es sich an, zur Suche nach relevanten Parametern auf die bei Gausemeier /GAUS97/ und Ehrlenspiel /EHRL03/ beschriebenen Verfahren zurückzugreifen. Es werden hier zwei Hauptvorgehensweisen zur Identifikation von Parametern unterschieden:

- Diskursive Verfahren

Darunter versteht man Vorgehensweisen, bei denen die Parameter durch einen logisch nachvollziehbaren Prozess ermittelt werden, wie z.B. Cognitive Mapping oder Systemskizzen /GAUS97/.

- Intuitive Verfahren

Diese Verfahren betonen die Kreativität, d.h. den mentalen Prozess des schöpferischen Denkens, bei dem an sich nicht zusammenhängende Elemente, Aspekte und Erfahrungen vor dem Hintergrund einer bestimmten Aufgabenstellung zusammengefügt werden. Bekannte intuitive Techniken sind Brainstorming, Synectics, Methode 6-3-5 oder Expertenbefragungen /GAUS97/.

Darüber hinaus wird eine Reihe weiterer Möglichkeiten zur Findung von Parametern genannt und sehr detailliert beschrieben, wie z.B. die Ermittlung von Einflussfaktoren aus Datensammlungen

und Datenbanken, Checklisten sowie Literaturrecherchen. Es empfiehlt sich, auch diese Methoden zur Verwendung in Betracht zu ziehen.

Nach der vollständigen Beschreibung des Parameterfelds werden im nächsten Schritt die oben definierten Relevanzkriterien angelegt, um aus dem Gesamtfeld nur die erforderlichen Parameter herauszufiltern. Sollte es sich herausstellen, dass nur sehr wenige Parameter dabei als relevant identifiziert werden, muss der Kriterienkatalog überarbeitet werden; gleiches gilt für zu viele identifizierte Parameter. Die Validierung (s. Kapitel 6) hat ergeben, dass eine Parameteranzahl kleiner 4 zu gering und eine Zahl größer 12 zu hoch ist. Der Grund hierfür: Im folgenden Schritt zur Methodenanwendung (Kapitel 4.1.4) werden, um die Parameterrelationen zu erzeugen, alle Parameter über allen Parametern in einer Matrix aufgetragen. 4 über 4 Parameter ergeben somit 16 Relationen, was sich inhaltlich als gerade noch vertretbar erwiesen hat; 12 über 12 Parameter ergeben 144 Relationen, was die Grenze der Methodenwendbarkeit bei vertretbarem Aufwand darstellt. Im Detail wird auf diese Problematik in Kapitel 4.1.4 eingegangen.

Es kann, trotz eines umfangreichen Kriterienkatalogs zur Parameterauswahl, vorkommen, dass eine zu große Zahl von Parametern gefunden wird. Soll der Kriterienkatalog daraufhin nicht überarbeitet werden, so besteht die Möglichkeit, eine „Parameterbereinigung“ durchzuführen. Prinzipiell gibt es zwei Möglichkeiten der Bereinigung: die Parametersubstitution (s. Abbildung 13 links) und die Parameterintegration (Abbildung 13 rechts).

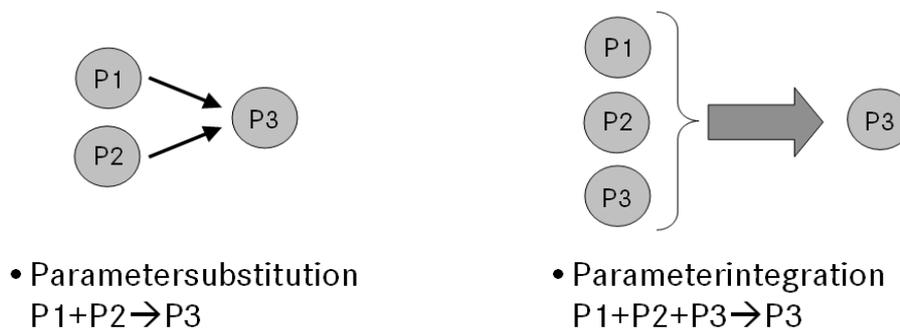


Abbildung 13: Parametersubstitution und -integration

Ein Beispiel für Parametersubstitution ist es, die beiden identifizierten Parameter „Prozesswissen der Mitarbeiter“, und „Systemwissen der Mitarbeiter“ in den Parameter „Wissen der Mitarbeiter“ zusammenzufassen und die beiden Ursprungparameter dafür entfallen zu lassen. Hätte man von Anfang an diese drei Parameter identifiziert, so könnte man im Sinne der Parameterintegration die Faktoren „Systemwissen“ und „Prozesswissen“ entfallen lassen, und allein den Parameter „Wissen“ weiterverwenden. Unabhängig davon, auf welche Weise die Parameterbereinigung durchgeführt wurde, können die so gefundenen Parameter wie regulär ermittelte Parameter verwendet werden.

Als nächstes sind die Eigenschaften der Parameter, die möglicherweise Einfluss auf den Geschäftsfall und somit auf die Lösung des PDM-Problems haben, zu definieren. Die Eigenschaften gelten für alle Parameter, allerdings ergeben sich bei der Ausprägung naturgemäß Unterschiede zwischen den Parametern. Eine Übersicht einiger Parametereigenschaften ist in Tabelle 6 aufgeführt.

Eigenschaften von Parametern		
Eigenschaft	Mögliche Ausprägung	Bemerkung
Klassifizierung des Parameters in die Dimensionen ZKQ	Z, K, Q (%)	Σ über alle drei Dimensionen: 100 %
Gewichtung des Parameters	1 ... 5	1: Parameter hat kaum Einfluss innerhalb des Geschäftsfalls 5: Sehr starker Einfluss des Parameters auf den Geschäftsfall
FPEP-Phase, in der der Parameter auftritt	Digitale Phase, Hardwarephase	Nur erforderlich, falls Geschäftsfall FPEP-phasenabhängig
Prozess, in dem der Parameter auftritt	Freigabeprozess, ZP-Prozess	Nur erforderlich, falls Geschäftsfall prozessabhängig

Tabelle 6: Eigenschaften von Parametern

Erste Anwendungsbeispiele der Methodik im Rahmen der Validierung (s.a. Kapitel 6) haben gezeigt, dass gerade die in Tabelle 6 genannten Eigenschaften in sehr vielen Fällen relevant sind. Sie werden daher im Folgenden näher erläutert.

Die wichtigste Eigenschaft eines Parameters ist im Hinblick auf die drei für Unternehmen interessanten Einflussgrößen (s.a. Kapitel 2.4) seine Zuordnung in die Dimensionen Zeit, Kosten und Qualität. Die Verteilung zu den Dimensionen erfolgt prozentual, wobei die Summe der Anteile stets 100 % ergeben muss. Ist beispielsweise ein Parameter nur in einer Dimension zuzuordnen, so erfolgt seine Zuordnung zu 100 % dieser Dimension. Es gehört z.B. der Parameter „IT-Kosten“ zu 100 % in die Kosten-Dimension. Der Parameter „Anzahl der Mitarbeiter“ hingegen lässt sich fast beliebig zwischen den Dimensionen verteilen, wenngleich zumeist der größte Anteil (> 50 %) der Dimension Kosten zugeordnet wird. Die Dimensionszuordnung der Parameter erfolgt unter Federführung des anwendenden Bereichs. Hierbei ist allerdings zweierlei zu beachten. Erstens: Bei der Zuordnung von Parametern, die sich vielleicht außerhalb der Kernkompetenz des anwendenden Bereichs befinden, ist es anzuraten, externe Spezialisten ebenfalls eine Zuordnung vornehmen zu lassen, um ein exakteres Bild zu erhalten. Zweitens: die Zuordnung sollte durch so viele Experten und Anwender wie möglich erfolgen, um statistische Effekte auszuschließen.

Als nächstes erfolgt die Gewichtung des Parameters innerhalb des betrachteten Geschäftsfalls. Um diese Gewichtung sinnvoll durchführen zu können, muss der Parameter quantifizierbar sein. Die Validierung hat gezeigt, dass ein Wertebereich von 1 (der Parameter hat auf den betrachteten Geschäftsfall kaum Einfluss) bis 5 (der Parameter hat auf den betrachteten Geschäftsfall sehr großen Einfluss) hinreichend genau ist. Für die Gewichtung der Parameter gilt sinngemäß das gleiche wie für die Dimensionszuordnung: es sollten sich möglichst viele Experten und Anwender daran beteiligen, um ein breites Meinungsspektrum abzudecken. Die Federführung liegt wiederum in Händen des anwendenden Bereichs (Projektleiter). Ein Beispiel für die Parameterdimensionszuordnung und -gewichtung ist in Tabelle 30 (s. Kapitel 6.2.3) im Rahmen des Validierungsbeispiels zu sehen.

Zwei weitere wichtige Eigenschaften, die sich sehr häufig als relevant herausgestellt haben, sind die Parameterabhängigkeit von FPEP-Phase und Prozess. So gibt es einige Parameter, die nicht in allen FPEP-Phasen die gleiche Gewichtung aufweisen, wie z.B. die inhaltliche Vollständigkeit von 2D-CAD-Daten. In frühen Entwicklungsphasen liegt die Betonung sehr stark auf den 3D-CAD-Datensätzen, da aus ihnen Berechnungsmodelle für Crash-, NVH- und weitere Simulationen abgeleitet werden. Ob in dieser Phase den 3D-Datensätzen auch detaillierte Zeichnungen beiliegen oder nicht, ist nicht von so großem Interesse, da zu diesem Zeitpunkt auf Basis dieser Zeichnungen keine weiteren Prozesse aufsetzen. Falls doch ein 2D-CAD-Modell gefordert wird, so ist es inhaltlich stark reduziert. Das ändert sich mit dem Eintritt in die Hardwarephase. Nun werden sehr detaillierte 2D-CAD-Modelle verlangt, mit Angaben zu Toleranzen, Oberflächen, Sicherheits- und Zertifizierungsrelevanz etc. Auf Basis dieser Zeichnungen werden die späteren Serienteile gefertigt und auch die Produkthaftung greift auf diese Daten zurück; somit kommt der inhaltlichen Vollständigkeit eines 2D-CAD-Modells nun erhebliches Gewicht zu.

Sollte sich ein Geschäftsfall als FPEP-phasenabhängig erweisen, so muss geprüft werden, in welchen FPEP-Phasen welche Parameter auftreten; ggf. ist eine Fallunterscheidung für jede auftretende FPEP-Phase durchzuführen. Gleiches gilt für eine eventuell vorhandene Prozessabhängigkeit des Parameters. Es gibt Parameter, die nicht in jedem betrachteten Prozess auftauchen bzw. nicht in jedem Prozess die gleiche Gewichtung haben. So hat z.B. die Anzahl der Mitarbeiter in der Zeichnungsprüfung auf den Gesamtfreigabeprozess großen Einfluss, auf den Teilebeschaffungsprozess jedoch praktisch gar keinen. Sollte ein Geschäftsfall betrachtet werden, der beide Prozesse beinhaltet, so ist hier – analog zur FPEP-Phasenabhängigkeit – eine Fallunterscheidung durchzuführen. Sind jedoch alle betrachteten Parameter sowohl phasen- als auch prozessunabhängig, so ist diese Fallunterscheidung nicht notwendig.

Es liegt bei den Methodenanwendern, je nach Bedarf weitere relevante Parametereigenschaften zu definieren. Es sollte allerdings im Sinne der Bearbeitbarkeit der Methodik darauf geachtet wer-

den, nicht zu viele Eigenschaften zu definieren, da mit jeder weiteren Eigenschaft die Wahrscheinlichkeit steigt, eine Fallunterscheidung zu benötigen, was die Zahl der zu untersuchenden Relationen schnell über alle bearbeitbaren Grenzen ansteigen lässt. Die oben erläuterten vier Eigenschaften – Dimensionszuordnung, Gewichtung sowie FPEP-Phasen- und Prozessabhängigkeit – haben sich als hinreichend erwiesen.

Der letzte Bearbeitungsschritt von Schritt 3 besteht darin, die gefundenen Parameter mit den eben definierten Eigenschaften zu beschreiben. Der besseren Übersichtlichkeit halber sollte dazu eine Tabelle oder Datenbank aufgebaut werden, in der jedem Parameter seine speziellen Eigenschaftsausprägungen zugeordnet werden. Sollten eine oder mehrere Fallunterscheidungen erforderlich werden, so ist die Eigenschaftszuweisung für jeden Parameter und jeden Fall durchzuführen und entsprechend (digital) zu dokumentieren.

Einen zentralen Punkt gibt es dieser Stelle zu beachten: Durch die Auswahl der Parameter – und damit die Auswahl der zur Verfügung stehenden Stellhebel – wird das Methodenergebnis erheblich beeinflusst. Parameter, die nicht berücksichtigt werden – sei es, weil sie als irrelevant betrachtet oder im Rahmen der Parameteridentifikation nicht gefunden wurden –, sind später kein Bestandteil der Handlungsempfehlung. Es ist daher empfehlenswert, gerade diesen Schritt der vorliegenden Methodik sehr sorgfältig und von einem breiten Spektrum an Experten und Anwendern durchführen zu lassen. Allerdings: sollte sich später erweisen, dass Parameter übersehen wurden, so kann aufgrund der Iterationsmöglichkeit, welche in der Methodik vorgesehen ist, ein Rücksprung in diesen Schritt erfolgen; es müssen aber alle darauf folgenden Schritte dann nochmals wiederholt werden, was je nach Umfang des betrachteten Geschäftsfalls einen erheblichen Mehraufwand bedeuten kann.

Wie auch die anderen Schritte der Methodik zur Lösung von PDM-Problemen wurde Schritt 3 der besseren Verständlichkeit halber in Teilschritte zerlegt. Im Gegensatz zu den ersten beiden Schritten lässt sich die Durchführung der vier Teilschritte von Schritt 3 jedoch deutlich effizienter gestalten, da hier der Kreis der Beteiligten stets der gleiche ist. Es bietet es sich daher an, die Identifikation und Beschreibung der relevanten Parameter innerhalb einer Veranstaltung, z.B. eines ganztägigen Expertenworkshops, durchzuführen. Dieses Vorgehen minimiert zudem einerseits den Gesamtaufwand für die Projektleitung, da alle Experten und Anwender an einem gemeinsamen Termin Input geben können und nicht zeitraubend einzeln aufgesucht werden müssen. Andererseits hat es sich in der Praxis gezeigt, dass bei der Anwendung geeigneter Methoden durch den Moderator viele Experten in Gruppen bis ca. 8 Teilnehmer wesentlich mehr und besseren Input liefern als in Einzelterminen. Hier scheinen gruppendynamische Prozesse eine Rolle zu spielen, deren Bedeutung nicht unterschätzt werden sollte.

Insgesamt kann der Aufwand für den gesamten Schritt 3 als mittel bis hoch eingestuft werden, da es auf jeden Fall des Wissens von Experten bedarf, um zu sinnvollen Ergebnissen zu kommen und auch, um statistische Effekte auszuschalten. Über die exakte Aufwandshöhe entscheiden die Zahl der Experten und die Größe des gewählten Geschäftsfalls.

4.1.4 Schritt 4: Relevante Parameterrelationen identifizieren und beschreiben

Eine der zentralen Annahmen des Konzepts besagt, dass PDM-Probleme aus dem nicht optimalen Zusammenwirken verschiedener Einflussfaktoren entstehen (s. Kapitel 2.5). Um eine Wechselwirkung zwischen zwei Parametern als nicht optimal bzw. negativ erkennen zu können, ist es zunächst erforderlich, die relevanten Parameter in Beziehung zueinander zu setzen und die so gewonnen Relationen anschließend eingehend zu analysieren. Diese Aufgaben werden in Schritt 4 bearbeitet (s. Abbildung 14).

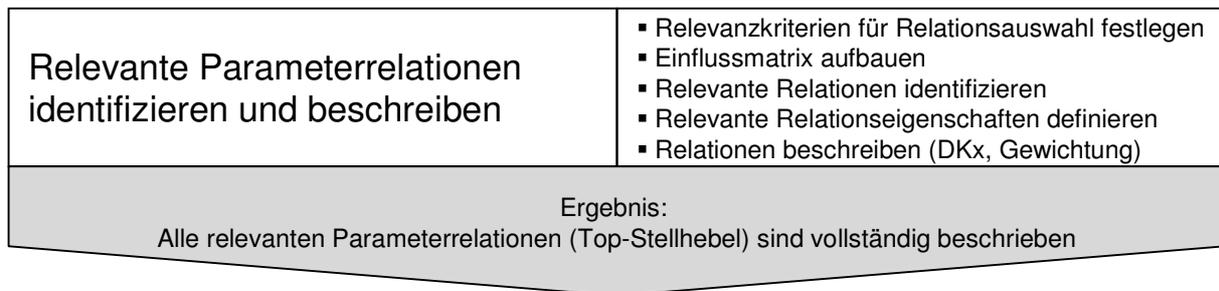


Abbildung 14: Relevante Parameterrelationen identifizieren und beschreiben

Ebenso wie in die vorangegangenen Schritte setzt sich Schritt 4 aus weiteren Bearbeitungsschritten zusammen. Analog zu Schritt 3 (s. Kapitel 4.1.3) müssen zunächst Kriterien für die Parameterrelationsauswahl festgelegt werden, um sicherzustellen, dass einerseits die Zahl der zu betrachtenden Relationen überschaubar bleibt und andererseits nur die Relationen eingehender analysiert werden, die für den Anwender wirklich Relevanz besitzen. Anschließend kann die Einflussmatrix aufgebaut werden. Zunächst werden alle möglichen Kombinationen berücksichtigt, in einem zweiten Schritt die anhand der Auswahlkriterien identifizierten relevanten Relationen herausgefiltert. Diese Relationen werden anschließend mit Hilfe ausgewählter Eigenschaften näher beschrieben (s. Tabelle 7).

Relevante Parameterrelationen identifizieren und beschreiben				
Aufgabe	Ergebnis	Methoden/ Hilfsmittel	Auf- wand	Bemerkung
Kriterien für Relati- onsauswahl festlegen	Liste mit Auswahlkrite- rien für Parameterrela- tionen	<ul style="list-style-type: none"> • Workshop mit Aufbau Datenbank/ Tabelle 	mittel	Bearbeitung kann analog Schritt 3 erfolgen (Exper- tenworkshop)
Einflussmatrix aufbau- en	Vollständige Einfluss- matrix			
Relevante Relationen identifizieren	Liste mit allen relevan- ten Relationen			
Relationeigenschaf- ten definieren	Liste mit allen relevan- ten Relationeigen- schaften	<ul style="list-style-type: none"> • Datenbank/ Tabelle 	hoch	Erfolgt durch Me- thodenanwender
Relationen beschrei- ben	Liste mit allen voll- ständig beschriebenen Parameterrelationen			

Tabelle 7: Relevante Parameterrelationen identifizieren und beschreiben

Der Aufbau der Parameterrelationen erfolgt nach dem Matrixprinzip, d.h. es werden in eine Tabelle die identifizierten Parameter jeweils in die Zeilen und Spalten aufgetragen und so in Beziehung zueinander gesetzt (s.a. /LIND07/). Wie bereits oben erwähnt, kann sich dabei eine sehr große Zahl an Relationen ergeben, die sich einerseits durch die Begrenzung der Parameterzahl in überschaubaren Grenzen halten lässt. Kann man an dieser Zahl jedoch nichts ändern, so gibt es andererseits beim Aufbau der Relationen eine Möglichkeit, die Zahl der zu analysierenden Relationen zu begrenzen. Es wird hierfür analog zu Schritt 3 ein Kriterienkatalog für die Auswahl der Parameterrelationen aufgestellt. Wie bei der Auswahl der Parameter ist es auch hier dem anwendenden Bereich überlassen, die Kriterien zu definieren; aus der Validierung heraus hat es sich als sinnvoll erwiesen, wiederum auf diejenigen Relationen als erstes zurückzugreifen, die durch den anwendenden Bereich auch beeinflusst werden können. Auch die in Schritt 1 bzw. 2 vorgegebenen Ziele können die Basis für ein Relevanzkriterium herangezogen werden. Lautet eines der Ziele beispielsweise, dass die Durchlaufzeit für Freigaben gesenkt werden soll, so bietet sich als Relevanzkriterium die Auswahl jener Relationen an, die einen Bezug zur Durchlaufzeit aufweisen.

Nach der Festlegung der Relevanzkriterien wird die Einflussmatrix aufgebaut. Dabei werden zunächst die Parameter übereinander in einer Tabelle auftragen. Die entstehenden Matrixfelder rep-

räsentieren jeweils eine Parameterrelation. Das Feld, das in der Zeile von Parameter 1 (P1) und in der Spalte von Parameter 2 (P2) steht, repräsentiert die Parameterrelation R_{12} . Bei der Erstellung der Relationen sind zwei Randbedingungen zu beachten. Erstens: eine Inversion der Matrix ist nicht möglich. Die Relation R_{12} hat keinen Zusammenhang mit der Relation R_{21} , die zwischen Parameter P2 (Zeile) und der P1 (Spalte) besteht. Die Begründung hierfür folgt im übernächsten Absatz. Zweitens: Die Diagonalen der Matrix sind ausgeblendet, da per Definition ein Parameter mit sich selbst keine Relation bilden kann.

Ist die Matrix aufgebaut, so wird die Einflussgewichtung der einzelnen Relationen vorgenommen. Hierbei wird untersucht, inwieweit sich die Parameter in einer Relation gegenseitig beeinflussen. Es gibt insgesamt vier Stufen der Beeinflussung, die, im Folgenden mit den allgemeinen Parameterbezeichnungen m und n versehen, nach u.a. Schema in die Matrix eingetragen werden:

- = Parameter n hat keinen Einfluss auf Parameter m .
Wert der Einflussgewichtung: 0
- ◐ = Parameter n hat geringen Einfluss auf Parameter m .
Wert der Einflussgewichtung: 0,3
- ◑ = Parameter n hat mittleren Einfluss auf Parameter m .
Wert der Einflussgewichtung: 0,6
- = Parameter n hat starken Einfluss auf Parameter m .
Wert der Einflussgewichtung: 1

Dabei ist Parameter n der Parameter, der in Zeile eingetragen ist, Parameter m derjenige aus der Spalte. Die Einflussgewichtung ist in jeder Dimension ZKQ für jede Relation, sowie, falls erforderlich, für jede FPEP-Phase und für jeden relevanten Prozess durchzuführen. Dabei ist auf das Inversionsverbot der Relationen (s.o.) zu achten. Dieses Verbot gründet sich auf die Tatsache, dass die Beeinflussung eines Parameters auf einen anderen eine „Richtung“ haben kann. So kann beispielsweise Parameter P1 (Zeile) Parameter P2 (Spalte) sehr stark beeinflussen, in die umgekehrte Richtung ist jedoch kein Einfluss erkennbar. Relation R_{12} hätte nach obiger Einflussgewichtung den Wert 1, Relation R_{21} hingegen den Wert 0. In einem Praxisbeispiel hat die Zahl der Mitarbeiter einen sehr starken Einfluss auf die Durchlaufzeit einer Freigabe; je mehr Mitarbeiter, desto schneller können die Freigaben (bis zu einer Grenze) abgearbeitet werden. Die Freigabegeschwindigkeit hat aber keinen unmittelbaren Einfluss auf die Zahl der Mitarbeiter; es gibt, wenn überhaupt, nur einen geringen mittelbaren Einfluss: wenn die Durchlaufzeit der Freigaben im Mittel zu sehr sinkt,

könnte eine Maßnahme sein, mehr Mitarbeiter zu beschäftigen. Ein Beispiel für eine Einflussmatrix nach obiger Beschreibung ist in Tabelle 8 zu sehen.

Vollständige Einflussmatrix, Dimension Z, K oder Q					
	Parameter 1	Parameter 2	Parameter 3	Parameter 4	Parameter m
Parameter 1		●	◐	○	●
Parameter 2	○		○	○	◐
Parameter 3	●	○		●	○
Parameter 4	◐	◐	◐		○
Parameter n	◐	◐	◐	○	○

Tabelle 8: Einflussmatrix (schematische Darstellung)

Ist die Matrix fertig aufgebaut, werden die relevanten Relationen identifiziert. Dabei kommen zunächst die Relevanzkriterien vom Beginn des Schrittes 4 zum Einsatz: Relationen, die aufgrund der gewählten Kriterien als nicht relevant betrachtet werden, fallen aus der Matrix heraus bzw. werden im Folgenden nicht weiter betrachtet. Anschließend werden die Werte der Einflussgewichtung der verbliebenen Relationen betrachtet. Es hat sich im Rahmen der Validierung herausgestellt, dass Relationen, deren Wert der Einflussgewichtung kleiner 0,6 ist, nicht weiter betrachtet werden müssen; der Einfluss ist an dieser Stelle zu gering. Umgekehrt bedeutet das, dass nur Relationen betrachtet werden, in denen ein Parameter auf den anderen mittleren oder starken Einfluss ausübt.

Der Aufbau der Einflussmatrix bedarf eines mittelgroßen Aufwands, in Abhängigkeit von der Zahl der zu untersuchenden Relationen. Bis zu diesem Teilschritt von Schritt 4 sollte die Methoden-anwendung in Form eines Workshops erfolgen, da die Einflussgewichtung ein sehr breit angelegtes Know-how erfordert, das unter Zuhilfenahme der entsprechenden Experten besser abgedeckt werden kann als durch Mitarbeiter aus dem anwendenden Bereich – dies ist eine Erkenntnis aus der Praxis.

Analog zu den Parametern selbst lassen sich auch den Relationen Eigenschaften zuordnen, und wie auch bei den Erstgenannten ist es ratsam, dass der methodenanwendende Bereich Kriterien festlegt, welche dieser Eigenschaften Relevanz besitzen und welche nicht. Ebenso analog zu den

Parametereigenschaften gilt auch für die Relationseigenschaften, dass sie allgemeingültig und daher auf alle relevanten Relationen anzuwenden sind. Aufgrund dieser Analogien lassen sich einige Eigenschaften von Relationen aus denen der Parameter ableiten, wie z.B. die Klassifizierung nach den Dimensionen ZKQ, auch wenn, wie im weiteren Verlauf des Kapitels gezeigt wird, der Fokus bei den Relationen etwas anders gelagert ist. Auch die Eigenschaften „FPEP-Phasenabhängigkeit“ und „Prozessabhängigkeit“ kommen sowohl bei Parametern als auch bei den Relationen vor, wobei diese beiden Eigenschaften im Zusammenhang mit den Relationen nur informativen Charakter besitzen, da eine bereits bei der Beschreibung der Parameter festgestellt wurde, ob eine solche Abhängigkeit besteht. Ist also einer der beiden Parameter einer Relation oder sind beide Parameter FPEP-Phasen- oder Prozessabhängig, so ist es die dazugehörige Relation auch. Diese beiden Eigenschaften werden daher im Folgenden nicht mehr näher erläutert.

Eine neue Eigenschaft, die bei den Parametern selbst in dieser Form nicht erforderlich war, ist die Beschreibung der Relation. Sie ist in zwei Ausprägungen darstellbar, als verbale oder als mathematische Beschreibung. Die verbale Beschreibung ist in jedem Fall notwendig, da aus dieser im folgenden Schritt 5 (Kapitel 4.1.5) die Relationsprobleme abgeleitet werden. Die Verwendung der mathematischen Relationsbeschreibung ist nicht zwingend notwendig, bietet sich im Hinblick auf die bessere EDV-Unterstützung jedoch an. Tabelle 9 gibt einen Überblick über die im Rahmen der vorliegenden Arbeit als relevant identifizierten Relationseigenschaften.

