

# **ENTWICKLUNG EINES MODELLS FÜR EIN GANZHEITLICHES FEHLERMANAGEMENT**

## **EIN PROZESSORIENTIERTES REFERENZMODELL ZUM EFFIZIENTEN FEHLERMANAGEMENT**

---

### **DISSERTATION**

ZUR ERLANGUNG DES AKADEMISCHEN GRAD EINES  
DOKTORS DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN  
AN DER MASCHINENBAU FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT DORTMUND

REFERENT:

UNIV.-PROF. DR.-ING. HORST-ARTUR CROSTACK  
LEHRSTUHL FÜR QUALITÄTSWESEN  
FAKULTÄT MASCHINENBAU  
UNIVERSITÄT DORTMUND

KOREFERENT:

UNIV.-PROF. DR.-ING. KLAUS HEINZ  
LEHRSTUHL FÜR FERTIGUNGSVORBEREITUNG  
FAKULTÄT MASCHINENBAU  
UNIVERSITÄT DORTMUND

VORGELEGT VON

DIPL.-ING. WISSEM ELLOUZE  
AUS GABES



# INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis.....	IX
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung .....	1
1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise.....	2
<b>2 Stand der Technik.....</b>	<b>5</b>
2.1 Grundlagen des Fehlermanagements .....	5
2.1.1 Begriffsbestimmungen.....	5
2.1.1.1 Fehler .....	5
2.1.1.2 Prozessketten .....	8
2.1.2 Ansätze des Fehlermanagements.....	10
2.1.3 Normanforderungen .....	15
2.1.4 Handlungsmaxime und Qualitätskonzepte.....	18
2.1.4.1 Deming Kreis.....	18
2.1.4.2 Null Fehler Programm (Zero Defects Concept) .....	19
2.1.4.3 Six Sigma .....	20
2.1.4.4 Eskalationsprinzip .....	21
2.1.4.5 Fazit.....	22
2.2 Methoden und Techniken .....	23
2.2.1 Theorie zur Lösung von Erfindungsaufgaben (TRIZ).....	23
2.2.1.1 Ablauf der TRIZ-Methodik.....	24
2.2.1.2 Werkzeuge der TRIZ.....	25
2.2.2 Theory of Constraints (TOC).....	29
2.2.2.1 Systematik der TOC.....	29
2.2.2.2 Werkzeuge der TOC .....	31
2.2.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) .....	33
2.2.4 Failure Tree Analysis (FTA) .....	34
2.2.5 Ereignisablaufanalyse .....	35
2.2.6 Sataistical Process Control .....	35
2.2.7 Netzplantechnik.....	36
<b>3 Praxisorientierte Fehlermanagementanforderungen.....</b>	<b>37</b>

<b>4</b>	<b>Modellbildung eines umfassenden Fehlermanagements</b>	<b>44</b>
4.1	Erste Ebene des Referenzmodells	44
4.2	Zweite Ebene des Referenzmodells	46
4.2.1	Fehler detektieren und erfassen	48
4.2.2	Fehler klassifizieren und bewerten	51
4.2.3	Zuständigkeiten und Termine	53
4.2.4	Abstellmaßnahmen	54
4.2.5	Korrektur und Vorbeugungsmaßnahmen	56
4.2.6	Umsetzung	57
4.2.7	Controlling	59
4.2.8	Mitarbeitermotivation und -qualifikation	60
<b>5</b>	<b>Methodenunterstützung des Modells</b>	<b>63</b>
5.1	Systematik	63
5.1.1	Forderungen an den Methodeneinsatz	63
5.1.1.1	Methodenauswahl	65
5.1.1.2	Komplexitätsreduzierung	66
5.1.1.3	Verknüpfung der Methoden	66
5.1.2	Ableitung des Handlungsbedarfes	67
5.1.2.1	Zuordnung der Methoden	67
5.1.2.2	Modularisierung der Methoden	68
5.1.2.3	Identifikation von Schnittstellen	69
5.1.2.4	Zusammenfassung	69
5.2	Implementierung in den Fehlermanagementprozess	70
5.2.1	Auswahl der Methoden	70
5.2.1.1	Fehler detektieren und erfassen	70
5.2.1.2	Fehler klassifizieren	71
5.2.1.3	Zuständigkeiten	71
5.2.1.4	Abstellmaßnahmen	72
5.2.1.5	Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen	72
5.2.1.6	Umsetzung	73
5.2.1.7	Controlling	73
5.2.1.8	Mitarbeitermotivation	73
5.2.1.9	Zwischenfazit 1	74
5.2.2	Modularisierung	75
5.2.2.1	FMEA	75
5.2.2.2	TRIZ	78
5.2.2.3	TOC	79
5.2.2.4	Zwischenfazit 2	80