Eigenschaften von Parameterrelationen	
Benennung	Ausprägung
Klassifizierung der Relation in die Dimensionen ZKQ	Dimensionskennzahl DKx
Verbale Beschreibung der Relation	„Wenn der Wert von Parameter n wächst, dann sinkt der Wert von Parameter m.“
Mathematische Beschreibung der Relation	$n = k * 1/m$ (mit $k = \text{konst.}$)
FPEP-Phase, in der die Parameterrelation auftritt	Digitale Phase, Hardwarephase
Prozess, in dem die Parameterrelation auftritt	Freigabeprozess, ÄM-Prozess, ZP-Prozess, ...

Tabelle 9: Eigenschaften von Parameterrelationen

Ziel von Schritt 4 ist es letztlich, herauszufinden, welche der aufgrund der Kombinatorik möglichen Relationen (Einflussmatrix) diejenigen sind, die den größten Einfluss innerhalb der jeweiligen Dimension ZKQ haben, mithin also die mächtigsten Stellhebel darstellen, um die betrachtete Dimension gezielt zu beeinflussen. Um diese Stellhebel zu identifizieren, wird die Dimensionskennzahl DKx eingeführt (wobei $x = Z, K$ oder Q bedeutet). Es gibt somit pro Relation drei mögliche Dimensionskennzahlen: DKZ als Kennzahl für die Zeitdimension, DKK als Kennzahl für die Kostendi-

mension und DKQ als Kennzahl für die Qualitätsdimension. Jede Kennzahl DKx setzt sich zusammen aus den Gewichtungen der beiden involvierten Parameter (Konstanten G1 und G2), der Klassifizierung der beiden Parameter nach den Dimensionen ZKQ (Konstanten Z1, K1 oder Q1 und Z2, K2, oder Q2) und der Einflussgewichtung (EG). Die Werte dieser Konstanten stammen aus der Parametergewichtung und -klassifizierung, die in Schritt 3 der Methodenanwendung erfolgt sind (s. Kapitel 4.1.3). Die Formel zur Ermittlung der Kennzahlen lautet:

$$DKx = EG * ((Z1/K1/Q1) + (Z2/K2/Q2)) * (G1 + G2)$$

Wie erwähnt, gibt jede Dimensionskennzahl an, welche der betrachteten Relationen bezogen auf „ihre“ Dimension ZKQ die größten Einflussmöglichkeiten für den Anwender bietet. Es gilt: je größer DKx, desto größer ist der Einfluss der betrachteten Relation auf die betrachtete Dimension. Allerdings ist eine einzelne Dimensionskennzahl nur bedingt aussagekräftig; sie sollte stets im Zusammenhang mit den Kennzahlen der anderen Relationen, aber innerhalb der gleichen Dimension, gesehen werden. Zudem gibt es einige weitere Einschränkungen, die es bezüglich der Kennzahlen zu beachten gilt:

- Die Dimensionskennzahl gilt nur in die berechnete Parameterbeziehungsrichtung und nicht in beide Beziehungsrichtungen, die Kennzahl ist also ebenso gerichtet wie die Relation, zu der sie gehört.
- Die Kennzahl gilt nur im Kontext des analysierten Geschäftsfalls. Die Kombination bzw. der Vergleich von ermittelten Dimensionskennzahlen über Geschäftsfallgrenzen hinweg ist unzulässig.

Ein Beispiel soll das Vorgehen zur Ermittlung der Kennzahlen verdeutlichen: Es wird eine Parameterrelation betrachtet, die von den Parametern „Wissen der Mitarbeiter des Konstruktionsbereiches“ und „Datenqualität“ aufgespannt wird. Beiden Parametern wurde im Rahmen der Parametergewichtung (Schritt 3, Kapitel 4.1.3) große Relevanz zugemessen; der Wert der Parametergewichtung liegt bei beiden daher bei 5. Ebenfalls im Rahmen von Schritt 3 wurde den beiden Parametern eine Klassifizierung nach den Dimensionen ZKQ zugewiesen. Dabei wurde festgelegt, dass sich der Parameter „Wissen der Mitarbeiter des Konstruktionsbereiches“ zu 20 % in die Dimension Zeit, zu 10 % in die Dimension Kosten und zu 70 % in die Dimension Qualität einteilen lässt. Der Parameter „Datenqualität“ teilt sich auf in 20 % Zeit- und zu 80 % Qualitätsrelevanz. Einen Einfluss auf die Dimension Kosten hat er dieser Einschätzung nach nicht.

Als letztes wird die Einflussgewichtung betrachtet. Hier hat die Relationsanalyse ergeben, dass das „Wissen der Mitarbeiter aus dem Konstruktionsbereich“ sehr großen Einfluss auf die „Datenqualität“ hat. Daher wurde der Einflussgewichtung der Wert 1 zugewiesen.

Um die Dimensionskennzahl DKQ zu errechnen, werden die ermittelten Werte in die Formel eingesetzt:

$$DKQ = EG * (Q1+Q2) * (G1+G2) = 1 * (0.7+0.8) * (5+5) = \underline{15}$$

In Abbildung 15 ist das beschriebene Beispiel für die Ermittlung der Dimensionskennzahl DKQ visualisiert.

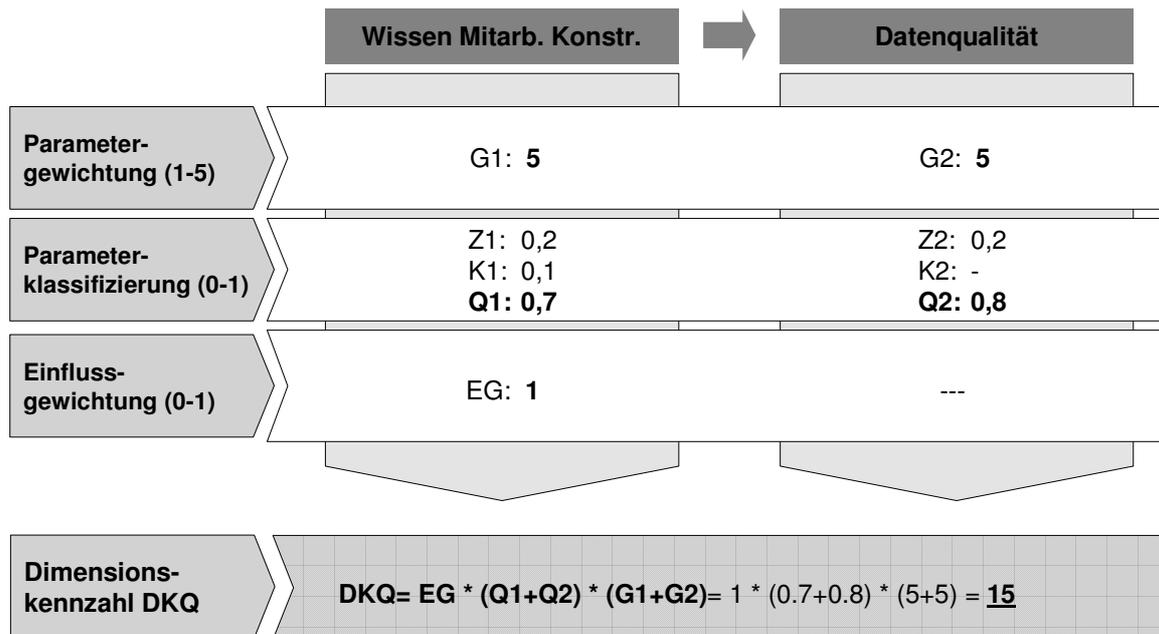


Abbildung 15: Beispielhafte Ermittlung der Dimensionskennzahl DKQ

Es wurde mehrfach darauf hingewiesen, dass eine Inversion der Relationen nicht zulässig ist. Anhand des eben gezeigten Beispiels lässt sich dies gut darstellen: Der Parameter „Datenqualität“ hat, das zeigt sich in der Praxis sehr deutlich, keinen (messbaren) Einfluss auf das Wissen der „Mitarbeiter im Konstruktionsbereich“, der Wert für die Einflussgewichtung ist also gleich 0. Behält man alle anderen Werte, die in Abbildung 15 zu sehen sind, bei, so erhält man als Dimensionskennzahl DKQ für die invertierte Relation den Wert 0.

Wie erwähnt, sagt der errechnete Wert einer DKx für sich alleine genommen nur bedingt etwas aus. Man kann jedoch über die Mächtigkeit einer Relation innerhalb eines Geschäftsfalles eine überschlägige Abschätzung vornehmen. Nimmt man die möglichen Maximalwerte pro Relation an, so kann eine DKx in einer Dimension höchstens den Wert 20 erreichen. So gesehen ist die Beispielrelation mit dem Wert 15 auf jeden Fall ein sehr mächtiger Stellhebel der Dimension Qualität, da er 75 % des DKx-Maximalwertes erreicht.

Das für den Beispielfall gezeigte Vorgehen ist nun für jede relevante Relation, für jede Dimension und ggf. für jeden Prozess und/oder jede FPEP-Phase zu wiederholen. Die Basis hierfür bilden die

in Tabelle 8 gezeigten Einflussmatrizen. Am Ende dieses Teilschritts erhält man, bezogen auf die Dimension, eine Übersicht mit allen Kennzahlen zu allen betrachteten Relationen. Daraus werden diejenigen Relationen herausgefiltert, deren Dimensionskennzahlen am höchsten sind. Es hat sich in der Praxis als sinnvoll erwiesen, je nach Größe des Geschäftsfalls nicht mehr als sechs Relationen pro Dimension herauszugreifen. Diese ausgewählten Relationen stellen die „Top-Stellhebel“ dar; aus diesen werden in Schritt 5 (s. Kapitel 4.1.5) die einzelnen PDM-Teilprobleme abgeleitet.

Um jedoch diese Probleme ableiten zu können, müssen die Top-Stellhebel noch beschrieben werden. Die verbale Beschreibung ist dabei zur Methodenanwendung unerlässlich, die mathematische optional. Eine mögliche verbale Beschreibung könnte lauten: „Wenn der Wert von Parameter P1 zunimmt, so nimmt der Wert von Parameter P2 ab.“ (Der Vollständigkeit halber: Die dazugehörige mathematische lautet dann: „ $P1 = \text{konst.} \cdot 1/P2$ “). Ein Beispiel hierfür ist die Relation zwischen der Anzahl der PDM-Mitarbeiter und der Durchlaufzeit der Freigaben: Je mehr PDM-Mitarbeiter vorhanden sind, desto geringer fällt die Freigabedurchlaufzeit aus. Neben der direkten Beeinflussung ist auch eine indirekte möglich; so kann es z.B. sein, dass sich ein Parameter, der nicht direkt Teil der Relation ist, durch eine Relationswechselwirkung mit verändert wird: „Wenn Parameter P1 seinen Maximalwert erreicht, und Parameter P2 seinen Maximalwert, so erreicht Parameter P3 einen Minimalwert.“ Diese Konstellation ergäbe sich z.B., wenn das Budget der PDM-Abteilung (P1) und so die Zahl der PDM-Mitarbeiter (P2) einen Maximalwert erreichen, denn dann würde die Durchlaufzeit der Freigabe (P3) einen Minimalwert ergeben.

Als Ergebnis erhält der Methodenanwender am Ende von Schritt 4 pro Dimension eine Einflussmatrix, aus der, basierend auf den ermittelten Dimensionskennzahlen, einerseits die Top-Stellhebel mit ihren Beschreibungen, andererseits auch die irrelevanten Relationen abgelesen werden können. Diese erweiterte Einflussmatrix ist in Tabelle 10 zu sehen, wobei die nicht relevanten Relationen grau hinterlegt sind. Die Top-Stellhebel sind mit Sx_{nm} bezeichnet, wobei sich n auf den Zeilen- und m auf den Spaltenparameter bezieht und x auf die jeweilige Dimension ZKQ.

Erweiterte Einflussmatrix mit Top-Stellhebeln, Dimension x (mit x = Z, K oder Q)					
	Parameter 1	Parameter 2	Parameter 3	Parameter 4	Parameter m
Parameter 1		Sx_{12}	Sx_{13}		Sx_{1m}
Parameter 2					Sx_{2m}
Parameter 3	Sx_{31}			Sx_{34}	
Parameter 4					
Parameter n	Sx_{n1}	Sx_{n2}	Sx_{n3}		

Tabelle 10: Erweiterte Einflussmatrix mit Top-Stellhebeln, Dimension Z, K oder Q

Der besseren Übersichtlichkeit wegen und weil die Stellhebel durch ihre ID eindeutig gekennzeichnet sind, kann man auch eine eigene Tabelle nur mit den Stellhebeln und deren verbalen und ggf. mathematischen Beschreibungen anlegen. Ein Beispiel für eine solche Übersicht zeigt Tabelle 11, eine Aufschlüsselung der Stellhebel-ID ist im Verzeichnis der Formelzeichen zu finden.

Beschreibungen der Stellhebel, Dimension x (mit x = Z, K oder Q)		
Stellhebel	Verbale Beschreibung	Mathematische Beschreibung
SX ₁₂	Wenn der Wert von P1 wächst, dann sinkt der Wert von P2	$P1 = k * 1/P2$ (mit k = konst.)
SX ₁₃
SX ₃₁
SX ₃₄
SX _{nm}

Tabelle 11: Beschreibungen der Stellhebel

Wie schon bei Schritt 3 bietet sich auch bei einigen Teilschritten von Schritt 4 die Durchführung eines Workshops an, gerade zur Identifikation der relevanten Parameterrelationen. Die Vorzüge einer solchen Veranstaltung gleichen sich ebenfalls: im Rahmen eines Workshops sind alle oder zumindest die meisten wichtigen Beteiligten an einem Termin zusammen, um ihren Input zu liefern. Durch Nutzung gruppendynamischer Effekte kann sich das Ergebnis noch weiter verbessern lassen. Der Gesamtaufwand für einen weiteren Workshop liegt insgesamt im mittleren Bereich; ein ganzer Tag sollte für die Veranstaltung eingeplant werden. Dazu kommt die Vorbereitungszeit durch Moderator und Projektleiter (wobei diese beiden Rollen in Personalunion gehandhabt werden können).

Der Aufwand für die Beschreibung der Relationen, entweder verbal oder verbal und mathematisch, ist dagegen als sehr hoch einzuschätzen. Sie entsteht jedoch nur beim methodenanwendenden Bereich, da ein Input von außen an dieser Stelle nicht sinnvoll möglich ist. Die Tätigkeit der Relationsbeschreibung muss in der Hand einer oder maximal zwei Personen aus dem Anwenderbereich verbleiben, um einerseits Konsistenz und Durchgängigkeit der Beschreibungen und andererseits die stringente Verfolgung der Zielrichtung zu gewährleisten. Zudem müssen die gefundenen Relationen und deren Beschreibungen auch EDV-technisch verwaltet und abgelegt werden. Da diese Aufgabe ohnehin dem Projektleiter obliegt, sollte auch die Beschreibung der Relationen durch ihn erfolgen.

4.1.5 Schritt 5: Parameterrelationsprobleme ermitteln und Lösungen für jedes Relationsproblem suchen

Der „Methodik zu Lösung von PDM-Problemen“ liegt die Idee zugrunde, dass sich ein PDM-Problem auf das nicht optimale Zusammenspiel von Einflussfaktoren zurückführen lässt. In den beiden vorangegangenen Schritten wurden diese Einflussfaktoren identifiziert (s. Kapitel 4.1.3) und in Beziehung zueinander gesetzt (s. Kapitel 4.1.4). Dabei wurden die Relationen identifiziert, mit denen sich der größte Einfluss auf die jeweilige Dimension nehmen lässt („Top-Stellhebel“). Aus diesen Stellhebeln lassen sich nun, nach einer weiteren Grundthese des vorliegenden Konzepts, PDM-Teilprobleme ableiten, die zusammengenommen das in Schritt 1 (s. Kapitel 4.1.1) formulierte PDM-Gesamtproblem in seinen dimensionsbezogenen Facetten weitgehend beschreiben.

Zur Ermittlung der Teil- bzw. Relationsprobleme und zur Suche nach den dazugehörigen Lösungen sind vier Teilschritte erforderlich, die in Abbildung 16 zu sehen sind.

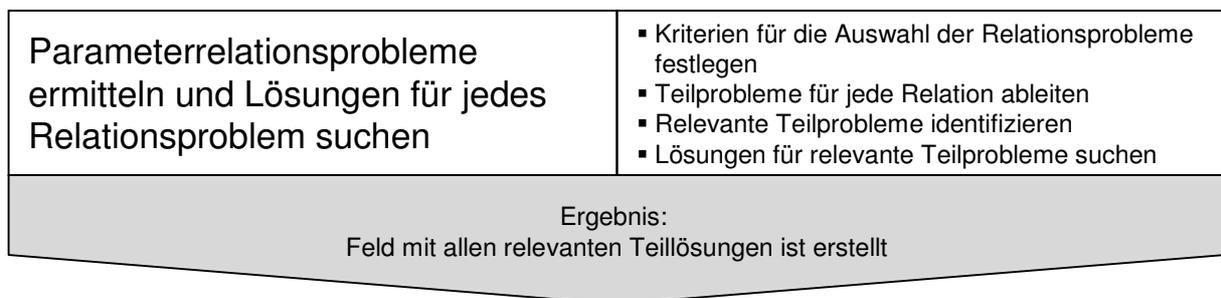


Abbildung 16: Parameterrelationsprobleme ermitteln und Lösungen für jedes Relationsproblem suchen

Wie bei der Ermittlung der Parameter und deren Relationen sind zunächst Kriterien festzulegen, nach welchen Gesichtspunkten aus dem Feld aller ermittelten Teilprobleme die relevanten extrahiert werden. Danach werden zu jedem Stellhebel auf systematischer Basis alle möglichen Teilprobleme ermittelt, von denen im folgenden Bearbeitungsschritt diejenigen ausgewählt werden, die aufgrund der anfangs festgelegten Kriterien als relevant für den vorliegenden Geschäftsfall betrachtet werden. Für diese ausgewählten Teilprobleme gilt es schließlich, auf methodisch-systematischer Basis Lösungen zu finden. Tabelle 12 zeigt die Vorgehensweise.

Parameterrelationsprobleme ermitteln und Lösungen für jedes Relationsproblem suchen				
Bearbeitungsschritt	Ergebnis	Methoden/ Hilfsmittel	Auf- wand	Bemerkung
Kriterien für die Auswahl der Relationsprobleme festlegen	Liste mit Auswahlkriterien f. Relationsprobleme	<ul style="list-style-type: none"> • Workshop • Problemlösungsmethoden 	mittel bis hoch	Optimal: Alle vier Schritte in einem Workshop durchführen
Teilprobleme für jede Relation ableiten	Übersicht mit allen Relationsproblemen			
Relevante Teilprobleme identifizieren	Übersicht mit allen relevanten Relationsproblemen			
Lösungen für relevante Teilprobleme suchen	Lösungsfeld mit allen Teillösungen			

Tabelle 12: Parameterrelationsprobleme ermitteln und Lösungen für jedes Relationsproblem suchen

Zunächst müssen also die Kriterien festgelegt werden, anhand derer aus dem Feld aller identifizierten Teilprobleme später diejenigen ausgewählt werden, die im Hinblick auf das in Schritt 1 formulierte PDM-Gesamtproblem Relevanz besitzen. Lautet dieses beispielsweise, dass die Durchlaufzeit der Freigaben aktuell zu hoch ist, so könnte ein Auswahlkriterium lauten, dass nur die Teilprobleme relevant sind, die einen Bezug zur Durchlaufzeit haben. Achtung: Im Hinblick auf die drei Dimensionen ZKQ bedeutet das nicht automatisch, dass nur Probleme aus der Dimension Zeit relevant sind; vielmehr gibt es auch in den anderen Dimensionen Relationen und daraus abzuleitende Teilprobleme, die einen Bezug zur Durchlaufzeit aufweisen.

Auch in den nun folgenden Teilschritten (Probleme ableiten, Lösungen suchen) wird auf Informationen zurückgegriffen, die in den bisher durchgeführten Schritten zur Methodenanwendung ermittelt wurden. Abbildung 17 verdeutlicht diese Informationsflüsse.

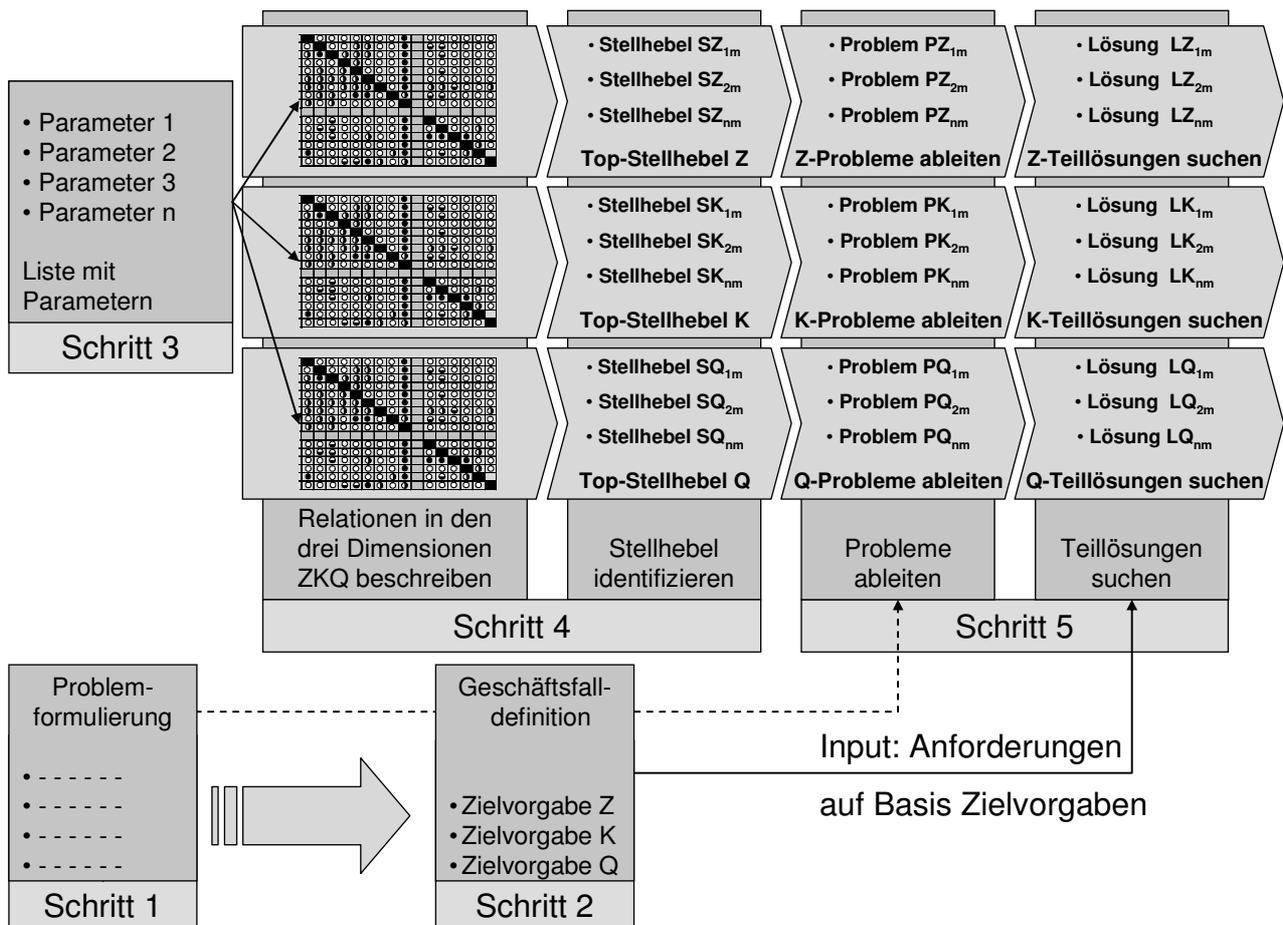


Abbildung 17: Informationsflüsse in den Schritten 1 bis 5

In Schritt 3 wurden die relevanten Parameter identifiziert und in Schritt 4 die dazugehörigen Relationen ermittelt. Dabei wurde aufgezeigt, welche dieser Relationen über den größten Einfluss innerhalb ihrer Dimension verfügen. Diese Relationen, auch als „(Top-) Stellhebel“ bezeichnet, dienen im Folgenden dazu, auf Basis des PDM-Gesamtproblems (Schritt 1, s. Kapitel 4.1.1), dimensionsbezogen Teilprobleme abzuleiten, die aus den Stellhebel-Relationen entstehen können (s. Abbildung 17). Die Fragestellung hierbei lautet: „Welche Teilprobleme könnten sich, bezogen auf das in Schritt 1 formulierte Gesamtproblem, für jede betrachtete Relation ergeben?“. Aus dieser Fragestellung werden für jeden Stellhebel $S_{x_{nm}}$ die Teilprobleme $P_{x_{nma}}$ abgeleitet, wobei x für eine der drei Dimensionen ZKQ, n für den jeweiligen Zeilen- und m für den jeweiligen Spaltenparameter (bezogen auf die Einflussmatrix, s. Tabelle 8 oder Tabelle 10) sowie a für die Zählnummer der einzelnen gefundenen Teilprobleme steht. Ein Beispiel soll die Vorgehensweise verdeutlichen.

In Kapitel 4.1.1 wurde ein PDM-Problem formuliert, wonach die Zeitspanne zur Freigabe eines Bauteils zu groß ist. Auf dieser Basis werden nun aus den relevanten Relationen in den drei Dimensionen Teilprobleme abgeleitet. Als einer der Top-Stellhebel aus der Dimension „Zeit“ (Schritt 4) hat sich im Laufe der Methodenanwendung dabei die Relation „Zahl der Mitarbeiter – Zahl der bearbeiteten Freigaben“ herausgestellt. Der Zusammenhang zum auf die Dimension Zeit abzielen-

den Gesamtproblem ist, dass mit einer steigenden Zahl von Freigaben bei gleich bleibender oder gar sinkender Mitarbeiterzahl (abgekürzt: MA-Zahl) die Freigabedurchlaufzeit ansteigt (Problemformulierung). Ein daraus mögliches abzuleitendes Teilproblem könnte lauten: „Die MA-Zahl ist zu gering“; das Problem wird der genannten Relation zugeordnet. Dieses Vorgehen ist für alle identifizierten Stellhebel in allen Dimensionen, ggf. auch für alle relevanten FPEP-Phasen und Prozesse, durchzuführen. Die jeweiligen Ergebnisse sollten zentral an einer Stelle, z.B. der bereits mehrfach angesprochenen Datenbank oder einer Tabelle im Rahmen einer Knowledge Base abgelegt werden. Tabelle 13 zeigt eine Möglichkeit, die Ergebnisse zu dokumentieren.

Stellhebel und zugeordnete Teilprobleme, Dimension Z			
Stellhebel Sx_{nm}	Teilproblem Px_{nma}	Verbale Beschreibung von Px_{nma}	Mathematische Beschreibung von Px_{nma}
SZ ₁₂	PZ ₁₂₁	MA-Anzahl zu gering	Min(MA-Zahl)
	PZ ₁₂₂	Zahl der Freigaben zu hoch	Max(Freigabezahl)
	PZ ₁₂₃	Datenqualität zu gering → hohe Rückweisungsquote → hohe DLZ	Min(DQ)
SZ ₁₃	PZ ₁₃₁
	PZ ₁₃₂
SZ _{1m}	PZ _{1ma}

Tabelle 13: Stellhebel und zugeordnete Teilprobleme, Dimension Z

In die Spalten der Tabelle könnten z.B. die Stellhebel-IDs, die Teilproblem-IDs sowie die verbale und ggf. mathematische Beschreibung der Teilprobleme eingetragen werden (s.o.).

Die Kunst in diesem Schritt liegt auch und gerade in der Findung nichttrivialer Teilprobleme. „Nicht-triviale Teilprobleme“ im Sinne der vorliegenden Arbeit sind Teilprobleme, die sich nicht nur aus der Maximal- bzw. Minimalwertbetrachtung der beteiligten Parameter ergeben, sondern eines gewissen – kreativen – Herleitungsprozesses bedürfen, um auf sie zu stoßen. Das erste Teilproblem, das in o.a. Beispiel ermittelt wurde, ist hingegen den trivialen Teilproblemen zuzuordnen: einer der beiden Parameter lautet: „Anzahl der Mitarbeiter“, das im Hinblick auf das Gesamtproblem abgeleitete Teilproblem: „Anzahl der Mitarbeiter ist zu gering“ (s. Tabelle 13, Teilproblem-ID PZ₁₂₁). Auch das in Tabelle 13 unter der Teilproblem-ID PZ₁₂₂ abgelegte Teilproblem gehört zu diesen trivialen Problemen. Teilproblem PZ₁₂₃ hingegen kann in die Kategorie „nichttrivial“ gerechnet werden, da es nicht sofort aus der Extremalwertbetrachtung der beiden Parameter generiert wurde. In der Validierungspraxis hat sich gezeigt, dass auf nichttriviale Teilprobleme hinzuarbeiten ist, da diese in der Regel eine weit bessere Optimierung des PDM-Einsatzes ermöglichen als die trivialen.

Ist der Schritt der Teilproblemsuche abgeschlossen, so werden anhand der im ersten Teilschritt definierten Kriterien die relevanten Teilprobleme ausgewählt. Mit diesem Schritt kann, falls erforderlich, ein zu großes Teilproblemfeld sehr effizient verkleinert werden. Im Sinne der schnelleren Methodenanwendung ist es auch möglich, diesen Bereinigungsschritt bereits während der Teilproblemsuche anzuwenden.

Sind alle Teilprobleme ermittelt, so kann mit der Suche nach Lösungen begonnen werden. Die Lösungssuche wird auf Basis der bekannten Methoden /EHL03; PAHL03; VDI93/ durchgeführt. Ehrlenspiel beispielsweise zeigt drei allgemeine Möglichkeiten auf, wie Lösungen gesucht werden können (konventionelle Lösungssuche, intuitives Vorgehen und diskursives Vorgehen). Auf diese Möglichkeiten, auf die auch Gausemeier in der Szenariotechnik zurückgreift /GAUS97/, wurde bereits im Rahmen der Parametersuche eingegangen (s. Kapitel 4.1.3) und sollen an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden. Im Rahmen der Validierung hat sich allerdings gezeigt, dass die intuitiven Vorgehensweisen im Rahmen der vorliegenden Methodik zu mehr und besseren Ergebnissen führen, da für die Anwendung diskursiver Methoden nicht genügend Vergleichsmöglichkeiten in Form von Checklisten oder Ordnungsschemata für PDM-Probleme vorliegen.

Um die Durchführung der Lösungssuche möglichst effizient zu gestalten, ist es ratsam, zunächst die Übersicht mit den ermittelten Teilproblemen (wie in Tabelle 13 zu sehen) als Grundlage zu verwenden und hier weitere Spalten einzuziehen, in denen die möglichen Lösungen eingetragen werden können. Tabelle 14 zeigt eine solche erweiterte Übersicht. Darin wird auf das bereits in den früheren Schritten verwendete Beispiel zurückgegriffen. Den Teilproblemen $P_{x_{nma}}$ werden die Teillösungen $L_{x_{nma}b}$ zugeordnet, wobei b den spezifischen Zähler der Teillösungen darstellt.

Stellhebel, zugeordnete Teilprobleme und Teillösungen, Dimension Z				
Stellhebel Sx_{nm}	Teilprobleme Px_{nma}	Verbale Beschreibung von Px_{nma}	Teillösungen Lx_{nmab}	Verbale Beschreibung von Lx_n
SZ ₁₂	PZ ₁₂₁	MA-Anzahl zu gering	LZ ₁₂₁₁	Neue MA einstellen
			LZ ₁₂₁₂	Auslastung der MA steigern
			LZ ₁₂₁₃	Aufgaben outsourcen
	PZ ₁₂₂	Zahl der Freigaben zu hoch	LZ ₁₂₂₁	Freigaben „paketieren“
			LZ ₁₂₂₂	Auslastung der MA erhöhen
	PZ ₁₂₃	Datenqualität zu gering: → hohe Rückweisungsquote → hohe DLZ	LZ ₁₂₃₁	Schulungen im betroffenen Bereich durchführen
			LZ ₁₂₃₂	DQ-Kriterien senken
			LZ ₁₂₃₃	Qualifiziertere MA in betroffenen Bereich einstellen
			LZ ₁₂₃₄	Fehler im PDM-Bereich korrigieren
SZ ₁₃	PZ ₁₃₁	...	LZ ₁₃₁₁	...
	PZ ₁₃₂	...	LZ ₁₃₂₁	...

Tabelle 14: Stellhebel, zugeordnete Teilprobleme und Teillösungen, Dimension Z

Wie schon bei der Teilproblemsuche ist auch bei der Teillösungssuche darauf zu achten, dass verstärkt auch nach nichttrivialen Lösungen gesucht wird; im geeigneten Rahmen, das hat die Validierung erbracht, können diese in durchaus großer Zahl gefunden werden.

Die mathematische Beschreibung der Lösungen sollte, falls damit gearbeitet wird, ebenfalls in die Tabelle oder Datenbank aufgenommen werden; in obigem Beispiel ist das aus Gründen der Übersichtlichkeit unterblieben. Bei der Verwendung der mathematischen Beschreibungen finden an dieser Stelle nun die konkreten Zielvorgaben aus Schritt 2 Eingang. Hier wurde beispielsweise vorgegeben, dass die Durchlaufzeit der Freigaben um 5 % gesenkt werden muss, d.h. die Formeln aller Relationen aus der Dimension Zeit sowie aller weiteren Relationen, die einen Zeitbestandteil beinhalten, sind zunächst nach der Zeit aufzulösen. Anschließend werden konkrete Werte für die Parameter eingesetzt, um den Ist-Zustand abzubilden. Im nächsten Schritt wird, bezogen auf das o.a. Beispiel, der Wert des Faktors Zeit um 5 % verkleinert. Dann wird die Gleichung erneut aufgestellt und geprüft, welcher Wertebereich nun für die beiden Parameter der Relation zur Verfügung steht. Diese Vorgehensweise wird auf alle Teilproblemlösungen angewendet.

Um aus dem großen Lösungsfeld die geeignetsten Lösungen herauszufinden, werden zum Abschluss von Schritt 5 die Anforderungen bzw. Zielvorgaben aus Schritt 2 zur Bewertung herange-

zogen (s.a. Abbildung 17). In diesem Teilschritt zeigt sich zudem die Wichtigkeit einer konsistenten Handhabung von Anforderungen: nur wenn diese an einer Stelle aus einer Hand (Projektleitung) zentral dokumentiert und gepflegt werden, kann sichergestellt werden, dass keine Information verloren geht. Dabei wird jede Teillösung daraufhin untersucht, ob sie einerseits den einzelnen Anforderungen genügt und andererseits insgesamt gesehen keine Zielkonflikte aufweisen. Lautet eine Anforderung beispielsweise, dass die Durchlaufzeit der Freigaben zu senken ist, ohne aber weitere Kosten zu verursachen, d.h. kostenneutral einzuführen ist, so fällt die Lösung „neue MA einstellen“ durch das Raster, da sie zwar Anforderung 1 („Durchlaufzeit senken“), nicht aber Anforderung 2 („kostenneutrale Umsetzung“) erfüllt. Lösungen, die einen Zielkonflikt verursachen, werden als solche gekennzeichnet; sie sollen nicht gänzlich verworfen werden, da es in der weiteren Methodenanwendung vorkommen kann, dass aufgrund einer Zielanpassung derartige Lösungen doch noch verwendet werden können.

Mehr als bei den meisten anderen Schritten – mit Ausnahme von Schritt 7 vielleicht, siehe dort – kann es bei Schritt 5 zu Iterationen kommen, v.a. wenn es sich herausstellt, dass aufgrund von Zielkonflikten zu wenige oder gar keine sinnvollen Teilproblemlösungen generiert werden können. Dies sollte bei der Aufwandsabschätzung für diesen Schritt einkalkuliert werden.

Trotzdem erscheint hier ebenso wie Schritt 3 (s. Kapitel 4.1.3) und 4 (s. Kapitel 4.1.4) die Anwendung der Methode im Rahmen eines Workshops am sinnvollsten. Mehr noch als bei den beiden genannten Schritten ist in Schritt 5 Kreativität und „Um-die-Ecke-Denken“ erforderlich, um nicht nur triviale, sondern auch neue und überraschende Lösungen zu generieren. In einem Einzeltermin mit nur zwei oder drei Teilnehmern ist es unwahrscheinlich, dass solche Lösungen gefunden werden, zumal sich die Wirkung von vielen Kreativitätsmethoden (hierbei sei stellvertretend für viele andere die „Methode 6-3-5“ erwähnt) erst in der Gruppe richtig einstellen.

Der Gesamtaufwand ist somit als mittel bis hoch einzustufen, unabhängig davon, ob ein Workshop durchgeführt wird oder die Lösungen in Einzelterminen bzw. durch eine geringe Anzahl von Personen generiert werden. Begründet liegt dieser Aufwand in der möglichen großen Zahl an Teilproblemen, die es zu untersuchen gilt und für die wiederum Lösungen gefunden werden müssen. Falls pro Dimension sechs Stellhebel identifiziert wurden, und zu jedem Stellhebel je drei relevante Teilprobleme mit je drei Teillösungen gefunden wurden, so ergibt dies über alle Dimensionen 162 mögliche Teillösungen, die – das erfolgt im nächsten Schritt – nun alle miteinander kombiniert werden.

Ebenso kann es allerdings sein (s.o.), dass zu wenige Lösungen zustande kommen, und somit 1 bis n Iterationen erforderlich werden. Mit steigender Zahl von Gesamtmethodeanwendungen zeigte sich in der Praxis allerdings, dass die Zahl der nötigen Iterationsschritte stark zurückgeht.

4.1.6 Schritt 6: Teillösungen zu einem vorläufigen Gesamtlösungsfeld kombinieren

Im vorangegangenen Schritt wurden zu allen Teilproblemen $P_{x_{nma}}$ Teillösungen $L_{x_{nma}}$ generiert. Diese wurden in Übersichten zusammengezogen, wovon eine beispielhaft für die Dimension Z in Tabelle 14 zu sehen ist. Ziel der vorliegenden Methodik ist es jedoch, nicht nur Teillösungen, sondern ganzheitliche Lösungsvorschläge anzubieten. Daher werden im ersten Teilschritt von Schritt 6 die einzelnen Teillösungen zu einem vorläufigen Gesamtlösungsfeld zusammengesetzt. Vorläufig deshalb, weil einerseits noch keine dimensionsübergreifende Gesamtlösungsmatrix erstellt wird – dies erfolgt erst in Schritt 7 (s. Kapitel 4.1.7) – und weil sich andererseits in der Praxis herausgestellt hat, dass sich ganzheitliche Lösungen nicht nur mit Kombinatorik allein erstellen lassen; vielmehr ist genau zu prüfen, welche dieser zunächst generierten ganzheitlichen Lösungsansätze in sich stimmig und anforderungs- bzw. zielkonform sind. Diese Prüfung erfolgt im zweiten Teilschritt von Schritt 6 (s. Abbildung 18).

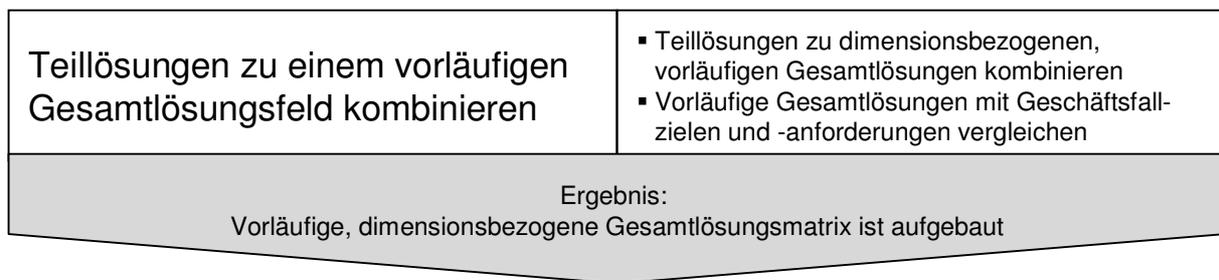


Abbildung 18: Teillösungen zu einem vorläufigen Gesamtlösungsfeld kombinieren

Basis für den ersten Teilschritt sind die Übersichtstabellen aus Schritt 5 analog Tabelle 14 (s. Kapitel 4.1.5) sowie die erweiterte Einflussmatrix aus Schritt 4 (s. Kapitel 4.1.4). Hier werden in die entsprechenden Felder alle gefundenen Teillösungen eingetragen bzw., falls mit einer Datenbank gearbeitet wird, der jeweiligen Parameterrelation die Information über die Teillösungen hinzugefügt. Anschließend werden die gefundenen Lösungen miteinander kombiniert. Diese ganzheitlichen Lösungsvorschläge werden dann daraufhin untersucht, ob sie gegen Anforderungen bzw. Zielvorgaben verstoßen und ob sie untereinander verträglich sind (s. Tabelle 15).

Teillösungen zu einem vorläufigen Gesamtlösungsfeld kombinieren				
Bearbeitungsschritt	Ergebnis	Methoden/ Hilfsmittel	Aufwand	Bemerkung
Teillösungen zu dimensionsbezogenen, vorläufigen Gesamtlösungen kombinieren	Übersicht mit allen möglichen Gesamtlösungen	<ul style="list-style-type: none"> • Datenbank/ Tabelle 	Hoch	
Vorläufige Gesamtlösungen mit Geschäftsfallzielen und -anforderungen vergleichen	Verkleinerte vorläufige Gesamtlösungsmatrix	<ul style="list-style-type: none"> • Anforderungsmanagement • Checkliste (Anforderungsliste) • Workshop 	Hoch	

Tabelle 15: Relevante Teillösungen zu einem vorläufigen Gesamtlösungsfeld kombinieren

In den vorigen Schritten zur Anwendung der Methodik wurde das in Schritt 1 identifizierte und formulierte PDM-Problem immer weiter heruntergebrochen; zunächst wurde es in die drei Dimensionen zerlegt, anschließend parametrisiert und daraus dimensionsbezogene Teilprobleme abgeleitet, für die anschließend Teillösungen gefunden wurden. Da es das Ziel der Methodenanwendung ist, ganzheitliche Lösungen für das PDM-Gesamtp Problem anzubieten, müssen die Teillösungen nun wieder zu einem Ganzen zusammengesetzt werden. Daher bildet die Grundlage für die Synthese der Teillösungen die erweiterte Einflussmatrix, in welche werden die Teillösungen eingetragen werden. In Abbildung 19 ist dieser Syntheseschritt beispielhaft visualisiert.

Erweiterte Einflussmatrix mit Top-Stellhebeln, Dimension x (mit x = Z, K oder Q)					
	Parameter 1	Parameter 2	Parameter 3	Parameter 4	Parameter m
Parameter 1		Sx ₁₂	Sx ₁₃		Sx _{1m}
Parameter 2					Sx _{2m}
Parameter 3	Sx ₃₁			Sx ₃₄	
Parameter 4					
Parameter n	Sx _{n1}				

Stellhebel, zugeordnete Teilprobleme und Teillösungen, Dimension Z				
Stellhebel Sx _{nm}	Teilprobleme Px _{nma}	Verbale Beschreibung von Px _{nma}	Teillösungen Lx _{nmab}	Verbale Beschreibung von Lx _n
SZ ₁₂	PZ ₁₂₁	MA-Anzahl zu gering	LZ ₁₂₁₁	Neue MA einstellen
			LZ ₁₂₁₂	Auslastung der MA steigern
			LZ ₁₂₁₃	Aufgaben outsourcen
	PZ ₁₂₂	Zahl der Freigaben zu hoch	LZ ₁₂₂₁	Freigaben „paketieren“
			LZ ₁₂₂₂	Auslastung der MA erhöhen
	PZ ₁₂₃	Datenqualität zu gering: → hohe Rückweisungsquote → hohe DLZ	LZ ₁₂₃₁	Schulungen im betroffenen Bereich durchführen
			LZ ₁₂₃₂	DQ-Kriterien senken
			LZ ₁₂₃₃	Qualifiziertere MA in betroffenen Bereich einstellen
			LZ ₁₂₃₄	Fehler im PDM-Bereich korrigieren

Abbildung 19: Synthese von erweiterter Einflussmatrix und Teillösungen

Dieses Vorgehen ist dimensionsbezogen, für alle Relationen (Stellhebel) durchzuführen, für die in Schritt 5 Lösungen gefunden wurden.

In Tabelle 16 ist das erste Ergebnis dieses Teilschritts zu sehen; in die Relation von P1 und P2 (R₁₂) wurde das Resultat von Schritt 5 bezogen auf die Dimension Z eingetragen.

Erweiterte Einflussmatrix mit allen Teillösungen (Relation R_{12}), Dimension Z				
	Teilprobleme Px_{nma}	Verbale Beschreibung von Px_{nma}	Teillösungen Lx_{nmab}	Verbale Beschreibung von Lx_n
	Parameter P2			
Parameter P1	PZ ₁₂₁	MA-Anzahl zu gering	LZ ₁₂₁₁	Neue MA einstellen
			LZ ₁₂₁₂	Auslastung der MA steigern
			LZ ₁₂₁₃	Aufgaben outsourcen
	PZ ₁₂₂	Zahl der Freigaben zu hoch	LZ ₁₂₂₁	Freigaben „paketieren“
			LZ ₁₂₂₂	Auslastung der MA erhöhen
	PZ ₁₂₃	Datenqualität zu gering: → hohe Rückweisungsquote → hohe DLZ	LZ ₁₂₃₁	Schulungen im betroffenen Bereich durchführen
			LZ ₁₂₃₂	DQ-Kriterien senken
			LZ ₁₂₃₃	Qualifiziertere MA in betroffenen Bereich einstellen
			LZ ₁₂₃₄	Fehler im PDM-Bereich korrigieren

Tabelle 16: Erweiterte Einflussmatrix mit allen Teillösungen (Relation R_{12}), Dimension Z

Nachdem diese Matrix erstellt ist, werden die vorläufigen, dimensionsbezogenen Gesamtlösungen vLx_c generiert, wobei v für „vorläufig“ steht und sich x auf die Dimension (mit $x = Z, K$ oder Q) bezieht. „c“ ist ein lösungsspezifischer Zähler (s.a. Tabelle 17). Die vorläufigen Gesamtlösungen entstehen durch Kombination aller möglichen Teillösungen, wobei folgendes zu beachten ist:

- Lösungen innerhalb eines Stellhebels (also einer relevanten Relation) können nur miteinander kombiniert werden, wenn sie sich nicht auf dasselbe Teilproblem beziehen. Eine Kombination einer Teillösung Lx_{1211} mit einer Teillösung Lx_{1212} oder Lx_{1213} (s. Tabelle 16) ist also nicht möglich. Allgemein formuliert dürfen Lösungen, deren ersten drei Stellen des Index' übereinstimmen, nicht miteinander kombiniert werden.
- Sollten sich im Rahmen der Teilproblemgenerierung in verschiedenen Relationen die gleichen Teilprobleme ergeben haben, so dürfen deren Lösungen ebenfalls nicht zueinander in Kombination gesetzt werden.

Das Ergebnis dieses Teilschritts ist eine dimensionsbezogene Übersicht mit allen möglichen Gesamtlösungen, wie sie als allgemeines Beispiel in Tabelle 17 zu sehen ist.

Kombination möglicher Teillösungen, Dimension x (mit x = Z, K oder Q)					
Vorläufiger Lösungsvorschlag vLx_c	Zugeordnete Lösungsvorschläge Lx_{nmab}				
vLx_1	Lx_{1211}	Lx_{1221}	Lx_{1231}	...	Lx_{nmab}
vLx_2	Lx_{1211}	Lx_{1221}	Lx_{1232}	...	Lx_{nmab}
vLx_3	Lx_{1211}	Lx_{1221}	Lx_{1233}	...	Lx_{nmab}
...
vLx_c	Lx_{nmab}	Lx_{nmab}	Lx_{nmab}	...	Lx_{nmab}

Tabelle 17: Kombination möglicher Teillösungen, Dimension ZKQ

Dabei ist zu beachten, dass die Übersicht nur vorläufige Gesamtlösungen beinhaltet, da es durchaus vorkommen kann, dass sich verschiedene Teillösungen – auch für unterschiedliche Relationsprobleme! – nicht vertragen, d.h. in sich keine stimmige Gesamtlösung abgeben. Dieser Lösungskonflikt wird im nächsten Teilschritt behoben.

Die Durchführung des bereits beschriebenen Teilschritts obliegt dem anwendenden Bereich. Die Bearbeitung sollte durch den Projektleiter erfolgen; das Abhalten einer Gruppenveranstaltung wie die oben erwähnten Workshops bietet sich hier nicht an, da die Aufgabe sehr viel Detailarbeit beinhaltet. Außerdem ist bei der Bearbeitung durch den Projektleiter gewährleistet, dass die Konsistenz der Einflussmatrix erhalten bleibt. Diese Konsistenz ist erforderlich, um den zweiten Teilschritt von Schritt 6, die Identifikation dimensionsbezogener, zielvorgabenkonformer Gesamtlösungen, inhaltlich korrekt durchführen zu können. Nichtsdestotrotz ist der Aufwand für diesen Schritt, abhängig von der Anzahl der gefundenen Teillösungen, sehr hoch, zumal der Anwender die Aufgabe sehr konzentriert angehen muss, um die vorläufige Gesamtlösungsmatrix aufbauen zu können.

Die bisher entstandenen Gesamtlösungen sind nun also auf ihre interne, dimensionsbezogene Konsistenz und Anforderungskonformität hin zu prüfen. Dabei werden einerseits die Anforderungen aus Kapitel 4.1.2 als Basis genommen, andererseits wird bei der Analyse der Lösungskombinationen auf Unstimmigkeiten bzw. Widersprüche geachtet. Werden solche entdeckt, dann ist die betroffene Kombination nicht verwendbar. So ist z.B. die Kombination der Lösungen „neue Mitarbeiter einstellen“ mit der Lösung „Personalkapazitäten abbauen“ nicht möglich, da an dieser Stelle ein offener Widerspruch besteht. Wiederum werden diese Lösungen jedoch nicht generell verworfen, sondern in der Datenbasis als „widersprüchlich“ gekennzeichnet. Sollten sich die Rahmenbedingungen im betrachteten Geschäftsfall ändern (z.B. bei Anpassung oder Änderung der aufgestellten Anforderungen), so kann durchaus auch den zunächst widersprüchlichen bzw. nicht anforderungskonformen Lösungen noch Bedeutung zukommen.

Alle letztlich gefundenen Lösungen werden zum Abschluss auf ihre Vorgabenkonformität hin untersucht. Lautet also eine Anforderung, wie sie in Schritt 2 formuliert wurde, dass alle Lösungen budgetneutral umzusetzen sind, so können alle Lösungskombinationen, die eine Budgetbelastung bedeuten würden, aussortiert werden. Dieser Teilschritt ist für alle Teillösungen und alle Dimensionen durchzuführen.

Der Aufwand für diesen Teilschritt ist, abhängig von der Zahl der gefundenen Teillösungen, ebenfalls sehr hoch anzusetzen. Außerdem erfordert dies, wie bei den ersten beiden Teilschritten von Schritt 6, eine große Konzentration und Arbeitsgenauigkeit, um keine möglichen Lösungen zu übersehen oder aber Gesamtlösungen mehrfach zu generieren. Aufwandsverringend wirkt an dieser Stelle die implizite Erledigung des Analyseschritts bei der Kombination der Teillösungen. Große Widersprüche innerhalb einer Kombination (Mitarbeiter einstellen versus Personalkapazitäten verringern) oder Verstöße gegen eine globale Anforderung aus Schritt 2 („budgetneutrale Lösungsumsetzung erforderlich“) lassen sich sehr schnell erkennen. Außerdem kann, wenn das Lösungsfeld schon etwas minimiert ist, durchaus im Rahmen eines Verifizierungsworkshops das ein oder andere Lösungsfeld mit Hilfe von Experten analysiert werden.

4.1.7 Schritt 7: Handlungsempfehlungen zur Erreichung des Zielzustands erstellen

Im letzten Schritt der vorgeschlagenen Methodik zur Lösung von PDM-Problemen werden die drei Teillösungsfelder (aufgeteilt nach den Dimensionen ZKQ) als Basis herangezogen. In Schritt 6 wurden diese gefundenen vorläufigen Lösungen vLx_c mit den dimensionsbezogenen Geschäftsfallanforderungen und –zielen aus Schritt 2 (s. Kapitel 4.1.2) verglichen und nicht anforderungs- oder zielkonforme Lösungen verworfen. Die verbleibenden Lösungen werden nun dimensionsübergreifend zu ganzheitlichen Lösungen gLx_d zusammengesetzt. Hierbei ist wiederum darauf zu achten, dass nur Lösungen entstehen, die sich weder in sich noch bezogen auf die Anforderungen aus Schritt 2 und dem zu erfüllenden Zielzustand (s. Kapitel 4.1.1) widersprechen. Abbildung 20 zeigt die drei Teilschritte zu Schritt 7.

<p>Handlungsempfehlungen zur Erreichung des Zielzustands erstellen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ganzheitliche Lösungsvorschläge aus dimensionsbezogenen Teillösungsfeldern aufbauen ▪ Ermittelte Lösungen auf Anforderungskonformität prüfen und geeignete Lösungen auswählen ▪ Handlungsempfehlungen zur Umsetzung ableiten
<p>Ergebnis: Ganzheitliche Handlungsempfehlung zur Lösung des PDM-Problems</p>	

Abbildung 20: Handlungsempfehlungen zur Erreichung des Zielzustands erstellen

Dazu werden zunächst die gefundenen Lösungen aus den drei dimensionsbezogenen Übersichten zu ganzheitlichen Gesamtlösungen kombiniert. Diese gefundenen Lösungen stellen die Gesamt-

heit aller möglichen Lösungsvorschläge für das in Schritt 1 formulierte PDM-Problem dar bzw. repräsentieren die Möglichkeiten, den ebenfalls in Schritt 1 definierten Zielzustand zu erreichen. Als nächstes müssen die so generierten ganzheitlichen Lösungsvorschläge auf Anforderungs- und Zielkonformität hin untersucht werden. Nichtkonforme Lösungen werden als solche gekennzeichnet und der gefundene Widerspruch separat vermerkt. Für alle konformen Lösungen werden dann im letzten Teilschritt Handlungsempfehlungen erstellt, in denen beschrieben wird, wie der Ist-Zustand in den Zielzustand umgewandelt werden kann. Die Details zu diesen drei Bearbeitungsschritten sind in Tabelle 18 dargestellt.