5.2.3	Verknüpfung von Modulen und Methoden .....	80
5.2.3.1	Verknüpfung innerhalb der Module.....	80
5.2.3.2	Verknüpfung der Module.....	86
<b>6</b>	<b>Auswahlssystematik zur EDV-Unterstützung.....</b>	<b>88</b>
6.1	Grundlagen der Workflow-Management-Systeme .....	88
6.1.1	Begriffsdefinitionen.....	88
6.1.2	Das Workflow Reference Modell der WfMC.....	90
6.2	Aufbau der Auswahlssystematik .....	93
6.2.1	Ermittlung der Anforderungen aus dem Fehlermanagement.....	94
6.2.1.1	Prozessspezifische Anforderungen .....	94
6.2.1.2	Prozessübergreifende Anforderungen .....	95
6.2.2	Ermittlung der Funktionen von WfMS .....	96
6.2.3	Marktanalyse .....	99
6.3	Umsetzung der Auswahlssystematik.....	101
6.3.1	Ermittlung der Bedeutung der WfMS Funktionen.....	101
6.3.2	Ermittlung der Funktionserfüllung durch die WfMS.....	105
6.4	Auswertung.....	108
<b>7</b>	<b>Methodik zur Einführung des Fehlermanagementsystems .....</b>	<b>110</b>
7.1	Selbsteinstufung .....	111
7.2	Festlegung der eigenen Ziele .....	113
7.3	Auswahl und Priorisierung der Einzelschritte .....	114
7.4	Festlegung eines Zeitplans.....	114
7.5	Entwicklung der Einzelschritte .....	114
7.6	Erfolgskontrolle .....	115
7.7	Software Unterstützung .....	116
<b>8</b>	<b>Erprobung anhand eines Praxisbeispiels und kritische Diskussion der Ergebnisse.....</b>	<b>119</b>
8.1	Prozessaufnahme.....	119
8.2	Einstufung.....	121
8.3	Implementierung des Fehlermanagementsystems .....	123
8.4	Vorteile des Modells aus Sicht des Anwenders .....	126
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>128</b>

LITERATURVERZEICHNIS ..... 130

ANHANG ..... X

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Bild 1-1: Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit .....	3
Bild 2-1: Beschreibung von Ursachen, Wirkungen und Folgen anhand der Begriffe Abweichung, Fehler, Störung und Schaden (vgl. Westkämper 1997).....	6
Bild 2-2: Darstellung der Prozessstruktur (vgl. GRÜNZ 2004; KUHN 2002; TSCHICH 2000; PANDE 2000) .....	8
Bild 2-3: Modell zur vollständigen Beschreibung eines Prozesselementes (WALD 2003).....	9
Bild 2-4: Prozessmodell der ISO 9000-2000 .....	16
Bild 2-5: Zeitliche Entwicklung und Komponenten der vier Konzepte.....	23
Bild 2-6: Die vier Säulen der TRIZ-Methodik (HERB 2000).....	24
Bild 3-1: Branchenanteile bei der Umfrage .....	38
Bild 3-2: Größe der beteiligten Unternehmen .....	38
Bild 3-3: Inhalte der Weiterbildungsmaßnahmen für das Fehlermanagement .....	39
Bild 3-4: Ziele des Fehlermanagements .....	39
Bild 3-5: Gegenüberstellung der Sammel- und Nutzbereiche der FM-Daten .....	40
Bild 3-6: Zusammenhang Fehlererfassung und Qualitätskostenerfassung .....	40
Bild 3-7: Fehleranfällige Prozesse.....	41
Bild 3-8: Vergleich Gestaltung des Fehlermanagementsystems .....	42
Bild 3-9: Vergleich der Hauptziele des Fehlermanagements.....	42
Bild 4-1: Konzept zur Erstellung des Fehlermanagement-Referenzmodells .....	44
Bild 4-2: Hauptprozesse des Fehlermanagements .....	46
Bild 4-3: Vorgehensweise zur Ermittlung des Anforderungsprofils der Teilprozesse .....	46
Bild 4-4: Teilprozesse des Fehlermanagements.....	48
Bild 4-5: Prozess „Fehler detektieren und erfassen“ .....	49
Bild 4-6: Prozess „Fehler klassifizieren und bewerten“ .....	52
Bild 4-7: Prozess „Zuständigkeiten und Termine“ .....	54
Bild 4-8: Prozess „Abstellmaßnahmen“ .....	55
Bild 4-9: Prozess „Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen“ .....	56
Bild 4-10: Prozess Umsetzung .....	58
Bild 4-11: Prozess Controlling .....	59
Bild 4-12: Prozess „Mitarbeiter Motivation und Qualifikation“ .....	61
Bild 5-1: Systematik der Zuordnung von Methoden zu Problemlösungsphasen (KEUNECKE 2004) .....	64
Bild 5-2: gewünschter Zielzustand der Modulverknüpfung .....	66
Bild 5-3: Prinzip der Modulbildung.....	68
Bild 5-4: Verknüpfung der Module und Methoden.....	69
Bild 5-5: Umzusetzende Forderungen mit korrespondierendem Handlungsbedarf (vgl. HEILIGER 2003)...	70
Bild 5-6: Verwendete Methoden und Modulbildung .....	74
Bild 5-7: Beispiel für ein FMEA-Formblatt (PFEIFER 2001) .....	75
Bild 5-8: Baustein Risikobeurteilung .....	76
Bild 5-9: Baustein Fehleranalyse.....	77
Bild 5-10: Baustein Ergebnisbeurteilung .....	78
Bild 5-11: Methodenmodule nach Komplexitätsreduzierung.....	80
Bild 5-12: IVO-Darstellung Modul 1 .....	81
Bild 5-13: IVO-Darstellung Modul 2.....	82
Bild 5-14: IVO-Darstellung Modul 4.....	82
Bild 5-15: IVO-Darstellung Modul 5.....	83
Bild 5-16: IVO-Darstellung Modul 6.....	85