Handlungsempfehlungen zur Erreichung des Zielzustands erstellen				
Bearbeitungsschritt	Ergebnis	Methoden/ Hilfsmittel	Aufwand	Bemerkung
Ganzheitliche Lösungsvorschläge aus dimensionsbezogenen Teillösungsfeldern aufbauen	Vollständiges Gesamtlösungsfeld	<ul style="list-style-type: none"> • Tabelle/ Datenbank 	hoch	Interne Zielkonflikte beachten
Ermittelte Lösungen auf Anforderungskonformität prüfen und geeignete Lösungen auswählen	Feld mit allen anforderungskonformen Lösungen	<ul style="list-style-type: none"> • Tabelle/ Datenbank • Workshop • Experteninterview 	mittel	Nichtkonforme Lösungen kennzeichnen/ Widerspruch vermerken
Handlungsempfehlungen zur Umsetzung ableiten	Liste mit allen Parameterwerten (Ist und Soll)	<ul style="list-style-type: none"> • Tabelle/ Datenbank 	hoch	

Tabelle 18: Handlungsempfehlungen zur Erreichung des Zielzustands erstellen

Die in Schritt 6 gefundenen vorläufigen, dimensionsbezogenen Gesamtlösungen vL_{x_c} werden nun miteinander zu den ganzheitlichen Gesamtlösungen gL_d kombiniert, mit d als spezifischem Kenner zur eindeutigen Identifizierung der Lösungen. Es dürfen nur solche Gesamtlösungen kombiniert werden, die nicht aus der gleichen Dimension stammen. Es ist also nicht zulässig, aus einer Lösung vL_{Z_1} und einer Lösung vL_{Z_2} eine Gesamtlösung gL_d zu generieren, denn es ist nach Schritt 6 nicht erlaubt, zwei Teillösungen miteinander zu kombinieren, die sich auf das gleiche Teilproblem beziehen. Eine solche unzulässige Kombination könnte sich aber ergeben, wenn zwei dimensionsbezogene Lösungen miteinander zu einer Gesamtlösung zusammengesetzt werden. Hingegen ist es möglich, Gesamtlösungen auch ohne Ausschöpfung aller Möglichkeiten zur Kombination zu generieren, d.h. es ist eine Gesamtlösung gL_d denkbar, die sich nur aus zwei Lösungen vL_{Z_1} und vL_{Q_1} ergibt, die Dimension Kosten aber nicht berücksichtigt wird. Dies könnte z.B. der

Fall sein, wenn das PDM-Problem aus Schritt 1 auf die Kostendimension keine Auswirkungen hat und sich im Laufe der Teilproblemerkennung in dieser Dimension auch keine Probleme ergeben. Sollte das PDM-Problem aber alle drei Dimensionen betreffen, ist die Anwendung dieser Möglichkeit in der Praxis im ersten Ansatz allerdings nicht empfehlenswert, da man auf diese Weise denkbare Lösungsmöglichkeiten ungenutzt lässt. Das Ergebnis dieses Teilschritts ist eine Übersicht mit allen möglichen Gesamtlösungen, wie sie exemplarisch in Tabelle 19 zu sehen ist.

Kombination möglicher Dimensionslösungen, Dimension x (mit x = Z, K oder Q)			
Ganzheitlicher Lösungsvorschlag gL_d	Zugeordnete vorläufige Lösungsvorschläge vLx_c		
gL_1	vLZ_1	vLK_1	vLQ_1
gL_2	vLZ_1	vLK_1	vLQ_2
gL_3	vLZ_1	vLK_1	vLQ_3
...
gL_d	vLx_c	vLx_c	vLx_c

Tabelle 19: Kombination möglicher Dimensionslösungen

Bezogen auf das durchgehend verwendete Beispiel der zu langen Freigabedurchlaufzeit könnte eine Gesamtlösung folgendermaßen aussehen: Der ganzheitliche Lösungsvorschlag gL_1 setzt sich hier z.B. zusammen aus den vorläufigen Lösungsvorschlägen vLZ_1 , vLK_1 und vLQ_1 . Aus den jeweiligen Tabellen (Tabelle 14 und Tabelle 16) kann man ablesen, welche Teilproblemlösungen die vorläufigen, dimensionsbezogenen Lösungen vLx_c beinhalten (s. Tabelle 20). Hinweis: Die Teilproblemlösungen Lx_{nmab} werden im Folgenden auch als „Maßnahmen“ bezeichnet.

Ganzheitlicher Lösungsvorschlag gL_1			
Vorläufiger Lösungsvorschlag vLx_c (dimensionsbezogen)	Zugeordnete Teilproblemlösungsvorschläge Lx_{nmab}		
vLZ_1	Neue MA einstellen	Freigaben „paketieren“	Schulungen im betroffenen Bereich durchführen
vLK_1	Budgeterhöhung	Systemvereinheitlichung vorantreiben	
vLQ_1	Schulungen im betroffenen Bereich durchführen	Kriterien für Datenqualität senken	

Tabelle 20: Beispiel: Ganzheitlicher Lösungsvorschlag gL_1

Das in Tabelle 20 gezeigte Beispiel ist so zu lesen, dass zunächst alle vorgeschlagenen Maßnahmen zunächst einmal gleichberechtigt und in Gänze umgesetzt werden sollten. Das bedeutet konkret auf das Beispiel bezogen: um die Freigabedurchlaufzeit zu senken, sind weitere Mitarbeiter einzustellen, Freigaben zu paketieren, Schulungen im betroffenen Bereich durchzuführen etc. Allerdings ist es im Rahmen der endgültigen Erstellung der ganzheitlichen Handlungsempfehlungen (dritter Teilschritt) durchaus möglich und erlaubt, bestimmte Lösungsdimensionen zu bevorzugen, d.h. die Lösungen aus einer Dimension priorisiert umzusetzen.

Sind alle möglichen ganzheitlichen Lösungen gL_d generiert, so sind sie noch auf interne Konsistenz hin zu prüfen, wodurch ausgeschlossen werden soll, dass Lösungen mit Zielkonflikten in die engere Auswahl kommen. Ein solcher Zielkonflikt könnte z.B. lauten, dass in einer Maßnahme die Einstellung neuer Mitarbeiter und in einer anderen Maßnahme die Senkung des Personalbudgets vorgeschlagen wird; eine solche Lösung ist nicht zulässig, sollte aber wiederum nicht sofort verworfen werden, sondern als „mit internem Zielkonflikt behaftet“ in der Tabelle bzw. Datenbank gekennzeichnet und abgelegt werden, da es im Rahmen der weiteren Methodenanwendung durchaus vorkommen kann, dass nach Auflösung des Zielkonflikts (z.B. durch Streichung einer der beiden zum Konflikt führenden Maßnahmen) die ganzheitliche Lösung doch noch zur Verwendung geeignet ist.

Der Aufwand für die Erstellung aller Lösungen gL_d ist als hoch einzustufen, da es sein kann, dass ein sehr großes Lösungsfeld zu erzeugen ist und zudem die Zusammenstellung der ganzheitlichen Lösungsvorschläge hohe Konzentration erfordert, um bei der Anwendung der Kombinatorik keinen Fehler zu machen. Die Durchführung dieses Teilschritts erfolgt in einem kleinen Rahmen durch den methodenanwendenden Bereich, da die Komplexität der Aufgabe ihre Aufteilung auf verschiedene Beteiligte nicht zulässt. Als Ergebnis dieses Teilschritts erhält man mit den generierten ganzheitlichen Lösungen gL_d eine Anzahl an in sich konsistenten Maßnahmenbündeln.

Nun wird geprüft, ob mit den vorgeschlagenen Maßnahmen der in Schritt 1 definierte Zielzustand erreicht werden kann. In der Regel fällt dieser Prüfschritt positiv aus, d.h. die meisten gefundenen Lösungen sind dazu geeignet, den gewünschten Zielzustand herzustellen, da in allen Schritten, in denen eine Auswahl gleich welcher Art zu treffen war (Schritt 4, Schritt 5 und Schritt 6), stets auf die Einhaltung der Zielvorgaben geachtet wurde. Anschließend werden die in Schritt 2 definierten Anforderungen als Auswahlkriterium verwendet, d.h. die Lösungen werden nun auf „externe Konsistenz“ hin geprüft. Genügt eine Lösung nicht den Anforderungen, so wird sie – analog zur Prüfung auf interne Konsistenz – jedoch nicht verworfen, sondern als „nicht anforderungskonform“ gekennzeichnet und abgelegt, wobei auch hier der Inhalt des Konsistenzproblems vermerkt werden sollte.

Sollte sich ergeben, dass keine der gefundenen Lösungen dazu geeignet sind, die gesetzten Ziele zu erreichen bzw. den aufgestellten Anforderungen zu genügen, so gibt es zwei Möglichkeiten, doch noch geeignete Lösungen zu finden. So kann man zum einen in den Lösungsvorschlägen gL_d gezielt nach Einzelmaßnahmen suchen, die einer oder mehreren Anforderungen bzw. Zielen widersprechen und diese dann aus dem Lösungsvorschlag gL_d herausnehmen. Sollte dabei die so generierte Lösung in sich weiterhin in sich konsistent bleiben, so kann sie ohne weiteres verwendet werden. Die andere Möglichkeit besteht darin, auf die zunächst wegen interner Inkonsistenz verworfenen Lösungen zurückzugreifen und zunächst die Maßnahme(n) zu streichen, die den Zielkonflikt auslösen. Sollte die so gefundene Lösung dann auch den Zielen und Anforderungen aus Schritt 1 und 2 nicht widersprechen, so kann sie verwendet werden.

Aus dieser Vorgehensweise lässt sich eine Rangfolge der gefundenen ganzheitlichen Lösungsvorschläge ableiten. Die Sortierung und Nummerierung der ganzheitlichen Lösungsvorschläge gL_d erfolgt dabei in der Reihenfolge ihrer Zielerreichung. Zuoberst stehen also die Lösungen, die in allen Punkten ohne Abstriche den Anforderungen genügen. Diese Lösungen haben einen Zielerreichungsgrad von 100 %. Alle anderen Lösungen, bei denen eine oder mehrere Maßnahmen nicht zielkonform sind, müssen bezüglich ihrer Gesamtzielerreichung näher betrachtet werden. Dabei ist zunächst eine dimensionsbezogene Bewertung durchzuführen, d.h. es werden die vorläufigen Lösungsvorschläge vLx_c auf ihre Zielerreichung hin untersucht. Besteht beispielsweise eine Lösung vLZ_c aus fünf Maßnahmen in der Dimension Zeit, und drei davon sind ziel- und anforderungskonform, so hat diese Lösung einen Zielerreichungsgrad in der Dimension Zeit von 60 %. Diese Bewertung ist auch für die beiden anderen Lösungen vLK_c (Dimension Kosten) und vLQ_c (Dimension Qualität) vorzunehmen. Um nun einen Gesamtzielerreichungsgrad zu berechnen, gibt es zwei Möglichkeiten. Zum einen kann aus den drei Dimensionszielerreichungsgraden das arithmetische Mittel gebildet werden. Eine Lösung gL_1 mit den Erreichungsgraden Zeit 80 %, Kosten 40 % und Qualität 90 % schafft nach dieser Methode einen Gesamtzielerreichungsgrad von 70 %. Eine andere Lösung gL_2 weist in der Dimension Zeit 10 %, in der Dimension Kosten 90 % und in der Dimension Qualität 100 % Zielerreichung auf, ihr Gesamterreichungsgrad liegt also bei 66,67 % - und somit unter dem von gL_1 . Lösung gL_1 wird also in der Reihenfolge der geeignetsten Lösungen weiter oben einsortiert.

Es kann aber auch durchaus erforderlich werden, die Lösungsvorschläge gLx_d dimensionsbezogen zu ordnen; hier kommt die nun die zweite Möglichkeit zur Berechnung der Zielerreichung zum Tragen. Dazu werden die einzelnen Dimensionen mit Gewichtungsfaktoren versehen. Wertet man z.B. die Dimension Kosten höher als die beiden anderen (beispielsweise um Faktor 2), so erreicht Lösung gL_1 jetzt einen Gesamterreichungsgrad von 62,5 %, gL_2 jedoch von 72,5 %. Somit weist die Lösung gL_2 nach dieser Methode einen höheren Zielerreichungsgrad auf. Für welche der beiden

Methoden man sich letztlich entscheidet, hat auf die weitere Methodenanwendung keinen Einfluss und bleibt dem Nutzer der Methode überlassen.

Der Aufwand für diesen Teilschritt bewegt sich bei der Veranstaltung eines Workshops im mittleren Bereich. Durch die Zuhilfenahme von Experten in diesem Rahmen gelingt die Auswahl relevanter Lösungen in der Regel schneller, effektiver und auch gründlicher als bei der Abarbeitung im kleinen Rahmen.

In der Einleitung zu Kapitel 4 wurde dargestellt, dass es nicht nur Ziel der Methodik ist, Lösungen für PDM-Probleme zu liefern, sondern auch, aufzuzeigen, wie Handlungsempfehlungen zur Überführung des Ist-Zustands in den Zielzustand abgeleitet werden können. Die Erläuterung der Vorgehensweise hierzu erfolgt nun im letzten Teilschritt von Schritt 7.

Es wurde gezeigt, dass die gefundenen Lösungen g_{L_d} in sich aus einem Bündel aus Maßnahmen bestehen. Jede dieser Maßnahme kann auf Parameterrelationen zurückgeführt werden, in denen beschrieben ist, wie die Parameter miteinander zusammenhängen. Aus der Ist-Analyse des Umfelds (Schritt 1, s. Kapitel 4.1.1) kann abgeleitet werden, welche Werte die Parameter heute aufweisen; diese Werte werden in der KB dokumentiert. Die Zielvorgabe (z.B. „5 % schnellere Freigabedurchlaufzeit“) gibt Aufschluss, welche Soll-Werte die einzelnen Parameter erreichen müssen; auch diese Werte werden in der KB hinterlegt. Daraus können nun die konkreten Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

Das oben verwendete Beispiel der zu langen Freigabedurchlaufzeit verdeutlicht die Vorgehensweise. Aus der Anwendung der Methodik, wie sie oben beschrieben wurde, konnten u.a. die in den Zeilen von Tabelle 21 vermerkten Einzelergebnisse ermittelt werden.

Einzelergebnis einer Methodenanwendung (Beispiel)		
Input	Ergebnis	Methoden-Schritt
PDM-Problem	Die Freigaben erfordern aktuell zuviel Zeit.	1
Zielvorgabe	Die Durchlaufzeit ist um 5 % zu senken, dabei die Datenqualität um 5 % zu steigern.	2
Beispiel für eine betrachtete Parameterrelation	Wissen der Mitarbeiter im Konstruktionsbereich → Datenqualität	3 und 4
Beispiel für ein Teilproblem	Die Durchlaufzeit ist zu hoch, weil die geringe Datenqualität eine hohe Zahl von Iterationen in der Zeichnungsprüfung erfordert.	5

Einzelergebnis einer Methodenanwendung (Beispiel) (<i>Fortsetzung</i>)		
Input	Ergebnis	Methoden-Schritt
Mögliche Maßnahme	Mitarbeiter im betroffenen Konstruktionsbereich schulen	6 bzw. 7

Tabelle 21: Einzelergebnis einer Methodenanwendung (Beispiel)

Zusammengenommen ergeben sie die Einzelmaßnahme, dass die Mitarbeiter im Konstruktionsbereich zu schulen sind, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Aus dieser allgemeinen Maßnahme ist nun eine Handlungsempfehlung abzuleiten. Für das gezeigte Beispiel hat die Methodenanwendung Folgendes ergeben: Ein Grund für die schlechte Datenqualität ist in der nicht optimal eingestellten Relation „Wissen der Mitarbeiter im Konstruktionsbereich → Datenqualität“ zu suchen. Um zu genauen Werten zu gelangen, wird auf die Quantifizierung der Parameter aus Schritt 3 (s. Kapitel 4.1.3, Beschreibung der Parameter) zurückgegriffen. Das Wissen der Mitarbeiter im Konstruktionsbereich lässt sich dabei im sog. „Wissensgrad der Konstruktions-Mitarbeiter“ ausdrücken, der sich aus der Schulungshäufigkeit des Mitarbeiters pro Jahr bezogen auf die Art der Schulungen zusammensetzt. Im vorliegenden Beispiel lautet die Vorgabe des Konstruktionsbereiches, dass jeder Mitarbeiter die für den betrachteten Fall relevante Datenqualitätsschulung einmal pro Jahr zu absolvieren hat. Folgt der Mitarbeiter dieser Anweisung, so beträgt sein Wissensgrad 100 %. Bezogen auf den betrachteten Konstruktionsbereich errechnet sich der Wissensgrad wie folgt:

Σ (Schulungsgrade aller Mitarbeiter) / (Zahl der Mitarbeiter)

Im Beispiel verfügt die betrachtete Konstruktionsabteilung über einen Wissensgrad von 60 %. Der übliche Maßstab für die Datenqualität ist die ZP-Rückweisungsquote, d.h. es wird geprüft, wie viele CAD-Modelle durch den betrachteten Bereich an die ZP versandt wurden und wie viele dieser Modelle den Anforderungen der ZP nicht genügen. Die Rückweisungsquote für den betrachteten Bereich liegt bei ca. 40 %. Aus der Erfahrung ist nun bekannt, dass eine Erhöhung des Abteilungswissensgrades von 10 % die Rückweisungsquote um 2 % senkt.

Das Ziel lautet nun, die Datenqualität um 5 % zu steigern, die Rückweisungsquote also um 5 % zu senken (s.o.); in der Konsequenz wäre vorliegenden Fall also der Wissensgrad der betrachteten Abteilung um 25 % zu steigern. Die Handlungsempfehlung hierzu würde dann lauten:

- Herausfinden, welche Mitarbeiter nicht 100 % Wissensgrad gemäß obiger Definition aufweisen
- Priorisierte Schulung der Mitarbeiter, die die den geringsten Wissensgrad aufweisen
- Resultat in der Folgezeit überwachen, z.B. durch Auswertungen der ZP-Rückweisungsquote

Zu den beiden Größen „Wissensgrad“ und „Datenqualität“ ist noch zu bemerken, dass es natürlich noch andere Möglichkeiten gibt, diese beiden Parameter zu quantifizieren. Sollten im Rahmen der Methodenanwendung noch weitere solcher Möglichkeiten gefunden werden, so sind diese durch den Projektleiter in der Datenbasis bei den Parametereigenschaften zu dokumentieren.

Die Umsetzung der Handlungsempfehlungen kann auf verschiedene Arten erfolgen. Zunächst können, wie bereits im ersten Teilschritt von Schritt 7 erwähnt, alle Maßnahmen „gleichberechtigt“ und sequenziell umgesetzt werden. Es kann allerdings vorkommen, dass bestimmte Maßnahmen für einen Methodenanwender einfacher umzusetzen sind als andere. Insofern besteht die Möglichkeit, solche Maßnahmen priorisiert umzusetzen und herauszufinden, ob diese für sich genommen nicht schon ausreichen, das gesetzte Ziel – vielleicht nur mit einem Erfüllungsgrad von 80 %, die vom Anwender als ausreichend angesehen werden – zu erreichen.

Dieser letzte Teilschritt von Schritt 7 ist nochmals mit hohem Aufwand verbunden. Es wird auf viele Ergebnisse aus den vorangegangenen Schritten aufgebaut, es müssen Ist- und Soll-Werte ermittelt und eingesetzt werden – all das ist ressourcenintensiv. Aufgrund der Komplexität, die diesem Schritt innewohnt und auch aufgrund seiner Wichtigkeit – hier wird letztlich das finale Ergebnis der Methodenanwendung generiert – ist dieser Schritt im Anwenderbereich beim Projektleiter anzusiedeln. An dieser Stelle besteht einerseits das größte Interesse an der Umsetzung der Handlungsempfehlungen und andererseits laufen hier die Fäden der gesamten Methodenanwendung zusammen. Wichtig ist auch, dass die Methodenergebnisse sauber dokumentiert in der Knowledge Base abgelegt werden. Darauf baut die Erweiterung der Methodik, wie sie in Kapitel 5 beschrieben wird, in weiten Teilen auf.

Dem Abschluss der Methodenanwendung und der Ablage der generierten Lösungen in der Datenbank muss ein Projekt zur Umsetzung der gefundenen Handlungsempfehlungen folgen. Dieses sollte einerseits über die erforderliche Aufmerksamkeit des Managements verfügen und andererseits alle betroffenen Experten und Bereiche mit einbinden; nur so, das hat die Praxis gezeigt, ist eine erfolgreiche Lösung des in Schritt 1 (s. Kapitel 4.1.1) definierten PDM-Problems möglich. Wie sich so ein Umsetzungsprojekt konkret darstellt, ist letztlich abhängig vom methodenanwendenden Bereich und kann von Fall zu Fall stark variieren, weshalb auf diesen Aspekt im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht näher eingegangen werden kann.

4.2 Methodenspezifische Datenbank

Im Laufe der Methodenbeschreibung wurde des Öfteren auf die Bedeutung einer Datenbasis hingewiesen, die alle Ergebnisse aller Schritte aufnimmt und sie zur weiteren Nutzung zur Verfügung stellt. Die Notwendigkeit, eine solche Datenbasis aufzubauen, hat sich in der Praxis bestätigt; des-

halb soll an dieser Stelle kurz auf Anforderungen und mögliche Inhalte dieser Datenbasis eingegangen werden.

In der Methodenbeschreibung wurde sehr viel mit Tabellen und darauf aufbauenden Matrizen gearbeitet (s.o.); die Methodik an sich bedingt diese Vorgehensweise. Die Verwendung von Tabellen und Matrizen wiederum legt die Einrichtung einer ersten Datenbank z.B. auf MS Access-Basis nahe. Access-Datenbanken sind leicht zu generieren, die Einarbeitung in die Grundzüge des Programms ist nicht besonders aufwendig und zudem ist es gerade in der Automobilindustrie, für welche dieses Konzept primär gedacht ist, sehr weit verbreitet.

Eine solche Datenbank sollte über folgende Inhalte verfügen:

- Übersicht über alle bereits formulierten PDM-Probleme, über alle Zielvorgaben und alle PDM-Geschäftsfälle
- Übersicht über alle definierten Kriterienkataloge, bezogen auf die Auswahl von Parametern, Relationen, Teilproblemen und -lösungen
- Übersicht über alle gefundenen Parameter
- Übersicht über alle im Laufe der Methodenanwendung gefundenen relevanten Parametereigenschaften, z.B.:
 - Dimensionszuordnungen, bezogen auf die betrachteten Geschäftsfälle
 - Parametergewichtungen, bezogen auf die betrachteten Geschäftsfälle
 - FPEP-Phasen- und Prozessabhängigkeiten
- Parameterbezogene Informationen über Relationen zu anderen Parametern sowie möglichen Relationsproblemen (Einflussmatrizen etc.)
- Übersicht über alle im Laufe der Methodenanwendung gefundenen relevanten Parameterrelationseigenschaften, z.B.:
 - Dimensionskennzahl
 - Verbale und mathematische Beschreibung
 - FPEP-Phasen- und Prozessabhängigkeiten
- Mögliche Relationsprobleme, bezogen auf die betrachteten Geschäftsfälle
- Lösungen für alle Relationsprobleme, bezogen auf die betrachteten Geschäftsfälle
- Übersicht über alle im Laufe der Methodenanwendung gefundenen vorläufigen, dimensionsbezogenen sowie alle ganzheitlichen Lösungen, inklusive aller Information über mögliche Lösungsunverträglichkeiten
- Informationen über interne und externe Zielkonflikte, mit Hinweis auf den oder die Konfliktauslöser
- Ausgabemöglichkeit für alle relevanten Übersichten, wie in den Tabellen zur Methodenanwendung gezeigt

Entscheidend ist somit letztlich, dass alle in Kapitel 4 gezeigten Tabellen, die Inhalte der Methoden-anwendung enthalten, in die Datenbank Eingang finden. Die Datenbasis sollte zudem nicht als für sich alleine stehend betrachtet werden, vielmehr sollte auf eine Anbindung an bereits bestehende KB-Anwendungen geachtet werden. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass einmal generierte Lösungen nicht nur einem einzelnen Bereich, sondern idealerweise dem ganzen Entwicklungsumfeld zur Verfügung gestellt werden.

4.3 Zusammenfassung

Im vergangenen Kapitel wurden Aufbau und Anwendung der „Methodik zu Lösung von PDM-Problemen“ dargestellt. Sie besteht aus sieben Schritten und setzt sich in Teilen aus bekannten Elementen wie dem Problemlösungsvorgehensmodell nach VDI 2221 und seinen Abwandlungen nach Pahl und Beitz und Ehrlenspiel sowie der Szenariotechnik nach Gausemeier zusammen, geht aber in vielen Punkten einen eigenen Weg. So werden die Parametrisierung und die Einrichtung eines (PDM-) Geschäftsfalls nicht analog zu Gausemeier zur Vorhersage möglicher Entwicklungen des Betrachtungsumfangs eingesetzt, sondern um aus den Zusammenhängen zwischen den einzelnen Einflussfaktoren PDM-Teilprobleme und -Teillösungen abzuleiten. Diese Teillösungen werden anschließend zu ganzheitlichen Gesamtlösungen zusammengesetzt, jeweils auf interne und anforderungsbezogene Zielkonformität hin überprüft und in konkrete, nachvollziehbare Handlungsempfehlungen umgesetzt. Alle während der Methoden-anwendung generierten Ergebnisse (Aufbau des Geschäftsfalls, relevante Einflussfaktoren und deren Zusammenhänge, mögliche Teilprobleme und Teillösungen etc.) sollten zentral an einer Stelle, optimalerweise in einer als Knowledge Base aufgebauten Datenbasis, strukturiert abgelegt und allen Beteiligten zur Verfügung gestellt werden; die Problemlösungsmethode selbst unterstützt die Einrichtung einer solchen Datenbasis.

Ein positiver Nebeneffekt der Methodik besteht darin, dass ihre Formalisierung eine sehr eingehende, stringente Analysephase bedingt, somit erhält der Anwender neben der Lösung des konkreten PDM-Problems eine eingehende Analyse seines aktuellen PDM-Umfelds.

5 Methodik zur Optimierung des PDM-Einsatzes in der Automobilindustrie

In den Unternehmen der Automobilindustrie ist das Produktdatenmanagement über Jahre hinweg stetig gewachsen (s.a. Kapitel 2.1.2). Die eingesetzten Systeme sind heute in der Regel weitgehend über Schnittstellen miteinander verbunden, so dass ein durchaus fragiles Netzwerk entstanden ist, das schnell zusammenbrechen kann, sobald man eine Komponente daraus entfernt. Die auf dieser Systemwelt aufbauenden Prozesse bilden ein ähnlich störungsempfindliches Geflecht aus gegenseitigen Abhängigkeiten und verteilten Zuständigkeiten. Auftretende (PDM-) Probleme können daher in diesem Umfeld vielfach nicht einfach durch radikale Einschnitte gelöst werden; falls dies doch die einzige Möglichkeit darstellen sollte, erfordern diese allerdings einen hohen Ressourceneinsatz und bedeuten zumindest für den PDM-Bereich einen verhältnismäßig hohen Aufwand.

Daher wird in der Praxis oft der Wunsch nach einer Methodik geäußert, die einerseits bei der Lösung von PDM-Problemen unterstützt, andererseits aber auch in der Lage ist, das PDM-Umfeld an bestimmten, neuralgischen Punkten gezielt zu optimieren, ohne ein komplettes System- und Prozess-Re-Engineering erforderlich zu machen. Diese Optimierung kann durch eine Erweiterung der in Kapitel 4 dargestellten Methodik auch durch das vorliegende Konzept angeboten werden.

In dieser Ursprungsmethodik ging es primär darum, ein definiertes PDM-Problem zu lösen. Es wurde ein Geschäftsfall definiert, die relevanten Parameter und deren Zusammenhänge analysiert und auf dieser Basis Teilprobleme abgeleitet, für die dann mit Hilfe bekannter Methoden Teillösungen generiert wurden, welche man anschließend zu ganzheitlichen Lösungsvorschlägen kombinierte. Aus diesem Feld von Lösungen wurden diejenigen Lösungen ausgewählt, die bezogen auf die eingangs aufgestellten Anforderungen den höchsten Zielerreichungsgrad aufwiesen. Zum Abschluss wurden daraus Handlungsempfehlungen zur Lösungsumsetzung generiert und die dabei gewonnenen Erkenntnisse in einer Knowledge Base abgelegt.

Auch die Methodenerweiterung liefert eine PDM-Umfeldanalyse, die den aktuellen Ist-Stand und alle relevanten Zusammenhänge darstellt und aufzeigt, welche Stellhebel es gibt. Im Gegensatz zur Ursprungsmethodik wird hier jedoch nicht ein konkretes PDM-Problem gelöst, sondern eine PDM-Optimierungsstrategie vorgeschlagen, die auf der Umfeldanalyse aufsetzt. Voraussetzung hierfür ist, dass einerseits die Ursprungsmethodik bereits mindestens einmal angewendet wurde und andererseits die Ergebnisse aus dieser Anwendung in einer Datenbasis festgehalten wurden.

In dieser Datenbasis sind zudem alle relevanten Informationen über das betrachtete PDM-Umfeld (Parameter, Relationen etc.) abgelegt. Das Vorhandensein dieser Informationen ist für den späteren Ist-Soll-Vergleich unerlässlich.

Um eine klare sprachliche Abgrenzung der beiden Methodiken voneinander zu schaffen, wird die im Folgenden die in Kapitel 4 dargestellte Ursprungsmethodik auch als „Problemlösungsmethodik“, die in diesem Abschnitt 5 beschriebene Methodenerweiterung als „Optimierungsmethodik“ bezeichnet.

5.1 Vorgehensweise

Die Vorgehensweise zur Anwendung der erweiterten Methodik basiert auf fünf Schritten, die jeweils – analog zur Ursprungsmethodik – die Möglichkeit der Iteration bieten. Auch die restlichen Randbedingungen (Grundthesen, Anforderungen an die Ressourcen, Aufbau als Projekt, Benennung eines Projektleiters, Verwendung einer Knowledge Base, Einhaltung der Bearbeitungsreihenfolge etc.) entsprechen der in Kapitel 4 gezeigten Methodik. In Abbildung 21 ist der Gesamtablauf zu sehen.

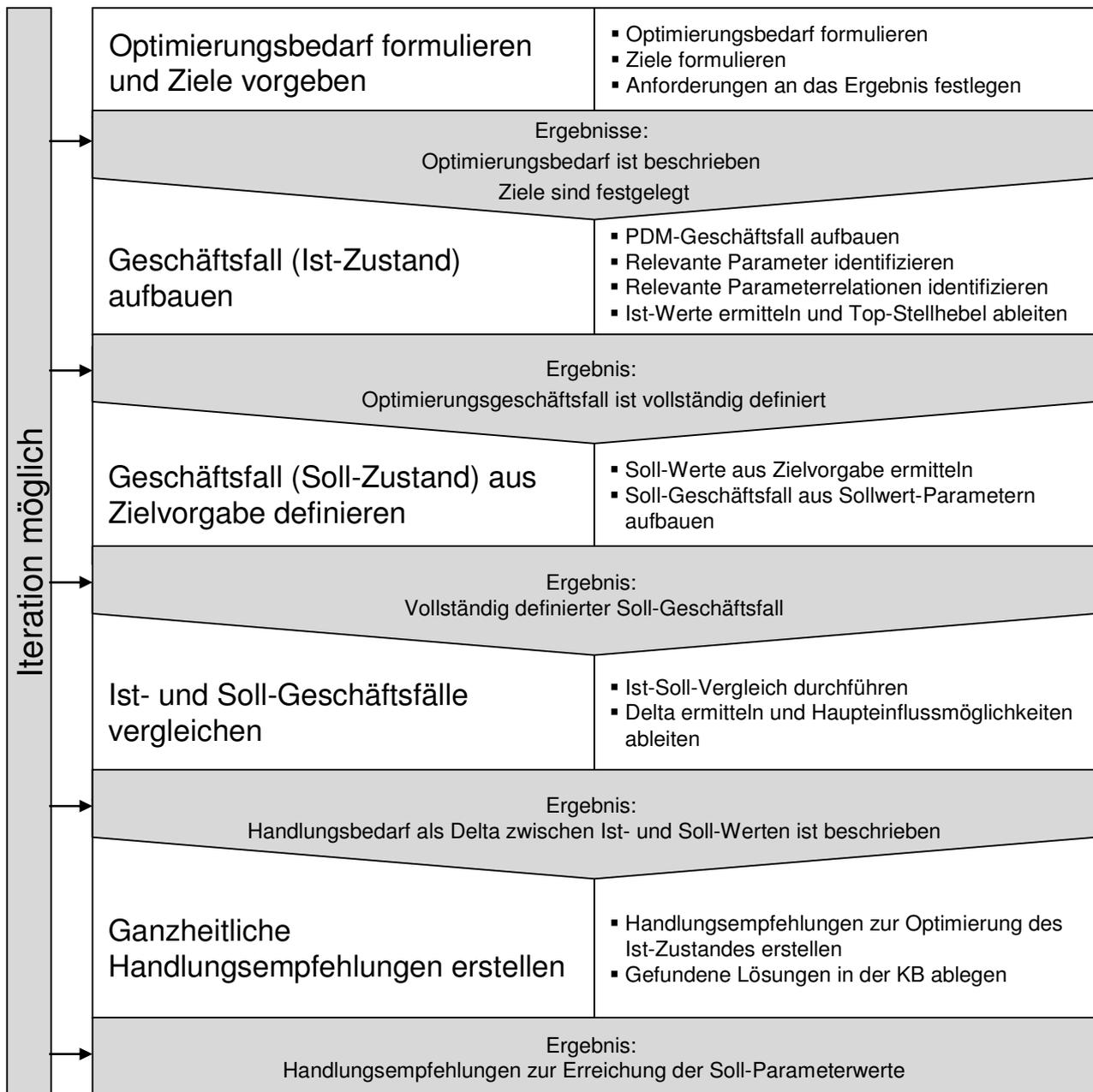


Abbildung 21: Methodik zur Optimierung des PDM-Einsatzes in der Automobilindustrie (Überblick)

5.1.1 Schritt 1: Optimierungsbedarf formulieren und Ziele vorgeben

Die Formulierung des Optimierungsbedarfs erfolgt analog zur PDM-Problemformulierung, wie sie in Schritt 1 der Problemlösungsmethodik (s. Kapitel 4.1.1) gezeigt wurde. Ebenso wie das dort herausgearbeitete PDM-Problem stellt der erkannte Optimierungsbedarf einen unerwünschten Ausgangszustand im Sinne der Problemdefinition in Abschnitt 3.2.2 dar. Ebenso analog werden die zu erreichenden Ziele definiert und weitere Anforderungen an die Lösungen aufgestellt (s. Abbildung 22).

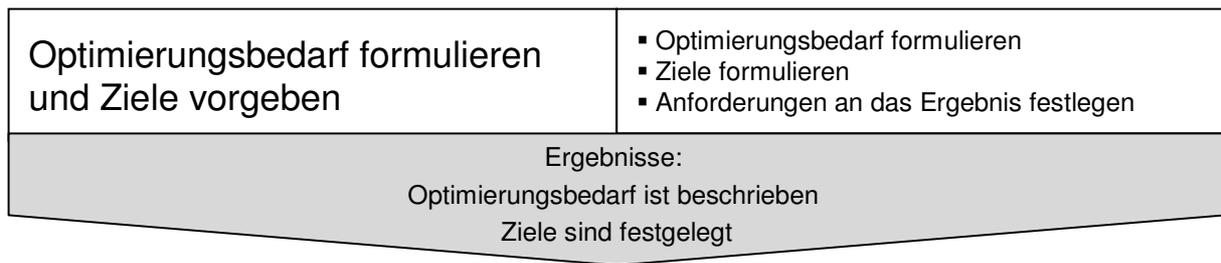


Abbildung 22: Optimierungsbedarf formulieren und Ziele vorgeben

In Tabelle 22 sind die Teilschritte zu Schritt 1 im Detail zu sehen.

Optimierungsbedarf formulieren und Ziele vorgeben				
Aufgabe	Ergebnis	Methoden/ Hilfsmittel	Aufwand	Bemerkung
Optimierungsbedarf formulieren	Beschriebener Optimierungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> • Managementvorgabe 	gering	Vorgabencontrolling aufsetzen
Ziele formulieren	Vollständig beschriebener Zielzustand, Dimensionen ZKQ	<ul style="list-style-type: none"> • Managementvorgabe • Experteninterview 	gering	Ziele können aus Managementvorgabe abgeleitet werden
Anforderungen an das Ergebnis festlegen	Vollständige Anforderungsliste	<ul style="list-style-type: none"> • Anforderungsmanagementmethoden 	gering	

Tabelle 22: Optimierungsbedarf formulieren und Ziele vorgeben

Ein Beispiel für einen Optimierungsbedarf stellt beispielsweise die Forderung „Die Freigaben müssen 5 % schneller erfolgen als bisher“ dar. Sie unterscheidet sich nicht wesentlich von der Formulierung eines PDM-Problems und ist allgemein und global gehalten. Der Optimierungsbedarf kann sich auf eine bestimmte Abteilung, aber auch auf einen ganzen Bereich und darüber hinaus beziehen. Die Vorgabe des Optimierungsbedarfes ist Aufgabe des Managements, das für den methodenanwendenden Bereich verantwortlich ist. Bei der Formulierung des Optimierungsbedarfes ist stets darauf zu achten, den Projektrahmen in bearbeitbaren Grenzen zu halten; dies ist Aufgabe des Projektleiters, der auch in der Methodenerweiterung wieder vorzusehen ist (s.a. Kapitel 4.1). Der Aufwand für diesen ersten Teilschritt ist als gering einzustufen, da es hier lediglich gilt, eine Managementvorgabe einzuholen und abzustimmen.

Als nächstes sind, abgeleitet aus dem Optimierungsbedarf, die konkreten Ziele zu formulieren. Diese Ziele sind in den Dimensionen ZKQ anzugeben und könnten z.B. lauten: „Die Anzahl der Freigaben pro Zeiteinheit ist um 5 % zu steigern“ oder „Es muss die gleiche Anzahl von Freigaben mit 5 % weniger Ressourceneinsatz durchgeführt werden können, ohne dass die Datenqualität darunter leidet“. Analog zur Problemlösungsmethodik (s.a. Abschnitt 4.1.1) reicht für diesen Teilschritt ein gewisser Abstraktionsgrad der Formulierung aus, eine dimensionsbezogene Quantifizierung sollte jedoch bereits vorliegen. In der Praxis können zudem Zielvorgaben, die zur Lösung eines PDM-Problems aufgestellt wurden, auch in der Optimierungsmethodik zur Anwendung kommen. Um die Zielformulierung zu verifizieren und die Zielakzeptanz zu erhöhen, ist es anzuraten, Experten aus den betroffenen und methodenanwendenden Bereichen hinzuziehen und die Ziele auch von dieser Seite bestätigen zu lassen. Die Ergebnisse dieses Teilschritts sind durch den Projektleiter zu dokumentieren und dem Management des anwendenden Bereichs zur Genehmigung vorzulegen. Dabei kann hier wiederum von geringem Bearbeitungsaufwand ausgegangen werden, da dieser Teilschritt zu weiten Teilen nur aus Abstimmungsarbeit besteht.

Neben den Zielvorgaben kann es weitere Anforderungen an die Optimierungsansätze geben. Eine solche Anforderung kann z.B. die Beibehaltung eines bestimmten Systems beinhalten, bestimmte Lösungen ausschließen („Umsetzung ist kostenneutral zu gestalten“, d.h. die Lösungen dürfen keine Kosten verursachen) etc. Diese Anforderungen sind durch den Projektleiter aufzunehmen, laufend zu überwachen und in der Datenbasis zu dokumentieren. Auch für diesen Teilschritt ist im Regelfall nur mit geringem Aufwand zu rechnen.

5.1.2 Schritt 2: Geschäftsfall (Ist-Zustand) aufbauen

In der Problemlösungsmethodik wurde die Einrichtung einer Datenbasis (Knowledge Base) angeregt, in der die über das PDM-Umfeld gewonnenen Erkenntnisse zentral abgelegt werden (s.a Kapitel 4.2). Zu diesen Erkenntnissen gehören u.a.:

- Informationen über auftretende Parameter (Werte, Eigenschaften),
- Informationen über deren Zusammenspiel (Parameterrelationen),
- Informationen über mögliche Probleme, die im Parameterzusammenspiel entstehen können,
- Einzellösungsmöglichkeiten für diese Probleme sowie
- ganzheitliche Lösungsmöglichkeiten, die auch Parameterunverträglichkeiten mit berücksichtigen.

Auf Basis dieser Informationen können nun, angepasst auf den formulierten Optimierungsbedarf, die Geschäftsfälle aufgebaut werden, die den aktuellen Ist-Zustand dokumentieren. Der Aufbau des Ist-Zustands besteht aus vier Teilschritten, die auch Teil der in Kapitel 4 gezeigten Methodik

zur Lösung von PDM-Problemen sind. Neu an der Vorgehensweise ist lediglich, dass diese Teilschrittaufgaben hier innerhalb eines Hauptschritts statt innerhalb von dreien erledigt werden (s. Abbildung 23).

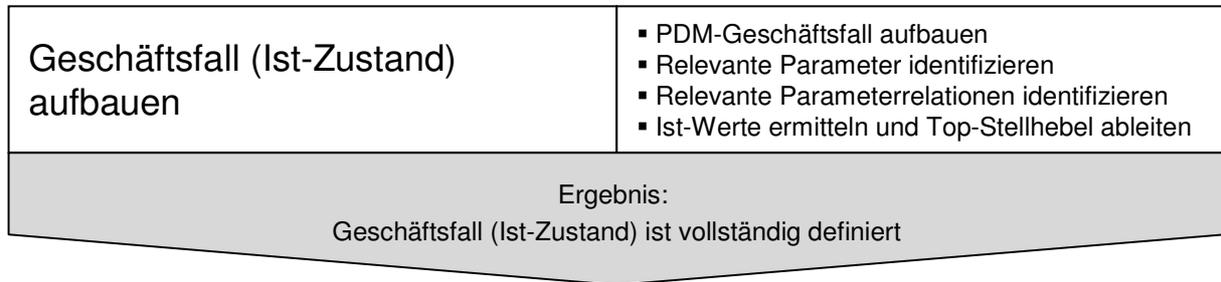


Abbildung 23: Geschäftsfall (Ist-Zustand) aufbauen

Dabei ist als erstes ein Geschäftsfall aufzubauen (s.a. Kapitel 4.1.2), danach sind die Einflussfaktoren zu identifizieren (s.a. Kapitel 4.1.3) und deren Zusammenhänge zu klären (s.a. Kapitel 4.1.4). Zuletzt sind in die Parameterrelationen die aktuellen Ist-Werte einzusetzen, um aus einem noch weitgehend beliebigen Geschäftsfall den Ist-Zustand zu modellieren. Die zu den Teilschritten gehörenden Detailinformationen sind in Tabelle 23 zu sehen.

Geschäftsfall (Ist-Zustand) aufbauen				
Bearbeitungs-schritt	Ergebnis	Methoden/ Hilfsmit-tel	Auf-wand	Bemerkung
PDM-Geschäftsfall aufbauen	Geschäftsfall mit allen Randbedin-gungen	<ul style="list-style-type: none"> • Analysemethoden • Experteninterview • Workshop • Brainstorming 	hoch	Analog zur Vor-gehensweise in Kapitel 4.1.2
Relevante Parame-ter identifizieren	Liste mit allen rele-vanten Parametern			Können ggf. aus KB abgeleitet werden
Relevante Parame-terrelationen identifi-zieren	Liste mit allen rele-vanten Relationen (Einflussmatrix)			
Ist-Werte ermitteln und Top-Stellhebel ableiten	Übersicht über alle Top-Stellhebel und alle Parameter- und -relationswerte	<ul style="list-style-type: none"> • Analysemethoden • Experteninterview • Workshop • Brainstorming 	hoch	

Tabelle 23: Geschäftsfall (Ist-Zustand) aufbauen

Zunächst muss der Ist-Geschäftsfall aufgebaut werden. Dazu ist analog zum ersten Teilschritt von Schritt 2 der Problemlösungsmethodik (s. Kapitel 4.1.2) anzugeben, welche Prozesse im Rahmen

des Geschäftsfalls zu betrachten sind, welche FPEP-Phase im Fokus ist und wer die relevanten Beteiligten sind. Sind diese Randbedingungen geklärt, so kann in der Datenbasis gesucht werden, ob ein ähnlicher oder gleicher Geschäftsfall schon einmal aufgebaut wurde. Stellt sich dabei heraus, dass der gleiche Fall bereits einmal eine der beiden Methodiken durchlaufen hat, so kann man direkt in den vierten Teilschritt („Ist-Werte ermitteln und Top-Stellhebel ableiten“) springen und in die gegebenen Parameterrelationen die aktuellen Ist-Werte eintragen. Anschließend kann man direkt mit Schritt 3 der Optimierungsmethodik (s. Kapitel 5.1.3) fortfahren. Elementare Voraussetzung dafür ist jedoch, dass alle Randbedingungen absolut gleich sind: die FPEP-Phase, die Prozesse, die Beteiligten, die Parameter sowie die dazugehörigen Relationen. Stimmt nur eine dieser Komponenten nicht überein, so wird der aktuelle Ist-Zustand nicht korrekt wiedergegeben. Gerade für häufig vorkommende Fälle bietet es sich an, diese Randbedingungen vorzudefinieren und die Methodik darauf immer wieder anzuwenden; dadurch lässt sich die Effizienz der Methodenanwendung enorm steigern. Auf diese Möglichkeit wird in Kapitel 5.2 („Templates“) näher eingegangen.

Findet sich jedoch kein vergleichbarer Fall in der Datenbasis, so müssen nach der Definition des Geschäftsfalls mit seinen Randbedingungen die relevanten Parameter gesucht werden. Das Vorgehen zur Parameteridentifikation ist zweistufig. Zunächst sind wieder Kriterien festzulegen, nach welchen Gesichtspunkten die Parameter ausgewählt werden. Dieser Schritt läuft analog zur Auswahlkriterienfestlegung, wie sie in Kapitel 4.1.3 beschrieben ist. Anschließend können die Parameter identifiziert werden. Dabei kann zunächst die Datenbasis nach passenden Parametern durchsucht werden. Es ist also nicht, wie bei der Problemlösungsmethodik, sofort erforderlich, mit Hilfe von entsprechenden Methoden (diskursiv/intuitiv) relevante Parameter zu suchen. Dieser Schritt muss erst dann erfolgen, wenn die Suche in der Datenbasis ohne Erfolg bleibt. Sollte dies der Fall sein, so müssen die Parameter, wie in Kapitel 4.1.3 gezeigt, identifiziert, beschrieben werden und zueinander in Beziehung gesetzt werden (verbale und mathematische Beschreibung der Relationen, Bestimmung der Einflussgewichtung und Aufbau der Einflussmatrix, s.a. Kapitel 4.1.4). Um später die ermittelten Geschäftsfall-Ist-Werte für die Parameter einsetzen zu können, ist darauf zu achten, dass die Parameter bereits in einer quantifizierbaren Form vorliegen, so wie z.B. in Kapitel 4.1.7 gezeigt; aus dem Parameter „Wissen der Mitarbeiter im Konstruktionsbereich“ wurde dort der „Wissensgrad“ abgeleitet und der Parameter „Datenqualität“ näher definiert. Stammen die Parameter aus der Datenbasis, so sollten dort bereits geeignete Vorschläge für die Quantifizierung vorliegen; falls dies nicht der Fall ist, so wird die Quantifizierung nun vorgenommen. Mit der Zahl der Methodenanwendungen, gleich ob der Optimierungs- oder der Problemlösungsmethodik, sinkt im Übrigen die Zahl der nicht identifizierten Parameter und ihrer Relationen. Aus diesem Grund ist gerade in der Einführungsphase der Methodik in einem Bereich ihre häufige Anwendung anzuraten.

Sind die Parameter und deren Zusammenhänge schlussendlich identifiziert, beschrieben und in der geschäftsfallspezifischen Einflussmatrix eingetragen, so werden daraus die relevanten Relationen ermittelt. Dazu muss zunächst wieder ein Kriterienkatalog aufgestellt werden, anhand dessen geklärt wird, welche Relationen relevant sind (s.a. Kapitel 4.1.4). Sind diese Relationen identifiziert, so kann in der Datenbasis recherchiert werden, ob bereits Informationen über diese Relationen vorliegen. Sollten dort nicht alle benötigten Relationen zu finden sein, so wird analog zum zweiten Teilschritt verfahren: es sind dann die Relationen neu zu beschreiben, so wie es in Kapitel 4.1.4 gezeigt wurde, und anschließend durch den Projektleiter in der Datenbank zur späteren Wiederverwendung zu dokumentieren.

Als Nächstes ist es erforderlich, alle nötigen Ist-Werte zu ermitteln, um den Geschäftsfall zu vervollständigen. Dazu gehören konkrete Werte für die aktuelle Parametergewichtung sowie -klassifizierung in den Dimensionen ZKQ. Zusammen mit der bereits in Teilschritt 2 vorgenommenen Einflussgewichtung kann man daraus für jede Relation die Dimensionskennzahl DKx berechnen. Auf diese Weise erhält man analog zur Problemlösungsmethodik diejenigen Stellhebel, die dem Anwender bei der Optimierung bezogen auf eine der Dimensionen ZKQ den größten Handlungsspielraum einräumen („Top-Stellhebel“, s.a. Kapitel 4.1.4).

Die Ermittlung der Ist-Werte kann sowohl im Rahmen eines Workshops als auch in Experteneinzelinterviews erfolgen; wichtig ist in jedem Fall, zur Vermeidung statistischer Effekte ein breites Meinungsspektrum einzuholen. Das Ergebnis dieser Erhebung ist in der Datenbasis zu dokumentieren.

Aus der Datenbasis kann sich der Methodenanwender eine Übersicht mit allen benötigten Informationen zum aktuellen Geschäftsfall generieren. Darin sind u.a. die relevanten Parameter mit ihren Ist-Werten sowie Informationen zu den Relationen (ID, DKx etc.) enthalten. Tabelle 24 zeigt ein Beispiel für eine solche Übersicht.

Beschreibung Ist-Zustand (Übersicht), Dimension Q (Beispielwerte)					
Parameter n	Ist-Wert Parameter 1	Parameter m	Ist-Wert Parameter 2	ID Re- lation	DKQ der betrachte- ten Relation
Wissensgrad der MA im Konstruk- tionsbereich	60 %	ZP- Rückwei- sungsquote	40 %	SQ ₁₂	15,00
...

Tabelle 24: Beschreibung Ist-Zustand (Übersicht), Dimension Q (Beispielwerte)

Auf Basis dieser Übersicht wird in Schritt 4 (s.a. Kapitel 5.1.4) der Ist-Soll-Vergleich vorgenommen; dabei auftretende Deltas sind auf einen Blick zu erkennen.

Schritt 2 der Optimierungsmethodik ist sehr aufwendig, weil hier in einem einzigen Methodenschritt die Aufgaben von drei Schritten der Problemlösungsmethodik zu erledigen sind. Um hinreichend exakte Ergebnisse zu erhalten, sind also genügend Ressourcen in Form von Zeit für (Experten-) Workshops, Interviews sowie hoher Arbeitsgenauigkeit vorzuhalten.

5.1.3 Schritt 3: Geschäftsfall (Soll-Zustand) aus Zielvorgabe definieren

Im vorigen Abschnitt wurden mit Hilfe entsprechender Ressourcen die Top-Stellhebel des betrachteten Ist-Geschäftsfalls identifiziert. Im folgenden Schritt gilt es nun, aus der Zielvorgabe (s. Kapitel 5.1.1) die Parameter-Sollwerte bezogen auf die im vorliegenden Geschäftsfall identifizierten Top-Stellhebel herzuleiten und in einen Soll-Geschäftsfall einzubringen (s. Abbildung 24). Zur Verdeutlichung der Vorgehensweise wird im Verlauf des aktuellen Kapitels 5 auf das in Kapitel 4.1.7 gezeigte Beispiel mit den Parametern „Wissensgrad“ und „Datenqualität“ zurückgegriffen.



Abbildung 24: Geschäftsfall (Soll-Zustand) aus Zielvorgabe definieren

In Tabelle 25 sind Detailinformationen zu Schritt 3 zu finden.

Geschäftsfall (Soll-Zustand) aus Zielvorgabe definieren				
Bearbeitungsschritt	Ergebnis	Methoden/ Hilfsmittel	Auf- wand	Bemerkung
Sollwerte aus Zielvorgabe ermitteln	Parameterbezogene Sollwerte in allen Dimensionen ZKQ	<ul style="list-style-type: none"> • Zielvorgabe aus Schritt 1 • Top-Stellhebel aus Schritt 2 	mittel bis hoch	
Soll-Geschäftsfall aus Sollwert-Parametern aufbauen	Vollständig beschriebener Soll-Geschäftsfall	<ul style="list-style-type: none"> • Datenbasis 		Parameterbeziehungsrichtung beachten

Tabelle 25: Geschäftsfall (Soll-Zustand) aus Zielvorgabe definieren

Als erster Input werden die dimensionsbezogenen Zielvorgaben aus Schritt 1 (s. Kapitel 5.1.1) herangezogen; diese sind in der Regel bereits dimensionsbezogen quantifiziert. Eine solche Vorgabe könnte z.B. lauten: „Die Qualität der CAD-Daten, die aus den Konstruktionsbereichen an die Zeichnungsprüfung geschickt werden, muss um 5 % gesteigert werden.“ Sollten die Zielvorgaben noch nicht quantifiziert sein, so muss dies nun erfolgen, um die Sollwerte für die Parameter der Stellhebel berechnen zu können.

Diese in Schritt 2 gefundenen Top-Stellhebel bilden den zweiten Input für Schritt 3. Die Eigenschaften der Stellhebel (Zusammensetzung, Dimensionsklassifizierung, Beschreibung, FPEP-Phase etc.) sind aus der Definition des Ist-Geschäftsfalles bekannt, ebenso deren aktuelle konkrete Ausprägungen (Dimensionskennzahlen DKx, Parameterwerte). Im gewählten Beispiel setzt sich der Stellhebel SQ₁₂ aus den Parametern „Wissensgrad der Konstruktionsmitarbeiter“ und „ZP-Rückweisungsquote“ zusammen, wobei der erstgenannte Parameter den Wert 60 % aufweist und der zweite den Wert 40 % (s.a. Tabelle 24).

Aus diesen beiden Informationsquellen werden nun für jeden Stellhebel Soll-Parameterwerte generiert. Für das vorliegende Beispiel bedeutet dies, dass der Sollwert für den Parameter „ZP-Rückweisungsquote“ bei 35 % liegt (siehe Vorgabe oben: „5 % bessere Datenqualität“), während der Parameter „Wissensgrad“ abhängig von seinem Zusammenhang mit der Rückweisungsquote entsprechend anzupassen ist. Aus Kapitel 4.1.7 ist bekannt, dass der Sollwert für den Wissensgrad bei 85 % liegen muss, um die gesetzte Zielvorgabe zu erfüllen.

Dieses Verfahren ist auch bei allen anderen Parametern der identifizierten Top-Stellhebel in allen Dimensionen anzuwenden. Sollte es erforderlich sein – weil z.B. die Betrachtung der Top-Stellhebel alleine nicht genügend Optimierungspotenzial bietet, um die Zielvorgabe zu erreichen – so können auch für alle weiteren Parameter die Sollwerte errechnet werden. In jedem Fall sind alle ermittelten Sollwerte in die Datenbasis einzubringen. Auf diese Weise wird ein zweiter Geschäftsfall, der Soll- bzw. Optimierungsgeschäftsfall generiert, der sich vom Ist-Geschäftsfall alleine durch die Parameterwerte unterscheidet. Ein Ausschnitt aus der Sollwert-Übersicht, bezogen auf das gewählte Beispiel, ist in Tabelle 26 zu sehen.

Beschreibung Soll-Zustand (Übersicht), Dimension Q (Beispielwerte)					
Parameter 1	Sollwert Parameter 1	Parameter 2	Sollwert Parameter 2	ID Relation	DKQ der betrachteten Relation
Wissensgrad der MA im Konstruktionsbereich	85 %	ZP-Rückweisungsquote	35 %	SQ ₁₂	15,00
...

Tabelle 26: Beschreibung Soll-Zustand (Übersicht), Dimension Q (Beispielwerte)

Beim Berechnen der Sollwerte ist darauf zu achten, dass jeweils nur der Wert eines Parameters angepasst werden darf, da die Beziehungen gerichtet sind (s. Kapitel 4.1.4); der Sollwert des zweiten Parameters ergibt sich automatisch aus dem (mathematischen) Zusammenhang innerhalb der betrachteten Relation. Eine Umkehrung der Einflussrichtung (Inversion) nicht zulässig. Der Wert der Dimensionskennzahl (in obigem Beispiel DKQ) ändert sich im Übrigen nicht, da er nicht von den Parameterwerten, sondern nur von deren Gewichtung und Relationseinfluss sowie der Dimensionsgewichtung abhängt (s.a. Kapitel 4.1.4).

Für die Durchführung von Schritt 3 der PDM-Optimierungsmethodik ist mit insgesamt mittlerem bis hohem Aufwand zu rechnen, weil zwar der Geschäftsfall mit allen Parametern bereits definiert vorliegt (wirkt aufwandsmindernd), jedoch im Extremfall alle Parameter mit neuen Werten versehen werden müssen. Diese Sollwert-Ermittlung obliegt dem methodenanwendenden Bereich, es können aber auch durchaus (externe) Experten zu Rate hinzugezogen werden, zumal dann, wenn Parameter auftreten, die nicht in der Verantwortung des Anwenderbereichs liegen. Alleinige Aufgabe dieses Bereichs ist allerdings die Sicherstellung der Dokumentation des Soll-Geschäftsfalls in der Datenbasis durch den Projektleiter.

5.1.4 Schritt 4: Ist- und Soll-Geschäftsfall vergleichen und Delta offenlegen

Der vorletzte Schritt zur Anwendung der PDM-Optimierungsmethodik ist vergleichsweise einfach durchzuführen: es werden nun die beiden Geschäftsfälle (Ist und Soll) dimensionsbezogen auf der Parameterwertebene miteinander verglichen und das jeweilige Delta aufgezeigt (s. Abbildung 25).



Abbildung 25: Ist- und Soll-Geschäftsfall vergleichen und Delta offenlegen

Das Ziel dieses Schritts ist es, eine Übersicht zu schaffen über alle Parameter-Ist- und Sollwerte, um so eine Basis für die Erstellung der Optimierungshandlungsempfehlung aufzubauen (s. Kapitel 5.1.5). Tabelle 27 informiert über Details zum Ist-Soll-Vergleich.

Ist- und Soll-Geschäftsfall vergleichen und Delta offenlegen				
Bearbeitungsschritt	Ergebnis	Methoden/ Hilfsmittel	Auf- wand	Bemerkung
Ist-Soll-Vergleich durchführen	Übersicht über alle Parameter mit Ist- und Soll-Werten	<ul style="list-style-type: none"> • Parameterwerte (ist und Soll) • Datenbasis 	gering	Dimensionsbezug beachten
Delta auf Parameterwertebene ermitteln	Liste mit allen Relationen, sortiert nach der Höhe des Unterschieds			Automatisiert aus Datenbasis

Tabelle 27: Ist- und Soll-Geschäftsfall vergleichen und Delta offenlegen

In den Schritten 2 und 3 der Optimierungsmethodik wurde die Basis geschaffen für den Ist-Soll-Vergleich. Dabei wurden zwei Geschäftsfälle aufgebaut, jeweils einer für den Ist- und Soll-Zustand. Durch einen Vergleich der entsprechenden Parameterwerte der beiden Geschäftsfälle lassen sich die Parameter mit dem größten Optimierungsbedarf ermitteln, d.h. jene Parameter, bei denen das Delta zwischen Ist- und Sollwert besonders groß ist. Diese können über eine Auswertung aus der Datenbasis ausgegeben werden. Ein Beispiel für eine solche Auswertung ist in Tabelle 28 zu sehen.

Übersicht Ist- und Soll-Zustand und Delta, Dimension Q					
ID Relation	ID Parameter	Parameter	Ist-Wert	Sollwert	Delta
SQ ₁₂	P1	Wissensgrad der MA im Konstruktionsbereich	60 %	85 %	25 %
SQ ₁₂	P2	ZP-Rückweisungsquote	40 %	35 %	5 %
...

Tabelle 28: Übersicht Ist- und Soll-Zustand und Delta, Dimension Q

Dabei werden zunächst nur die Top-Stellhebel des Geschäftsfalles betrachtet, also jene Relationen, die, verglichen mit den anderen Relationen der gleichen Dimension, eine besonders hohe Dimensionskennzahl DKx aufweisen. Sollte es sich jedoch zeigen, dass die Parameter der identifizierten Top-Stellhebel kein entsprechendes Optimierungspotenzial aufweisen, so kann man, wie oben erwähnt, Schritt 3 der Optimierungsmethodik auch auf die bisher nicht betrachteten Parameterrelationen anwenden und den Ist-Soll-Vergleich für alle in den Geschäftsfällen auftretenden Relationen durchführen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass viele dieser Relationen eine z.T. sehr niedrige Dimensionskennzahl DKx aufweisen, d.h. ihr Gesamteinfluss auf die betrachtete Dimension ist gering. Im umgekehrten Fall – es haben sich zu viele Top-Stellhebel als optimierungsbedürftig erwiesen – kann man sich entweder auf die Top 5-Stellhebel pro Dimension beschränken oder gezielt nur in einer bestimmten Dimension Optimierungen vornehmen.

Die Durchführung des Ist-Soll-Vergleichs liegt wiederum in der Hand des anwendenden Bereichs und kann bei entsprechender Einrichtung der Datenbasis weitgehend automatisiert werden. Daher hält sich der Aufwand in Grenzen und kann als gering angesehen werden.

5.1.5 Schritt 5: Ganzheitliche Handlungsempfehlungen erstellen

Der letzte Schritt zur Anwendung der „Methodik zur Optimierung des PDM-Einsatzes“ beinhaltet in die Ableitung von Handlungsempfehlungen, wie man den Soll-Zustand ausgehend vom Ist-Zustand erreichen kann.

<p>Ganzheitliche Handlungsempfehlungen erstellen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Handlungsempfehlungen zur Optimierung des Ist-Zustandes erstellen ▪ Anforderungskonforme Handlungsempfehlungen auswählen ▪ Zulässige Lösungen in der KB ablegen
<p>Ergebnis: Ganzheitliche Handlungsempfehlungen zur Optimierung des betrachteten PDM-Geschäftsfalls</p>	

Abbildung 26: Ganzheitliche Handlungsempfehlungen erstellen

Dazu wird ähnlich wie in Schritt 7 der „Methodik zur Lösung von PDM-Problemen“ (s. Kapitel 4.1.7) vorgegangen, die Basis für die Handlungsempfehlungen bildet hier jedoch der Soll-Geschäftsfall und nicht ein dimensionsbezogenes Teillösungsfeld. Die im ersten Teilschritt auf dieser Basis erstellten Handlungsempfehlungen werden anschließend auf ihre Anforderungskonformität hin überprüft und die geeignetsten davon ausgewählt. Die gefundenen Lösungen sind in der Knowledge Base zu dokumentieren. In Tabelle 29 sind die genannten Teilschritte detailliert dargestellt.

Ganzheitliche Handlungsempfehlungen erstellen				
Bearbeitungsschritt	Ergebnis	Methoden/ Hilfsmittel	Auf- wand	Bemerkung
Handlungsempfehlungen zur Optimierung des Ist-Zustandes erstellen	Vorschlag (Liste) mit allen zu optimierenden Parameterwerten	<ul style="list-style-type: none"> • Datenbasisrecherche • Workshop 	mittel bis hoch	Soll-Werte als Basis
Anforderungskonforme Handlungsempfehlungen auswählen	Übersicht mit allen anforderungskonformen Handlungsempfehlungen			Umsetzbarkeit beachten
Zulässige Lösungen in der KB ablegen	Optimierte KB	<ul style="list-style-type: none"> • Datenbasis 	gering	

Tabelle 29: Ganzheitliche Handlungsempfehlungen erstellen

Im Rahmen von Schritt 4 wurden die zu optimierenden Parameterrelationen ermittelt; nun müssen für diese Relationen Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, wobei es zwei Vorgehensweisen gibt, um zu einem Ergebnis zu kommen. Zum einen kann man das betrachtete Optimierungspotenzial verbal und/oder mathematisch formulieren und daraus eine Aufgabe im Sinne der Definition nach Pahl und Beitz /PAHL03/ ableiten. Für diese Aufgabe sind dann auf methodisch-systematischer Basis analog zur PDM-Teilproblemlösungssuche (s. Kapitel 4.1.5) Lösungen zu ermitteln. Um bei dieser Arbeitsweise eine möglichst große Lösungsbandbreite zu generieren, bie-

tet sich die Veranstaltung eines Workshops mit entsprechenden Experten an (s.a. Kapitel 3.2). Die gefundenen Lösungen sind dann auf ihre Anforderungs- und Zielkonformität hin zu überprüfen; gibt es hier keine Einwände, so können die konkreten Handlungsempfehlungen analog zu Kapitel 4.1.7 erstellt werden. Diese Ergebnisse werden anschließend in die Knowledge Base eingestellt, um sie auch anderen Nutzern zur Verfügung zu stellen.

Die zweite Möglichkeit, Optimierungspotenziale zu finden, besteht darin, in der Datenbasis zu recherchieren: ist die zu optimierende Parameterrelation bereits schon einmal im Rahmen der Problemlösungsmethodikenanwendung analysiert worden? Welche (PDM-) Probleme haben sich ggf. dabei gezeigt und welche Lösungen konnten dafür gefunden werden? Können einige oder alle diese Lösungen auch zur Relationsoptimierung im vorliegenden Geschäftsfall verwendet werden? Sollten sich in der Datenbasis entsprechende Lösungen befinden, so sind diese auf ihre Anforderungs- und Zielkonformität hin zu untersuchen und, falls sich aus dieser Untersuchung keine Einwände gegen eine Verwendung ergeben, in Handlungsempfehlungen analog zur in Abschnitt 4.1.7 gezeigten Vorgehensweise umzusetzen. In der Datenbasis ist zudem an der entsprechenden Relation die neue Verwendungsmöglichkeit der Lösung zu vermerken.

Das Ergebnis dieses letzten Schritts der Optimierungsmethodik ist eine Übersicht mit allen anforderungskonformen Handlungsempfehlungen (bezogen auf die jeweils betrachtete Relation). Für die Umsetzung der Handlungsempfehlungen gilt das in Kapitel 4.1.7 Gesagte: um eine sinnvolle Implementierung der Optimierungsvorschläge zu gewährleisten, ist die Einrichtung eines eigenen Projekts mit allen Randbedingungen (Ressourcen, Planung etc.) anzuraten; im Rahmen der vorliegenden Arbeit kann hierauf jedoch nicht näher eingegangen werden.

Der Aufwand für die drei Teilschritte zur Ermittlung und Auswahl von Handlungsempfehlungen ist, je nach Größe des gewählten Geschäftsfalles, mittel bis hoch anzusetzen, da die Recherche und Auswahl bereits generierter Lösungen aus der Datenbasis sehr zeitintensiv sein kann. Auch ein Expertenworkshop, in dessen Rahmen Handlungsempfehlungen generiert werden und dessen Durchführung vom methodenanwendenden Bereich organisiert werden sollte, ist vom Aufwand her eher hoch zu bewerten. Die parallel dazu laufende Ergebnisdokumentation in der Knowledge Base ist hingegen wenig aufwendig, allerdings umso wichtiger, um zu gewährleisten, dass im Laufe der Methodenanwendung keine Informationen verloren gehen.

5.2 Geschäftsfaldefinition standardisieren: „Templates“

In Kapitel 5.1.2 wurde darauf hingewiesen, dass es unter bestimmten Umständen möglich ist, die Anwendung der Optimierungsmethodik zu beschleunigen. Dies ist immer dann möglich, wenn ein Geschäftsfall optimiert werden soll, der bereits einmal oder mehrfach anhand der Problemlösungsmethodik bearbeitet und entsprechend in der Knowledge Base abgelegt wurde. Dazu müs-

sen sich jedoch die Randbedingungen absolut gleichen, d.h. es darf zwischen dem aktuellen und dem in der Datenbasis befindlichen Geschäftsfall in Bezug auf FPEP-Phase, Prozesse, Beteiligte sowie Parameter und die dazugehörigen Relationen keine Abweichung geben.

Da es einerseits sehr unwahrscheinlich ist, dass sich zwei Geschäftsfälle in allen Details gleichen, sich andererseits aber in vielen Fällen inhaltliche Überschneidungen ergeben, bietet es sich an, bestimmte, immer wiederkehrende Geschäftsfallelemente in der Datenbasis vorzudefinieren und darauf eine der beiden Methodiken anzuwenden. Um diese „Geschäftsfallvorlagen“, englisch „Templates“, nutzen zu können, muss an den beschriebenen Methodiken nichts geändert werden. Es sind allerdings im Vorfeld der Methodenanwendung einige Punkte zu beachten:

- Der eigentlichen Methodenanwendung muss ein „Schritt 0“ vorgeschaltet werden, in dem das (PDM-) Umfeld auf bestimmte, immer wiederkehrende Probleme oder Optimierungsprojekte durchsucht wird. In der Praxis ist dies kein allzu schwieriges Unterfangen, da sich in vielen Firmen eine „Lessons learned“-Kultur herausgebildet hat. Das bedeutet, dass am Ende eines Projekts, z.B. bei Markteinführung eines neuen Pkw, alle relevanten Entwicklungsbeteiligten in Klausur gehen und sehr detailliert analysieren, was im abgeschlossenen Projekt gut und was schlecht gelaufen ist. Die gefundenen Erkenntnisse werden dokumentiert und an die Projektverantwortlichen übergeben; sie können auch sehr gut als Basis für ein Geschäftsfalltemplate verwendet werden.
- Es sind im Vorfeld der Definition der Geschäftsfalltemplates so viele Praxisfälle wie möglich zu analysieren und auf Gemeinsamkeiten hin zu untersuchen, um zu gewährleisten, dass die Templateinhalte möglichst generisch und damit für ein breites Geschäftsfallspektrum anwendbar sind.
- Wird ein Template neu definiert, so sollte es möglichst vor dem produktiven Einsatz mindestens einmal „durchgespielt“ werden, d.h. die Problemlösungsmethodik sollte darauf angewendet werden. Auf diese Weise kann man sicherstellen, dass
 - der Anwender später sicher mit der Methodik umgehen kann,
 - unvorhergesehene Schwierigkeiten, Templateunschärfen oder -fehler im Vorfeld erkannt werden und
 - dass diese baldmöglichst bereinigt werden können.
- Nach dem Testlauf – und auch nach einem produktiven Einsatz – sollten die Lösungen überprüft werden, die mit Hilfe der Methodik gefunden wurden. Dabei sollten folgende Fragen beantwortet werden, um das Template weiter zu optimieren:
 - Sind die gefundenen Lösungen und/oder Handlungsempfehlungen gut umsetzbar?

- Sind die Lösungen zielkonform und stellen sie eine echte Verbesserung des Ist-Zustandes dar?
- Haben sich die gefundenen Lösungen vielleicht schon einmal in der Praxis bewährt?
- Ist die Methodik anwenderfreundlich und fehlertolerant?
- Wie groß ist der Aufwand der Methodenanwendung insgesamt und in einzelnen Schritten?

Es hat sich in der Praxis gezeigt, dass die Templates das Arbeiten mit den beiden in Kapitel 4 und 5 vorgestellten Methodiken erheblich erleichtern – wenn auf die oben genannten Punkte geachtet wird. Bevor die Templates jedoch voll einsatzfähig sind, muss ein gewisser Aufwand in deren Definition und Testing investiert werden. Dieser kann, je nach Granularität und Größe des Templates sowie der eingesetzten Personalkapazität, durchaus mehrere Wochen betragen. Zudem muss die Datenbasis entsprechend erweitert und ständig gepflegt werden. Letztlich zahlt sich dieser Aufwand jedoch aus; es sind mit dem Templateinsatz gegenüber der „Standard-Methodenanwendung“ Zeiteinsparungen von bis zu 50 % möglich.

5.3 Zusammenfassung

In Kapitel 5 wurde aufgezeigt, wie man die zuvor im Rahmen des vorliegenden Konzepts entwickelte Problemlösungsmethodik (s. Kapitel 4) erweitern kann, um ein bereits analysiertes PDM-Umfeld anhand definierter Zielvorgaben zu optimieren. Dazu wird zunächst ein PDM-Geschäftsfall mit allen Randbedingungen (FPEP-Phase, relevante Prozesse und Beteiligte etc.) aufgebaut, der soweit wie möglich aus bereits bekannten Parametern und Parameterrelationen zusammengesetzt wird. Dadurch, dass diese Elemente bereits bekannt sind, kann der Analyseaufwand vergleichsweise gering gehalten werden. Ist der Geschäftsfall definiert, so werden den Parametern und ihren Relationen Werte zugewiesen, die den Ist-Stand abbilden. Auf der Basis der Zielvorgaben werden anschließend die Parameter und ihre Relationen mit Sollwerten versehen und zu einem Soll-Geschäftsfall zusammengesetzt. Darauf folgt der Vergleich des Ist- mit dem Soll-Geschäftsfall auf Parameterwertebene. Hierbei werden diejenigen Relationen als besonders optimierungsfähig definiert, deren Parameterwerte ein großes Delta zwischen Ist und Soll aufweisen und deren Dimensionskennzahl einen gewissen, vorher festzulegenden Wert überschreitet („Top-Stellhebel“, s.a. Kapitel 4.1.4). Für diese Relationen sind nun Handlungsempfehlungen zur Geschäftsfalloptimierung zu erstellen. Diese können entweder in einem Workshop mit entsprechenden Experten generiert oder direkt aus der Datenbasis abgeleitet werden. Unabhängig von der Vorgehensweise müssen die gefundenen Handlungsempfehlungen auf Ziel- und Anforderungskonformität hin überprüft wer-

den. Gibt es hier keine Einwände, so sind die gefundenen Lösungen in der Knowledge Base zu dokumentieren.

Um den Aufwand für die Anwendung einer der beiden Methodiken zu minimieren, besteht die Möglichkeit, immer wiederkehrende Geschäftsfälle oder zumindest bestimmte Elemente daraus als „Vorlage“ (engl. „Template“) zu vordefinieren und in der Knowledge Base abzulegen. Grundvoraussetzung zur Verwendung von Templates ist eine gepflegte und konsistente Datenbasis. Mit Hilfe der Templates kann der zur Methodenanwendung erforderliche Zeitaufwand gegenüber der Standardanwendung in bestimmten Fällen um bis zu 50 % reduziert werden.

6 Validierung des Konzepts

Das vorliegende Konzept ist nach einer Reihe von kleineren Projekten und Vorstudien in der PDM-Praxis bei einem Pkw-OEM entstanden. Es bezieht sich daher mit seinen Aussagen und Annahmen auf den Bereich Automobilindustrie, und hier insbesondere auf den Bereich der Pkw-Entwicklung. Nach der Aufstellung der dem Konzept zugrundeliegenden Theorie wurde ein Projekt zur Konzeptvalidierung aufgesetzt, welches mit einer Personalkapazität von ca. 1 Mannjahr ausgestattet war. Die im Laufe dieses Projekts gewonnenen Erkenntnisse werden nun im folgenden Kapitel 6 zusammengefasst.

In Kapitel 4 wurde darauf hingewiesen, dass bei der Definition eines Geschäftsfalls darauf zu achten ist, dass zunächst jene Parameter berücksichtigt werden, die durch den anwendenden Bereich am besten beeinflusst werden können. Im Validierungsprojekt ist der methodenanwendende Bereich die Datenmanagementabteilung des oben erwähnten OEM. Hinter diesem Bereich verbergen sich zwei Organisationseinheiten mit insgesamt ca. 120 Mitarbeitern, in deren Zuständigkeit die operative Erstellung der Stücklisten für alle Produktlinien, eine zentrale Zeichnungs- und Geometrieprüfung sowie die Verantwortung für die Behebung aller in der Operativen auftretenden methodischen Probleme fallen.

Zur besseren Verständlichkeit, gerade im Hinblick auf die OEM-spezifischen Aspekte, werden zunächst die relevanten Prozesse und Begriffe vorgestellt (Kapitel 6.1). Die Beschreibung der Methodenanwendung im Projektkontext erfolgt dann in Kapitel 6.2 anhand eines ausgewählten und in der Ausführlichkeit komprimierten Beispiels. In Abschnitt 6.3 werden die im Laufe der Validierung gewonnenen Erkenntnisse zusammengefasst.

6.1 Relevante Prozesse

Auf die Komplexität des Fahrzeugentwicklungsprozesses wurde bereits hingewiesen (s. Kapitel 2.3), ebenso darauf, dass es für große Unternehmen, die ein komplexes Produkt anbieten, charakteristisch ist, dass alle Interaktionen und Aufgaben über Prozesse abgebildet werden. Es wurde zudem gezeigt, dass sich der Pkw-Entwicklungsprozess auf verschiedene Subprozesse, auch „FPEP-Spuren“ genannt, herunterbrechen lässt (s. Abbildung 6). Eine dieser Spuren, die „Dokumentations- und Freigabespur“, ist für die Validierung besonders relevant; im FPEP läuft sie unter dem Begriff „übergreifende Themen“. Abbildung 27 zeigt diese Spur im Detail.

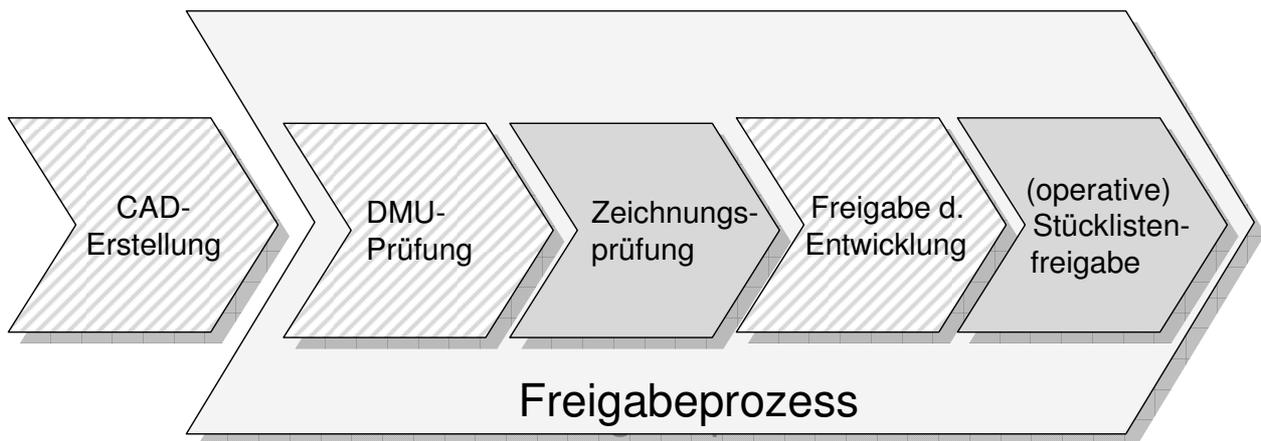


Abbildung 27: Übersicht der validierungsrelevanten Prozesse

Bei Betrachtung von Abbildung 27 fällt als erstes auf, dass der Prozess der CAD-Erstellung (im Folgenden auch als Entwicklungs- oder Konstruktionsprozess bezeichnet) nicht Bestandteil des Freigabeprozesses ist. Er wird vielmehr als Inputgeber für den Freigabeprozess gesehen und daher im Folgenden nicht detaillierter besprochen. Der Grund für diese Grenzziehung zwischen dem Entwicklungs- und dem Freigabeprozess liegt darin, dass der methodenanwendende Bereich im vorliegenden Validierungsbeispiel der PDM-Bereich ist und der Entwicklungsprozess außerhalb der PDM-AKV liegt. Auch innerhalb des Freigabeprozesses gibt es zwei Teilprozesse, die nicht durch das PDM verantwortet werden und deshalb ebenfalls außerhalb der Betrachtung liegen (in Abbildung 27 schraffiert dargestellt). Es sind dies der DMU-Prüfprozess und die formelle Bauteilfreigabe durch die Entwicklungsbereiche.

Erreicht ein Bauteil, das in der Stückliste freigegeben werden soll, die entsprechende konstruktive Reife, so wird es durch den Konstruktionsbereich in den Freigabeprozess gestellt. „Freigabe“ bedeutet in diesem Zusammenhang: Eine Sachnummer wird für alle Folgeprozesse entsprechend ihrem Reifegrad verbindlich verwendbar gemacht. Notwendig wird eine Freigabe, wenn sich z.B. gegenüber einem aktuell verwendeten Bauteil eine technische Änderung ergibt. Grundsätzlich kann eine Freigabe zu jedem beliebigen Punkt sowohl in der Entwicklungsphase als auch in der Serienphase einer Fahrzeugbaureihe erforderlich werden, doch gibt es gerade in der Entwicklungsphase spezielle Zeitpunkte, an denen Freigaben zwingend erfolgen müssen. Diese Punkte heißen Meilenstein (Mx) und sind in den fahrzeugbaureihenspezifischen Entwicklungsplänen hinterlegt (s.a. Kapitel 2.3).

Jede Änderung erhält eine individuelle Nummer, die im Folgenden als „ECO-Nummer“ bezeichnet wird (ECO = „Engineering Change Object“, dt. „Konstruktionsänderungsobjekt“), der 1 bis n zu ändernde Teile zugeordnet sein können. Diese ECO-Nummer wird der Konstruktion durch den PDM-Bereich zur Verfügung gestellt und findet in allen betroffenen (PDM-) Systemen durchgängig Verwendung. Neben den zu ändernden Sachnummern werden auf diesem Objekt werden noch

weitere Zusatzinformationen vermerkt: der gewünschte Reifegrad, der gewünschte Einsatztermin, die gewünschte Verwendung in der Stückliste, Informationen über Sonderausstattungscode etc.

Wird ein solches ECO durch den Bauteilverantwortlichen also in den Freigabeprozess (im Folgenden auch als „Freigabeworkflow“ bezeichnet) gestellt, so geht sie als erstes in die DMU-Prüfung (s. Abbildung 27), vorausgesetzt, es handelt sich um 3D-Geometrien, die als „DMU-relevant“ gekennzeichnet wurden. Die DMU-Prüfung erfolgt durch die Gesamtfahrzeugabteilung; hier wird analysiert, ob die zu ändernden Teile Kollisionen mit anderen Komponenten haben (s.a. Kapitel 2.2). Ist dies der Fall, so erfolgt eine Rückweisung an den Konstrukteur mit der Bitte, die Kollision zu beheben.

Sind keine Kollisionen zu entdecken, geht das ECO an die Zeichnungsprüfung. Hier wird anhand von insgesamt über 100 Prüfpunkten pro Bauteil untersucht, ob die Geometrien (2D und 3D) den OEM-internen Datenqualitätsanforderungen entsprechen. Diese Anforderungen betreffen formale Punkte (z.B. Verwendung eines durch den OEM freigegebenen CAD-Startmodells) ebenso wie inhaltliche (richtige Angabe von Normen, richtige und vollständige Befüllung der Stamm- und anderen Metadatenfelder etc.). Wird auf einem ECO kein Teil bemängelt, so spricht man im Sinne des vorliegenden Konzepts von 100 % Datenqualität. Finden sich jedoch Fehler, so wird das ECO zusammen mit einem Fehlerprotokoll an den Bauteilverantwortlichen zurückgewiesen. Dabei wird auch erfasst, wie viele Sachnummern fehlerhaft sind; sind z.B. von 10 Teilen auf einem ECO 5 fehlerhaft, so verfügt dieses ECO über 50 % Datenqualität. Je nach Fahrzeugentwicklungsprojekt und dem Wissen der Bauteilverantwortlichen kann es sein, dass ein ECO mehrfach geprüft werden muss, bis 100 % Datenqualität erreicht sind und die ZP-Freigabe erteilt werden kann. Diese Freigabe ist jedoch die Voraussetzung, um den nächsten Schritt, die Freigabe durch den Konstruktionsbereich, absolvieren zu können. Dieser Schritt besteht darin, dass der Bauteilverantwortliche und seine Vorgesetzten der nächsten beiden Hierarchiestufen, ihre (digitalen) Unterschriften unter das ECO setzen.

Ist dies geschehen, erfolgt die eigentliche operative Freigabe. Diese wird bei dem betrachteten OEM exklusiv durch den PDM-Bereich in einem speziellen Stücklistensystem durchgeführt, das alle relevanten Informationen nach der Freigabe in die betroffenen Produktionswerke versorgt. Auch hier kann es vorkommen, dass ein ECO zurückgewiesen wird, weil z.B. Einsatztermine nicht eindeutig vermerkt wurden oder andere Angaben fehlen. Kann die Freigabe mit dem entsprechenden Reifegrad jedoch erfolgen, so dürfen die neuen Teile durch die Logistikbereiche beschafft werden.

6.2 Validierungsbeispiel

In Kapitel 4.1 wurde beschrieben, wie die „Methodik zur Lösung von PDM-Problemen“ aufgebaut ist. Im nun folgenden Abschnitt wird die Methodenanwendung an einem durchgängigen Beispiel, das auf den Ergebnissen eines OEM-PDM-internen Projekts basiert, dargestellt.

Im Rahmen dieses Projekts wurde ein Geschäftsfall aus zwei konkreten PDM-Problemen abgeleitet, die besagten, dass a) die Zeitspanne, die aktuell zur Freigabe von Bauteilen in der Stückliste erforderlich ist, zu groß und b) die Qualität der Geometrien, die aus dem Konstruktionsbereich in den PDM-Bereich zur Zeichnungsprüfung und anschließenden Freigabe übergeben werden, bei weitem zu gering sei.

6.2.1 Schritt 1: Problem formulieren und Zielzustand definieren

Im ersten Schritt, der analog zu Kapitel 4.1.1 erfolgt, gilt es, das zu lösende Gesamtproblem zu formulieren und den Zielzustand zu definieren. Im vorliegenden Fall wurde die Methodenanwendung im Rahmen eines Projekts durchgeführt. Aus dem Projektauftrag wurde als erstes die Problemformulierung abgeleitet, die aus zwei Punkten besteht:

- Die Zeitspanne, die aktuell zur Freigabe von Bauteilen in der Stückliste erforderlich ist, ist zu groß.
- Die Qualität der Geometrien, die aus dem Konstruktionsbereich in den PDM-Bereich zur Prüfung und anschließenden Freigabe übergeben werden, ist zu gering.

Darauf aufbauend wurde durch den Projektauftraggeber ein Zielzustand definiert, der sich letztlich darauf reduzieren lässt, dass die oben als Problem formulierten Punkte zufriedenstellend und dauerhaft abzustellen sind. Konkrete Zahlenwerte wurden erst im zweiten Schritt, der Geschäftsfalldefinition, angegeben.

Analog zur in Kapitel 4.1.1 beschriebenen Methodik wurden auch die Randbedingungen aufgenommen, die im Laufe der Methodenanwendung eventuell negative Auswirkungen haben könnten. Es wurden dabei folgende Punkte als Hindernisse im Sinne der Definition in Abschnitt 4.1.1 gefunden:

- Es kann bei der Projektdurchführung nur auf sehr wenige Zusatzressourcen zurückgegriffen werden, d.h. der Projektleiter konnte über keine dauerhafte Projektmannschaft verfügen.
- Workshops mit einem Umfang länger als drei Stunden wurden nur in Ausnahmefällen genehmigt.
- Die Einführung neuer (EDV-) Systeme wurde aus Kostengründen abgelehnt, die Problem-

lösung musste also mit den vorhandenen Systemen erfolgen.

Auf dieser Ausgangsbasis wurde als nächstes der PDM-Geschäftsfall aufgebaut.

6.2.2 Schritt 2: PDM-Geschäftsfall definieren

Nach der Theorie, wie sie in Kapitel 4.1.2 beschrieben wurde, ist es bei der Definition des Geschäftsfalls zunächst erforderlich, den Betrachtungsumfang zu definieren. Dabei ist auf mögliche Abhängigkeiten der PDM-Probleme von den FPEP-Phasen und den vorkommenden Prozessen ebenso zu achten wie auf die Wahl eines Geschäftsfalls, den der anwendende Bereich maximal beeinflussen können sollte.

Im Fall des Validierungsbeispiel war nach einer eingehenden Analyse der Problemformulierung klar, dass aufgrund der gegebenen Randbedingungen (s. Kapitel 6.2.1) eine enge Begrenzung des Geschäftsfalles erforderlich werden würde. Konkret bedeutete dies, dass nur ein Prozess, nämlich der ZP-Prozess, betrachtet wurde und dass der Geschäftsfall so zu definieren war, dass keine FPEP-Phasenabhängigkeit mehr bestand.

Darauf aufbauend wurden durch den Projektleiter vom Projektauftraggeber die konkreten Zielvorgaben eingeholt, welche wie folgt formuliert wurden:

- Die Freigabedurchlaufzeit bezogen auf die Zeichnungsprüfung ist um 5 % zu senken.
- Die Umsetzung aller Maßnahmen muss kostenneutral erfolgen können; eine Ausweitung der ZP-Mannschaft ist nicht zulässig.
- Die Qualität der Zeichnungsprüfung, also die Fehlerquote der Prüfer, darf auf keinen Fall ansteigen.
- Die Datenqualität beim Eingang in der Zeichnungsprüfung ist den Konstruktionsbereichen durch geeignete Maßnahmen transparent zu machen.

Weitere Anforderungen an die Lösungsvorschläge wurden nicht gestellt. Im Laufe der Methoden-anwendung hat es sich als hilfreich erwiesen, diese Anforderungen immer wieder zum Abgleich mit bereits generierten Lösungen heranzuziehen.

Die Durchführung der Schritte 1 und 2 (Kapitel 6.2.1 und 6.2.2) war relativ schnell zu bewältigen; insgesamt mussten nur ca. 2 Mannwochen investiert werden, deren Hauptanteil die Einrichtung der Datenbasis zur zentralen Ablage der Erkenntnisse aus der Methoden-anwendung und das Abfragen der Projektauftraggeber ausmachten. Als Datenbasis wurde eine MS Access-Datenbank verwendet, die auf einem Laufwerk mit Zugriffsbegrenzung abgelegt wurde.

6.2.3 Schritt 3: Relevante Parameter identifizieren und beschreiben

Nach der in Kapitel 4.1.3 beschriebenen Vorgehensweise sind im ersten Teilschritt zur Parameteridentifikation die Kriterien für die Parameterauswahl festzulegen. Im vorliegenden Beispiel wurden dabei jedoch keine allgemeingültigen Kriterien gefunden; vielmehr wurde zunächst die Parametersuche durchgeführt und anschließend diejenigen Parameter gewählt, die nach Ansicht der ZP-Experten den größten Einfluss innerhalb des Geschäftsfall haben. Es gibt nach Kapitel 4.1.3 zwei Verfahren, mit deren Hilfe man die relevanten Parameter finden kann (diskursive Verfahren/intuitive Verfahren). Die Identifikation der am Zeichnungs- und Geometrieprüfungsprozess beteiligten Parameter im Rahmen des Validierungsprojekts beruhte auf einer Kombination aus den beschriebenen Verfahren. Es wurden die intuitiven Verfahren „Experteninterview“ und „Brainstorming“ sowie eine systematische Parametersuche auf Basis einer Checkliste angewendet. Letztlich wurden mit diesen Methoden insgesamt fünf Parameter gefunden, denen im nächsten Schritt drei Eigenschaften zugewiesen wurden, nämlich eine verbale Beschreibung in Form einer Fragestellung, eine Gewichtung analog Tabelle 6 sowie die Klassifizierung in die drei Dimensionen ZKQ (s. Tabelle 30).

Beschreibung, Gewichtung und Klassifizierung der relevanten Parameter					
Benennung Parameter	Beschreibung des Parameters (Fragestellung)	Gewichtung	Klassifizierung (%)		
			Zeit	Kosten	Qualität
Anzahl MA ZP	Wie viele Mitarbeiter hat die Zeichnungsprüfung?	4	30	60	10
Wissen MA ZP	Wie gut sind die Mitarbeiter der Zeichnungsprüfung ausgebildet? Wie gut kennen sie die Prüfkriterien?	5	70	0	30
Durchlaufzeit ECO	Wie lange dauert es, bis die Änderung eines bestimmten Teileumfangs durch die ZP vollständig geprüft ist?	5	100	0	0

Beschreibung, Gewichtung und Klassifizierung der relevanten Parameter (<i>Fortsetzung</i>)					
Benennung Parameter	Beschreibung des Parameters (Fragestellung)	Gewichtung	Klassifizierung (%)		
			Zeit	Kosten	Qualität
Datenqualität	Sind die in der ZP eingehenden Daten aus dem Konstruktionsbereich inhaltlich gut genug, um den Prüfkriterien der ZP vollständig zu genügen?	5	20	0	80
ECO-Anzahl	Wie viele Einsatzmeldungen laufen in der ZP im betrachteten Zeitabschnitt auf?	5	80	0	20

Tabelle 30: Beschreibung, Gewichtung und Klassifizierung der relevanten Parameter

Die Gewichtung wurde mit Hilfe von Experteninterviews unter Verwendung von Fragebögen vorgenommen. Dabei wurden insgesamt über zwei Drittel der betroffenen Experten (Mitarbeiter aus dem PDM-Bereich und der Zeichnungsprüfung) befragt, so dass statistische Einflüsse weitgehend ausgeschlossen werden können /OHLH06/. Bei der Gewichtung haben alle ausgewählten Parameter bis auf einen die Höchstwertung von 5 erhalten (s. Tabelle 30). Das bedeutet, dass die befragten Experten allen im Rahmen des betrachteten Geschäftsfalls ausgewählten Parametern nahezu die gleiche Wichtigkeit einräumen.

6.2.4 Schritt 4: Relevante Parameterrelationen identifizieren und beschreiben

Nachdem die relevanten Parameter gefunden und beschrieben wurden, waren sie als nächstes – analog zur in Kapitel 4.1.4 beschriebenen Methode – zueinander in Beziehung zu setzen. Zunächst mussten wieder die Auswahlkriterien für die Relationsauswahl definiert werden. Nach Rücksprache mit den ZP-Experten wurde im Validierungsprojekt festgelegt, dass pro Dimension die drei Relationen mit den jeweils höchsten Dimensionskennzahlen DK_x als relevant betrachtet werden.

Daraufhin wurde im Rahmen eines Workshops die Einflussmatrix aufgestellt; sie ist in Tabelle 31 abgebildet.

Einflussmatrix des Validierungsbeispiels					
	Anzahl MA ZP	Wissen MA ZP	Durchlaufzeit ECOs	Datenqualität	Anzahl ECOs
Anzahl MA ZP		○	●	○	○
Wissen MA Prozess	○		●	○	○
Durchlaufzeit ECOs	●	○		○	○
Datenqualität	○	○	●		○
Anzahl ECOs	●	○	●	○	

Tabelle 31: Einflussmatrix des Validierungsbeispiels

In der Einleitung zu diesem Kapitel wurde darauf hingewiesen, dass einige Elemente der „Methodik zur Lösung von PDM-Problemen“ bereits im Rahmen kleinerer Projekte getestet wurden. Dazu gehört auch der Aufbau der Einflussmatrix, bei dem sich in der Vergangenheit gezeigt hat, dass Einflussgewichtungen kleiner 0,6 nicht weiter betrachtet werden müssen (s.a. Kapitel 4.1.4). Diese Tatsache reduzierte das in Tabelle 31 gezeigte Relationsfeld erheblich. Für die verbliebenen Relationen wurden die jeweiligen Dimensionskennzahlen nach der in Kapitel 4.1.4 gezeigten Formel berechnet und in einer Liste hinterlegt (s. Tabelle 32).

Errechnete Dimensionskennzahlen für Zeit (DKZ), Kosten (DKK) und Qualität (DKQ) im Rahmen des Validierungsbeispiels						
Benennung Relation		EG	DKZ	DKK	DKQ	
Anzahl MA ZP	→	Durchlaufzeit ECO	1	9,9	6,3	1,8
Wissen MA ZP	→	Durchlaufzeit ECO	1	15	1	4
Durchlaufzeit ECOs	→	Anzahl MA ZP	0,6	5,94	3,78	1,08
Datenqualität	→	Durchlaufzeit ECOs	1	10	1	9
ECO-Anzahl	→	Anzahl MA ZP	1	9,9	5,4	2,7
ECO-Anzahl	→	Durchlaufzeit ECOs	1	16	1	3

Tabelle 32: Errechnete Dimensionskennzahlen des Validierungsbeispiels

Im ersten Teilschritt von Schritt 4 wurde festgelegt, dass pro Dimension jeweils jene drei Relationen als relevant anzusehen sind, welche die höchsten Dimensionskennzahlen aufweisen; diese Relationen repräsentieren die drei Top-Stellhebel der Dimension ZKQ. Mit diesem Ergebnis wurde der Relationsworkshop beendet; die folgende Definition der Relationseigenschaften wurde projektintern durchgeführt und durch Expertengespräche am Ende von Schritt 4 inhaltlich abgesichert.

In Kapitel 4.1.4 wurde auf einige Relationseigenschaften hingewiesen, die im Rahmen der Methoden-anwendung von Interesse sein könnten. Im Validierungsbeispiel ist neben der Zuordnung zu den Dimensionen ZKQ lediglich eine Eigenschaft hinzugekommen, nämlich die verbale Beschreibung der Relation; auf eine mathematische Beschreibung der Relationen wurde aus Gründen der besseren Bearbeitbarkeit verzichtet. In Tabelle 33 sind die Stellhebel, ihre ID und ihre Beschreibung zu sehen. Da im vorliegenden Beispiel nur insgesamt neun Stellhebel vorhanden sind, wird bei der Vergabe der Stellhebel-IDs vom in Kapitel 4.1.4 gezeigten Schema abgewichen.

Stellhebel im Validierungsbeispiel (dimensionsbezogen)				
Dim.	ID	Stellhebel	Verbale Beschreibung	Bem.
Zeit	SZ ₁	ECO-Anzahl → Durchlaufzeit ECOs	Je größer die ECO-Anzahl, desto größer die Durchlaufzeit.	
	SZ ₂	Wissen MA ZP → Durchlaufzeit ECO	Je umfangreicher das Wissen der ZP-MA ist, umso geringer ist die ECO-DLZ	Inversion möglich
	SZ ₃	Datenqualität → Durchlaufzeit ECOs	Je schlechter die DQ beim Eingang in die ZP ist, desto höher ist die ECO-DLZ	Inversion möglich
Kosten	SK ₁	Anzahl MA ZP → Durchlaufzeit ECO	Je höher die Anzahl der MA, desto niedriger die ECO-DLZ	Inversion möglich
	SK ₂	ECO-Anzahl → Anzahl MA ZP	Je größer die Zahl der eingehenden ECOs, desto mehr ZP-MA sind erforderlich	
	SK ₃	Durchlaufzeit ECOs → Anzahl MA ZP	Je größer die DLZ der ECOs, desto mehr ZP-MA sind erforderlich	

Stellhebel im Validierungsbeispiel (dimensionsbezogen) (<i>Fortsetzung</i>)				
Dim.	ID	Stellhebel	Verbale Beschreibung	Bem.
Qualität	SQ ₁	Datenqualität → Durchlaufzeit ECOs	Je schlechter die DQ beim Eingang in die ZP ist, desto höher ist die ECO-DLZ	
	SQ ₂	Wissen MA ZP → Durchlaufzeit ECO	Je umfangreicher das Wissen der ZP-MA ist, umso geringer ist die ECO-DLZ	Inversion möglich
	SQ ₃	ECO-Anzahl → Durchlaufzeit ECOs	Je größer die ECO-Anzahl, desto größer die Durchlaufzeit.	

Tabelle 33: Stellhebel im Validierungsbeispiel (dimensionsbezogen)

In Kapitel 4.1.4 wurde darauf hingewiesen, dass die Relationen prinzipiell gerichtet sind. Von dieser Regel kann es jedoch Ausnahmen geben, wie sich im Laufe der Validierung gezeigt hat (s. Tabelle 33) zeigt. Eine generelle Zulässigkeit der Inversion von Relationen lässt sich daraus jedoch weiterhin nicht ableiten.

6.2.5 Schritt 5: Relationsprobleme ermitteln und lösen

Schritt 5 der Methodenanwendung (s.a. Kapitel 4.1.5) sieht vor, aus den gefundenen und beschriebenen relevanten Relationen PDM-Teilprobleme abzuleiten. Wiederum sind zunächst Kriterien festzulegen, um unterscheiden zu können, welche Probleme als relevant und welche als irrelevant zu betrachten sind. Im vorliegenden Fall wurde in einem Expertenworkshop festgelegt, dass vorrangig diejenigen Teilprobleme auszuwählen sind, welche durch den PDM-Bereich zu verantworten sind und somit auch unabhängig von anderen Bereichen PDM-intern gelöst werden können. Es hat sich im Verlauf des Workshops jedoch herausgestellt, dass dieses Kriterium eine unzulässige Verringerung des Stellhebelfeldes auf nurmehr zwei Relationen bedeutet hätte. Daher wurden nach einem Iterationsschritt letztlich alle Relationen als relevant betrachtet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in Tabelle 34 nur das Workshopergebnis bezogen auf die Dimension Zeit, dafür jedoch bereits mit allen Teillösungen, abgebildet.

Relevante Stellhebel, Teilprobleme und -lösungen im Validierungsbeispiel, Dimension Zeit					
Stellhebel Sx_n	Beschreibung Stellhebel	Zugeordnete Teilprobleme PZ_{nm}	Verbale Beschreibung von PZ_{nm}	Teillösung LX_{nma}	Beschreibung Teillösung
SZ ₁	ECO-Anzahl → Durchlaufzeit ECOs	PZ ₁₁	ECO-Anzahl zu hoch	LZ ₁₁₁	ECO-Anzahl senken durch Zusammenfassen von Änderungen
		PZ ₁₂	Zu viele Änderungen	LZ ₁₂₁	Änderungskriterien anpassen
SZ ₂	Wissen MA ZP → Durchlaufzeit ECO	PZ ₂₁	Wissen der ZP-MA zu gering	LZ ₂₁₁	MA qualifizieren
		PZ ₂₂	Prüfkriterien nicht verständlich	LZ ₂₁₂	Prüfkriterien anpassen/optimieren
SZ ₃	Datenqualität → Durchlaufzeit ECOs	PZ ₃₁	Datenqualität zu gering	LZ ₃₁₁	Datenqualität im Vorfeld erhöhen (durch ZP-Schulungen)
				LZ ₃₁₂	Datenqualität im Vorfeld erhöhen (durch gezielten ZP-Einsatz vor Start Workflow)

Tabelle 34: Relevante Stellhebel, Teilprobleme und -lösungen im Validierungsbeispiel

Die für die abgeleiteten Teilprobleme gefundenen Teillösungen wurden im Workshop sowohl mit Hilfe methodisch-systematischer als auch intuitiver Methoden ermittelt. Auf diese Weise wurden alle Dimensionen bearbeitet, so dass am Ende für jedes identifizierte Teilproblem mindestens eine Teillösung bereitgestellt werden konnte. Der Aufwand für den Workshop betrug insgesamt acht Stunden, unter der Beteiligung von 9 Experten und dem Projektleiter, d.h. in Schritt 5 waren insgesamt zwei Mannwochen zu investieren.

6.2.6 Schritt 6: Gesamtlösungsfeld generieren

Auf die Generierung der jeweiligen dimensionsbezogenen Teillösungen folgte als nächstes deren Kombination zu einem vorläufigen Gesamtlösungsfeld, wie in Kapitel 4.1.6 beschrieben. Dabei wurde, wie auch in Abbildung 18 gezeigt, die Einflussmatrix als Basis verwendet und die Ergebnis-

se aus Schritt 5 in die Matrixfelder eingetragen (s.a. Tabelle 16). Das Ergebnis dieses Teilschritts kann hier jedoch, wie auch die folgenden, aus Platzgründen nicht abgebildet werden. Es hat sich aber spätestens an dieser Stelle der Methodenanwendung erwiesen, dass die Einrichtung einer Datenbank unerlässlich ist.

Nachdem alle Matrixfelder entsprechend befüllt waren, wurden die Anforderungen aus Schritt 2 (s. Kapitel 6.2.2) an die gefundenen Teillösungen angelegt und im Zuge dessen alle nicht vorgabekonformen Lösungen als solche gekennzeichnet. Vor allem die Anforderung nach Kostenneutralität hat zu einer starken Dezimierung des Lösungsfelds beigetragen.

Entgegen der in Kapitel 4.1.6 formulierten Abschätzung erforderte gerade der zweite Teilschritt, der Vergleich zwischen Anforderungen und gefundenen Teillösungen, nicht die vorhergesagte Menge an Ressourcen, sondern erheblich weniger (insgesamt ca. $\frac{1}{2}$ Mannwoche). Die übrigen in Abschnitt 4.1.6 geäußerten Einschätzungen zum Ressourceneinsatz haben sich jedoch als treffend erwiesen; insgesamt erforderte die Bearbeitung von Schritt 6 mit allen Abstimmungs- und Verifizierungsrunden ca. 2 Mannwochen.

6.2.7 Schritt 7: Handlungsempfehlungen ableiten

Im letzten Schritt der Methodenanwendung im Rahmen der Validierung war – analog zu Kapitel 4.1.7 – aus den vorläufigen, dimensionsbezogenen Gesamtlösungsfeldern ein dimensionsübergreifendes Gesamtlösungsfeld aufzubauen, dessen Bestandteile anschließend auf Anforderungskonformität hin überprüft wurden. Aus dieser Matrix mussten zum Abschluss Handlungsempfehlungen generiert werden, wie die in Schritt 2 (s. Kapitel 6.2.1) formulierten Probleme unter Berücksichtigung der ebenfalls in Schritt 2 formulierten Anforderungen abgestellt werden könnten. Die Handlungsempfehlung, die sich in der Diskussion mit den Experten als geeignetste erwiesen hat, beinhaltet folgende Punkte:

- Es sind die Mitarbeiter im Konstruktionsbereich hinsichtlich der ZP-Normen eingehend zu schulen. Die Schulung kann aus der ZP heraus erfolgen, muss aber durch eine entsprechende budgetwirksame Verrechnung durch die Konstruktionsbereiche bezahlt werden.
- Es werden im Rahmen einer Arbeitsgruppe alle ZP-Prüfkriterien auf ihre Notwendigkeit hin untersucht; ggf. entfallen künftig einige Kriterien. Dies erleichtert einerseits die Arbeit der Zeichnungsprüfer und beschleunigt den Freigabedurchlauf.
- Es wird im Rahmen einer Neuausrichtung des Änderungsmanagements darauf hingewirkt, dass Änderungen zu paketieren sind, um den Aufwand in den Folgebereichen (ZP, Dokumentation) zu verringern.

Diese Maßnahmen wurden zum Abschluss des Projekts in einen Zeitplan übertragen und sind heute, in Verbindung mit weiteren Maßnahmen, die in weiteren Methodendurchläufen generiert wurden, im produktiven Einsatz.

6.3 Zusammenfassung

Die Validierung hat gezeigt, dass die „Methodik zur Lösung von PDM-Problemen“ in der Praxis gut anwendbar ist. Es gibt an einigen Stellen noch Justierungsbedarf (s.a. Kapitel 7), der sich jedoch mit überschaubarem Aufwand durchführen lassen sollte. Der Kapazitätseinsatz lag über das ganze Projekt gerechnet bei ca. einem Mannjahr, wobei mit der häufigeren Anwendung und der damit verbundenen Steigerung der Erfahrung noch Zeitpotenziale bestehen dürften.

Die Durchführung von Expertenworkshops hat sich bewährt; es wurden in diesen Veranstaltungen sehr gute Ergebnisse erzielt. Unerlässlich hierfür ist jedoch ein profundes Wissen an Moderationstechniken und Methoden zur Bearbeitung von Aufgaben und/oder Problemen. Die konsequente Dokumentation aller Ergebnisse hat sich als ebenso unverzichtbar gezeigt, womit auch die Notwendigkeit einer Methoden-Datenbasis nachgewiesen werden konnte; ohne die Einrichtung dieser Knowledge Base auf MS Access-Basis wäre die Anwendung der Methodik nicht möglich gewesen. Bei einer Ausweitung der Methodik auf weitere Bereiche sollte man jedoch die aktuell im Einsatz befindliche Datenbank gerade hinsichtlich ihrer Bedienbarkeit optimieren. Derzeit ist geplant, weitere Projekte zur Methodenanwendung aufzusetzen, um u.a. auch die Verwendung von Templates (s. Kapitel 5.2) eingehender zu testen.

Insgesamt kann man feststellen, dass sich das in den Abschnitten 4 und 5 entwickelte und beschriebene Konzept zur Optimierung des PDM-Einsatzes in der Automobilindustrie in der Praxis absolut bewährt hat.

7 Bewertung des Konzepts

In den vergangenen Kapiteln wurde gezeigt, wie das „Konzept zur Optimierung des PDM-Einsatzes in der Automobilindustrie“ aufgebaut ist und welche Anwendungsfälle es gibt. Durch die Validierung des Konzepts (s. Kapitel 6) konnten erste Praxiserfahrungen gesammelt werden, aus welchen sich die in diesem Abschnitt diskutierten Vor- und Nachteile ableiten lassen.

7.1 Vorteile des Konzepts

Die Validierung eines ersten „Konzeptprototyps“ hat eine Zahl an Vorteilen zutage gefördert. Diese sollen im Folgenden näher betrachtet werden.

- Das Konzept basiert weitgehend aus schon bekannten Elementen. Sowohl die Problemlösungstechniken, die auf der VDI-Richtlinie 2221 aufbauen /EHRL03; PAHL03; VDI93/, als auch die Szenariotechnik nach Gausemeier /GAUS97/ sind eingeführt und in vielen Lehrinhalten Bestandteil der (Ingenieurs-) Ausbildung. Weitere spezielle Kenntnisse sind nicht erforderlich. Damit ist eine leichte Erlernbarkeit und ebenso gute Anwendbarkeit des Konzepts gewährleistet.
- Viele Ideen und Optimierungsvorschläge aus Lessons learned-Analysen geraten gerade in großen Unternehmen in Vergessenheit, weil hier Verantwortlichkeiten mitunter sehr rasch wechseln und das Wissen sehr stark spezialisiert und personalisiert ist. Das vorliegende Konzept bietet hierzu eine Lösung an, indem eine Anbindung an die Knowledge Base-Theorie vorgesehen ist, mit einer zentralen Datenbasis als Wissensdrehscheibe.
- Durch die zur Methodendurchführung notwendigen PDM-Umfeldanalysen erhält der Anwender neben der Lösung der PDM-Probleme auch eine Übersicht über die PDM-Einflussfaktoren und deren Zusammenhänge im betrachteten Bereich, was auch in einem anderen Kontext als dem vorliegenden von Nutzen sein kann, z.B. bei der Neuorganisation von OE-Strukturen, der Umpriorisierung von Aufgaben oder Ermittlung von Effizienzpotenzialen.
- Es sind Workshops und Experteninterviews als zentrale Hilfsmittel der Methoden Anwendungen vorgesehen; das Konzept verfügt also über einen kooperativen Ansatz. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass möglichst viel und breit gestreutes Wissen Eingang in die Problemlösung findet. Dadurch wird zudem stark auf die breite Verankerung im anwendenden (PDM-) Bereich gesetzt.

- Die nötigen Investitionen in IT und Ressourcen sind vergleichsweise gering. Um die Methodik sinnvoll anwenden zu können, ist ein handelsübliches Datenbanksystem wie MS Access im ersten Ansatz vollkommen ausreichend. Die Anforderungen an die Personalkapazität des anwendenden Bereiches sind ebenfalls nicht sehr hoch; für kleine bis mittelgroße Umfänge reicht ein Projektleiter, der auf eine temporäre Projektmannschaft zurückgreifen kann.
- Über die Verwendung von „Templates“ ist in das Konzept eine Selbstoptimierungsfunktion integriert: mit jeder weiteren Methodenanwendung werden die Informationen in der Datenbasis immer detaillierter und tragen so wiederum zur Effizienzsteigerung bei der Bearbeitung neuer Geschäftsfälle bei.

7.2 Grenzen des Konzepts

Neben den Vorteilen gibt es auch Grenzen, an die das vorliegende Konzept stößt:

- Im Rahmen der Methodik ist eine Iterationsmöglichkeit vorgesehen, allerdings in der Form, dass alle Schritte, die nach dem Einstieg in die Iteration folgen, nochmals durchlaufen werden müssen. Dies kann, je früher die Iteration ansetzt, also je kleiner die Nummer des Schritts ist, sehr viel Zusatzaufwand bedeuten, wenn auch bestimmte Ergebnisse weiterverwendet werden können.
- Die Größe der zu modellierenden Geschäftsfälle ist begrenzt; ab einer gewissen Zahl von Parametern ist aufgrund der eingesetzten Kombinatorik die Methodik nicht mehr handhabbar.
- Es besteht eine sehr große Abhängigkeit des Methodenergebnisses von der Auswahl der Parameter, deren Gewichtung und der Gewichtung der Relationen. Somit ist es nicht ausgeschlossen, dass bestimmte Ergebnisse gezielt herbeigeführt werden können.
- Die Methodik spiegelt in Form der Gewichtungen durch Experten sehr stark subjektive Einflüsse wider, die nur durch eine entsprechend große Zahl von Befragten ausgeglichen werden können. Dies erhöht jedoch wiederum den Bearbeitungsaufwand.
- Bei der Anwendung der Optimierungsmethodik muss der zu bearbeitende Geschäftsfall genau dem gewählten Template entsprechen. Schon eine geringe Abweichung davon kann zu unzulässigen Ergebnissen führen.
- Die Beschreibung komplexer, nicht linearer und/oder indirekter Parameterbeziehungen ist nur schwer darstellbar.
- Um auch aufwendigere und hochkomplexe Geschäftsfälle modellieren zu können, sind Standard-Datenbanksysteme wie MS Access voraussichtlich nicht mehr einsetzbar; hier ist die Erstellung eines spezifischen Tools erforderlich.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Produktdatenmanagement ist heute aus den Unternehmen der Automobilindustrie nicht mehr wegzudenken. Es unterstützt viele Schlüsselprozesse in der Fahrzeugentwicklung und versorgt nachgelagerte Bereiche mit notwendigen Informationen – schnell, zuverlässig und stabil. Allerdings gibt es auch im PDM-Bereich Probleme, die der Lösung bedürfen. Bedingt durch eine Vielzahl an Alt-systemen und -prozessen erreicht PDM in vielen Punkten nicht das heute darstellbare Optimum. Viele dieser Probleme sind jedoch nicht neu; sie tauchen in verschiedenen Konstellationen immer wieder auf.

Das vorliegende Konzept bietet hierfür eine Lösung an. Es wird davon ausgegangen, dass sich das PDM-Umfeld aus einer Vielzahl von Einflussfaktoren („Parameter“) zusammensetzt, die miteinander in Wechselwirkung stehen. Ergeben sich innerhalb dieser Wechselwirkungen, im Konzept als „Relationen“ bezeichnet, Probleme, so hat dies negativen Einfluss auf das gesamte PDM-Umfeld und erzeugt PDM-Probleme.

Im Rahmen des Konzepts wird angenommen, dass sich ein „PDM-Problem“ zerlegen lässt in seine Bestandteile: in Parameter, in Relationen, in Teilprobleme. Werden diese Teilprobleme auf methodisch-systematischer Basis gelöst und zu einem ganzheitlichen Lösungsfeld zusammengesetzt, so erhält man maßgeschneiderte Lösungsvorschläge für das übergeordnete PDM-Problem. Darüber hinaus wird dem Nutzer des Konzepts eine vollständige Analyse des seines PDM-Umfelds bereitgestellt, die man auch außerhalb des Konzeptkontexts z.B. für bereichsinterne Optimierungen verwenden kann.

Immer wiederkehrenden PDM-Problemen wird im vorliegenden Konzept durch die Einrichtung einer Knowledge Base sowie der Möglichkeit zur Definition von „PDM-Problem-Vorlagen“ („Templates“) entgegengetreten. Auf diese Weise ist es dem Nutzer möglich, PDM-Probleme in der Datenbasis vorzudefinieren, Lösungen dafür zu finden, diese in der Datenbasis abzulegen und bei Bedarf wieder zu verwenden. Durch die Templates kann sich der Nutzer das Konzept noch genauer an seine Bedürfnisse anpassen.

Anhand eines Validierungsbeispiels, das bei einem Fahrzeug-OEM durchgeführt und von weiteren Projekten und Studien flankiert wurde, konnte gezeigt werden, wie die in den Abschnitten zuvor gezeigte Theorie in der Praxis anzuwenden ist – und dass die Praxistauglichkeit des Konzepts gegeben ist. Auf dieser Validierung aufbauend wurden Vor- und Nachteile gegenübergestellt und

gezeigt, wo die Methodik bereits einen hohen Reifegrad aufweist und an welchen Stellen noch eine Nachbesserung angezeigt ist.

Es kann abschließend festgehalten werden, dass sich das Konzept noch am Beginn seiner Einsatzmöglichkeiten befindet. Auf der Basis der bereits gewonnenen Erkenntnisse könnte ein nächster Schritt eine noch breiter angelegte Praxisanwendung sein. Dabei sollten auch größere Umfänge als beispielsweise in der Validierung angegangen werden. Es ist eine Anwendung denkbar, in der sowohl eine FPEP-Phasen- als auch eine Prozessabhängigkeit als Komplikation hinzukommen. Eine weitere Aufgabe, die in der nächsten Ausbaustufe des Konzepts gestartet werden sollte, ist die Entwicklung einer angepassten IT-Lösung. Die Datenbasis auf MS Access-Basis hat sich als wenig mächtig erwiesen, um mit größeren anfallenden Datenmengen klarzukommen. Außerdem können mit der vorhandenen Lösung nur zweidimensionale Relationen gut abgebildet werden; kompliziertere Zusammenhänge erfordern Programme, die mit „Netzen“ umgehen können.

Das vorliegende Konzept richtet sich primär an die Automobilindustrie. Durch Kontakte in andere Industriezweige stellt sich allerdings zum Abschluss die nicht uninteressante Frage, ob das vorgeschlagene Konzept auch in anderen großindustriellen Branchen außerhalb der betrachteten Automobilindustrie anwendbar wäre. Auch beispielsweise in der Luftfahrtindustrie kommen PDM-Systeme und -prozesse zum Einsatz; es ist somit durchaus vorstellbar, dass es weitere Anwendungsfelder für das vorliegende Konzept gibt, da PDM-Probleme unabhängig von der Branche in jedem Unternehmen auftreten können. Wie die beiden im Konzept dargestellten Methodiken an ein anderes industrielles Umfeld anzupassen wären, könnte somit ein Bestandteil der Konzeptweiterentwicklung sein.

9 Literaturverzeichnis

- ABEL02 Abele, R. : Die Windeseile auf dem Kutschbock. In: Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung, 19.05.2002, S. V9. Frankfurt: F.A.Z.-Verlag, 2002.
- ABRA96 Abramovici, M., Gerhard, D.: Engineering Daten Management (EDM) - Anspruch, Wirklichkeit und Zukunftsperspektiven. In: Engineering Data Management 5/1996, S. E11-E15. Berlin: GITO-Verlag, 1996.
- ABRA01 Abramovici, M., Sieg, O.: PDM-Technologie im Wandel - Stand und Entwicklungsperspektiven. In: Industrie Management 5/2001, S. 71-75. Berlin: GITO-Verlag, 2001.
- ABRA04 Abramovici, M.: Benefits of PLM. Studie der Ruhr-Universität Bochum am Lehrstuhl IT im Maschinenbau (itm). Bochum: 2004.
- ABRA05a Abramovici, M.: PLM: Neue Bezeichnung für alte CIM-Ansätze oder Weiterentwicklung von PDM? In: Konstruktion 1/2005, S. 64-75. Düsseldorf: Springer-VDI-Verlag, 2005.
- ABRA05b Abramovici, M., Schulte, St., Leszinski, C.: Best Practice Strategien für die Einführung von Product Lifecycle Management. In: Industrie Management 2/2005, S. 47-50. Berlin: GITO-Verlag, 2005.
- AHRE00 Ahrens, G.: Das Erfassen und Handhaben von Produkthanforderungen, Dissertation an der TU Berlin, 2000.
- ASSM99 Aßmann, G., Gerst, M., Riedel, D.: Integriertes Änderungsmanagement - Erfolgspotentiale in situationsgerechten Prozessen. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Heft /1999, S. 521-524. München: Carl Hanser Verlag, 1999.
- BALD03 Baldin, R.: Optimierung von Entwicklungsprozessen in der Automobilindustrie durch Integration des DMU in PDM-/PLM-Systeme. In: Konstruktion 3/2003, S. 42-45. Düsseldorf: Springer-VDI-Verlag, 2003.
- BENN07 Benner, J.: Bedeutung der IT in der Automobilindustrie. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 4/2007, S. 243-245. München: Carl Hanser Verlag, 2007.

- BRON05 Bronner, R.: Grundlagen der Unternehmensführung. Edingen: Fachbuch Verlag Winkler, 2005.
- DIN95 DIN EN ISO 8402: Qualitätsmanagement. Berlin-Wien-Zürich: Beuth-Verlag, 1995.
- EHRL03 Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung - Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. München Wien: Carl Hanser Verlag, 2003.
- EHRL05 Ehrlenspiel, K., Lindemann, U., Kiewert, A.: Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 2005.
- EIGN96 Eigner, M.: Technische Informationssysteme. Stand der Technik am Beispiel eines PDM/EDM-Systems. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 9/1996, S. 395-397. München: Carl Hanser Verlag, 1996.
- EIGN97 Eigner, M.: PDM goes EDM - Die Grenzen zwischen EDM- und PDM-Systemen verwischen immer mehr. In: Industrielle Informationstechnik 3/1997, S. 150-152. München: Carl Hanser Verlag, 1997.
- EVER95 Eversheim, W. (1995): Prozeßorientierte Unternehmensorganisation. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 1995.
- FELD99 Feldhusen, J., Lashin, G.: 3D-CAD-Technik in der Praxis. In: Konstruktion 10/1999, S. 11-18. Düsseldorf: Springer-VDI-Verlag, 1999.
- FELD05a Feldhusen, J., Gebhardt, B., Macke, N., Nurcahya, E.: Entwicklung einer Methodik zur Einführungsunterstützung eines PDMS bei KMUs mit hoher Produktvarianz. In: Konstruktion 6/2005, S. 75-80. Düsseldorf: Springer-VDI-Verlag, 2005.
- FELD05b Feldhusen, J.: Vorlesung Konstruktionslehre II an der RWTH Aachen, 2005.
- FELD05c Feldhusen, J., Gebhardt, B.: Der Weg zum individuellen Produkt: Redefinition eines Variantenerzeugungsprozesses in der Praxis. In: 3. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik, S. 111-122. Aachen: Shaker Verlag, 2005.
- FELD06 Feldhusen, J., Stockinger, St., Ahrens, G.: Method for the standardized solving of PDM problems. In: Design & Innovation for Sustainable Society – The 16th CIRP Design Seminar, Kananaskis, Alberta, Canada, July 16-19, 2006.
- FELD07 Feldhusen, J.: Vorlesung Konstruktionslehre II an der RWTH Aachen, 2007.
- GAUS01 Gausemeier, J., Ebbesmeyer, P., Kallmeyer, F.: Produktinnovation - Strategische Planung und Entwicklung der Produkte von morgen. München: Carl Hanser Verlag, 2001.

- GAUS97 Gausemeier, J., Fink, A., Schlake, O.: Szenario-Management – Planen und Führen mit Szenarien. München: Carl Hanser Verlag, 1997.
- GAUS98 Gausemeier, J., Fink, A., Schlake, O., Siebe, A.: Szenario Prozesse. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 12/1998, S. 628-631. München: Carl Hanser Verlag, 1998.
- GEBH07 Gebhardt, B.: Abschätzung der Produktdatenmanagement-Systemfähigkeit produzierender Unternehmen. Dissertation an der RWTH Aachen, 2007.
- GEOR02 Georges, T., Hartel, M., Brunner, H.: Entwicklung von neuen Strategien für den Werkzeug- und Anlagenbau. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 5/2002, S. 259-267. München: Carl Hanser Verlag, 2002.
- GERB02 Gerboth, Thomas: Das magische Dreieck Kosten-Zeit-Qualität. In: Controlling – Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung 7/2002, S. 417. München: C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, 2002.
- HOEF99 Höfener, C.: Methode zur Bewertung des strategischen Nutzens von integriertem Produktdaten-Management (PDM). Dissertation an der TU Darmstadt, 1999.
- KIEW05 Kiewert, A., Lindemann, U.: Kostenmanagement im Entwicklungsprozess - marktgerechte Kosten durch Target Costing. In: Handbuch Produktentwicklung, S. 397-417. München: Carl Hanser Verlag, 2005.
- KIMM02 Kimmich, M., Pfeiffer, U.: Der Vorsprung durch Technik ist auch ein Vorsprung durch Wissen. In: Wissensmanagement 6/2002, S. 22-25. Augsburg: Büro für Medien, 2002.
- LIND07 Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 2007.
- MENG05 Menges, R., Schmitt, P.: Die digitale Fabrik – der zentrale Bestandteil einer PLM-Strategie. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Sonderpublikation Digitale Fabrik, S. 10-19. München: Carl Hanser Verlag, 2005.
- MUSC00 Muschiol, M.: Koexistenz zwischen EDM/PDM und ERP. In: Konstruktion 4/2000, S. 42-43. Düsseldorf: Springer-VDI-Verlag, 2000.
- NEFF02 Neff, T.: Front Load Costing. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag GmbH, 2002.

- OHLH06 Ohlhausen, Gerhard: Identifikation und Analyse von PDM-Einflussgrößen und Beschreibung der gegenseitigen Abhängigkeiten am Beispiel des Zeichnungs- und Geometrieprüfungsprozesses. Diplomarbeit an der Hochschule Esslingen, 2006.
- PAHL03 Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K.: Konstruktionslehre – Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 2003.
- PROB03 Probst, G., Raub, St., Romhardt, K.: Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 4., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, 2003
- SAAK06 Saaksvuori, A., Immonen, A.: Product Lifecycle Management. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 2006.
- SCHE06 Scheer, A., Boczanski, M., Muth, M., Schmitz, W., Segelbacher, U.: Prozessorientiertes Product Lifecycle Management. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 2006.
- SCHL06 Schlott, S.: Schwieriger Spagat. In: Automobil-Produktion 11/2007, S. 36-40. Landsberg: Verlag Moderne Industrie, 2006.
- SCHO99 Schöttner, J.: Produktdatenmanagement in der Fertigungsindustrie. München: Carl Hanser Verlag, 1999.
- SEND01 Sendler, U.: Auf die Differenz kommt es an. In: Industrielle Informationstechnik 10/2001, S. 46-47. München: Carl Hanser Verlag, 2001.
- SEND05 Sendler, U., Wawer, V.: CAD und PDM – Prozessoptimierung durch Integration. München: Carl Hanser Verlag, 2005.
- SPEC04 Specht, D., Mieke, C., Lutz, M.: Schwachstellenanalytik als Innovationsquelle für Produktionstechnologien. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 11/2004, S. 614-618. München: Carl Hanser Verlag, 2004.
- STEI06 Steininger, G., Wendenburg, M.: Die Funktion steht im Mittelpunkt. In: Mechatronik F&M 11/2006, S. 56-59. München: Carl Hanser Verlag, 2006
- STEL00 Stelzer, R.: Erweiterte PDM-Funktionen zum Produktentwicklungs- und Lifecycle-Management. In: Konstruktion 9/2000, S. 40-42. Düsseldorf: Springer-VDI-Verlag, 2000.
- STEL06 Stelzer, D.: Betriebliches Wissensmanagement. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 6/2006, S. 344-348. München: Carl Hanser Verlag, 2006.

- TOEN99 Tönshoff, H. K., Zahn, G.: Wissensbasiertes Datenmodell für Konstruktion und Arbeitsplanung. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 3/1999, S. 108-111. München: Carl Hanser Verlag, 1999.
- TOEP07 Töpfer, A.: Betriebswirtschaftslehre. Anwendungs- und prozessorientierte Grundlagen. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 2007.
- VDI02 VDI-Richtlinie 2219 (2002): Informationsverarbeitung in der Produktentwicklung - Einführung und Wirtschaftlichkeit von EDM/PDM-Systemen. Berlin-Wien-Zürich: Beuth-Verlag, 2002.
- VDI93 VDI-Richtlinie 2221 (1993): Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. Berlin-Wien-Zürich: Beuth-Verlag, 1993.
- VIEL04 Vielhaber, M., Haasis, S.: PLM-Herausforderungen und Strategien in der Automobilindustrie. In: CAD-CAM Report 5/2004, S. 36-39. München: Carl Hanser Verlag, 2004.
- VOIG07 Voigt, S., Fischer, M., Staiger, M.: Erfahrung sichern – Projektwissen transferieren. In: Wissensmanagement 2/2007, S. 32-34. Augsburg: Büro für Medien, 2007.
- WENZ06 Wenzel, S., Willmann, C.: Prozessbasiertes Wissensmanagement in der Produktentwicklung. Phasenübergreifender Wissenstransfer unterstützt den Produktentwicklungsprozess. In: Industrie Management 5/2006, S. 43-46. Berlin: GITO-Verlag, 2006.
- WILD99 Wildemann, H.: Effektives Variantenmanagement. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 4/1999, S. 181-185. München: Carl Hanser Verlag, 1999.

10 Glossar und Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Begriff	Erklärung
ÄM	Änderungsmanagement	System oder OE zur Überwachung aller technischen Produktänderungen, im Englischen als „Change Management“ (CM) bezeichnet
AK	Arbeitskraft	Einheit, die angibt, wieviel Zeit pro Mitarbeiter in die Erledigung einer Aufgabe investiert werden muss. Wird i.d.R. in AK/Zeiteinheit („Personentage“) angegeben.
AKV	Aufgaben, Kompetenzen, Verantwortung	Bezeichnet die Grenzen der Handlungsmöglichkeiten einer Abteilung: Welche Aufgaben hat sie? Über welche Entscheidungskompetenz verfügt sie? Wofür ist sie wem gegenüber verantwortlich?
BoM	Bill of Materials	Englischer Begriff für Stückliste
BR	Baureihe	Oberbegriff aller Fahrzeuge inklusive der zugehörigen Karosserievarianten, die zu einer bestimmten Fahrzeugfamilie gehören
CAX	CAX	Gesamtheit aller computerunterstützten Prozesse, die heute in der Produktentwicklung zur Anwendungen kommen /VDI02/
CAD	Computer Aided Design	Erstellung von 2D- und 3D-Geometrien, digitale Überprüfung der geometrischen Einbausituation
CAE	Computer Aided Engineering	EDV-unterstützte Berechnung als Mittel zur frühen Erkennung von Produkteigenschaften
CAM	Computer Aided Manufacturing	EDV-unterstützte Untersuchungen zur Herstellbarkeit
CAP	Computer Aided Planning	Digitale Fabrikplanung

Abkürzung	Begriff	Erklärung
DIN	Deutsche Industrienorm	Bezeichnung für Normen und Standards, die durch die nationale Normungsorganisation in Deutschland DIN herausgegeben werden
DMU	Digital Mock-Up	Digitales, aus CAD-Daten aufgebautes Fahrzeugmodell (logisches Gegenstück zum PMU)
DKx	Dimensionskennzahl	Bezeichnet im Rahmen der vorliegenden Arbeit eine Kennzahl zur Strukturierung eines Lösungsfelds
DLZ	Durchlaufzeit	Zeit, die benötigt wird, bis ein definierter Prozess einmal vollständig und fehlerfrei durchlaufen wurde
ECE	Economic Commission for Europe	Wirtschaftskommission für Europa; auch: Bezeichnung für Normen und Standards, die durch die europäische Wirtschaftskommission herausgegeben werden
ECO	Engineering Change Object	Objekt, das alle zu ändernden Sachnummern und weitere, zur Stücklistenerstellung erforderliche Informationen enthält
EDM	Engineering Data Management	Verwaltung von Produktdaten im Engineeringumfeld, manchmal auch synonym zu PDM verwendet
FMVSS	Federal Motor Vehicle Safety Standard	Vorschriften und Mindestanforderungen zum Betreiben von Fahrzeugen in den USA
FPEP	Fahrzeugspezifischer Produktentwicklungsplan	s.a. xPEP
ISO	International Standards Organization	Internationale Vereinigung von Normungsorganisationen; auch: Bezeichnung für Normen und Standards, die durch die ISO herausgegeben werden (s.a. ECE, DIN)
KB	Knowledge Base	„Wissensbasis“; Wissensdatenbank
MA	Mitarbeiter	

Abkürzung	Begriff	Erklärung
Mx	Meilenstein	Meilenstein innerhalb eines Produktentwicklungsplans, der z.B. zum Review bestimmter Prozessparameter oder zum Synchronisieren parallel laufender Tätigkeiten und Aufgaben verwendet wird
NVH	Noise, Vibration, Harshness	Sammelbegriff für (Fahrzeug-) Eigenschaften, die den akustischen und schwingungstechnischen Komfort schmälern
OE	Organisationseinheit	Bezeichnet ein Team, eine Gruppe, Abteilung etc. in einem (Groß-) Unternehmen
OEM	Original Equipment Manufacturer	Hersteller und Anbieter eines Produkts, dass sich aus vielen zugelieferten Komponenten zusammensetzt (Bsp.: Auto)
PMU	Physical Mock-Up	Hardwaremodell eines Fahrzeugs, i.d.R. Prototyp (Gegenstück zum DMU, siehe dort)
PDM	Produktdatenmanagement	Rechnerunterstützte Speicherung, Verwaltung und Bereitstellung aller produktbeschreibenden Daten während des gesamten Produktlebenszyklusses /FELD05b/
PDMS	Produktdatenmanagementsystem	System, das die rechnerunterstützte Speicherung, Verwaltung und Bereitstellung aller produktbeschreibenden Daten während des gesamten Produktlebenszyklusses unterstützt
SNR	Sachnummer	Eindeutiger Kenner in einer Stückliste, der ein Bauteil oder eine Komponente identifiziert
xPEP	Produktentwicklungsplan	Standardisierter, zumeist generischer Entwicklungsplan zur Festlegung von AKV und Terminen, z.B. im Rahmen der Fahrzeugentwicklung (FPEP)
VDA	Verband der Automobilindustrie	Interessenverband der deutschen Automobilhersteller und -zulieferer; auch: Bezeichnung für technische Quasi-Normen und -Standards, die der VDA seinen Mitgliedsfirmen zur Anwendung empfiehlt
ZKQ	Zeit, Kosten, Qualität	Drei im Rahmen der vorliegenden Arbeit besonders relevante Einflussgrößen

Abkürzung	Begriff	Erklärung
ZP	Zeichnungsprüfung	Prüffunktion innerhalb der Produktentwicklung, durch welche sichergestellt wird, dass CAD-Modelle (2D und 3D) den aufgestellten formalen Anforderungen entsprechen

Lebenslauf

Stephan Maximilian Stockinger

Geboren am 24. Mai 1976 in Rotthalmünster (Niederbayern)

- 1982 – 1986 Grundschule Ritter Tuschl, Vilshofen a. d. Donau
- 1986 – 1995 Gymnasium Vilshofen, Vilshofen a. d. Donau
- 1995 – 1996 Grundwehrdienst im Instandsetzungszug des Gebirgspanzerbataillons 8, Kirchham (Niederbayern)
- 1996 – 2002 Studium des Maschinenbaus an der TU München; Vertiefungsrichtungen: Systematische Produktentwicklung und Fahrzeugtechnik
- 2000 – 2001 Studentische Hilfskraft am Lehrstuhl für Produktentwicklung, Arbeitsgebiet: Zusammenarbeit in interdisziplinären Team
- 2002 – 2008 Sachbearbeiter Produktdatenmanagement, Daimler AG, Sindelfingen
- 2004 – 2008 Berufsbegleitende Promotion am Institut für Allgemeine Konstruktionstechnik des Maschinenbaus an der RWTH Aachen;
Schwerpunkt: Produktdatenmanagement (PDM) und Product Life Cycle Management (PLM) in der praktischen Anwendung
- seit 2008 Teamleiter Logistik Entwicklungsfahrzeuge, Daimler AG, Sindelfingen