Bild 5-17: IVO-Darstellung Modul 7 .....	85
Bild 5-18: Gesamtprozess mit Methodenkonfiguration .....	87
Bild 6-1: Referenzmodell der WfMC (DERSZTELER 2000, S.155) .....	91
Bild 6-2: Aufbau der Auswahlssystematik.....	94
Bild 6-3: Anforderungen des Fehlermanagements .....	96
Bild 6-4: Funktionen eines WfMS (GADATSCH 2001, S.217) .....	97
Bild 6-5: Auswirkungen der Eingrenzungskriterien auf die Auswahl.....	101
Bild 6-6: House of Quality 2.Schritt .....	104
Bild 6-7: House of Quality, 3.Schritt .....	107
Bild 6-8: Rangfolge der untersuchten Anbieter .....	108
Bild 7-1: Prozess-Level-Matrix .....	111
Bild 7-2: Webbasiertes Tool zur Einführung des Fehlermanagement-Referenzmodells .....	116
Bild 7-3: Zuordnung der Methoden zu den dazugehörigen Prozessschritten.....	117
Bild 7-4: Darstellung der Auswahlssystematik im Rahmen des webbasierten Tools .....	117
Bild 7-5: Modul Stufenweise Einführung .....	118
Bild 8-1: Behandlung von Kundenbeanstandungen.....	120
Bild 8-2: Prozess zur Behandlung von Lieferantenfehlern.....	120
Bild 8-3: Behandlung von internen Fehlern.....	120
Bild 8-4: Erfüllungsgrad bei der betrachteten Firma.....	121
Bild 8-5: Ist-Situation bei der betrachteten Firma.....	122
Bild 8-6: Effekte des Systemeinsatzes.....	124



# TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2-1: Inhaltliche Beschreibung eines Prozesses (WALD 2003) .....	10
Tabelle 2-2: Normanforderungen an das Fehlermanagement.....	18
Tabelle 2-3: Einordnung der Werkzeuge in die TOC-Systematik (SCOGGINI ET. AL., 2003, S. 767) .....	32
Tabelle 6-1: Unterscheidungsmerkmale zwischen Geschäftsprozess und Workflow (vgl. GADATSCH 2000, S.258).....	90
Tabelle 7-1: Bewertungsschema.....	112

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Ein wettbewerbsfähiges Unternehmen ist heutzutage mit einem turbulenten Umfeld konfrontiert. Um den Veränderungen aufgrund von Globalisierung, kürzeren Entwicklungszeiten oder gesetzlichen Änderungen mit geeigneten Maßnahmen entgegenzutreten zu können, ist es erforderlich, die Strukturen und Abläufe im eigenen Unternehmen zu kennen und zu beherrschen. Leider zeigen gegenwärtige Studien, dass manche Unternehmen dem dynamischen Umfeld noch nicht gewachsen sind und damit einige ihrer Prozesse, darunter auch den Fehlermanagementprozess, nicht beherrschen (vgl. CROSTACK 2005A). Diese Situation verursacht Probleme in der Prozessqualität, erhebliche Mängel an den Endprodukten und damit unwirtschaftliche Produktionsergebnisse. In der Tat meldete z.B. das Kraftfahrtbundesamt im Jahr 2005 123 offizielle Rückrufaktionen; damit steigerte sich die Anzahl der Rückrufaktionen in der Automobilindustrie innerhalb von acht Jahren auf mehr als das Doppelte (KRAFTFAHRT BUNDESAMT 2005). Diese Rückrufaktionen verursachen enorme Kosten und enthalten die Gefahr eines Imageverlustes für das Unternehmen.

Während systematische Fehler durch Schaffung von Voraussetzungen zum fehlerfreien Arbeiten und durch die Einführung von Verfahren zur Fehlervermeidung und Fehlerbeseitigung präventiv und systematisch abgestellt werden können, besitzt die Behandlung von ungeplanten Prozesszuständen und Störungen einen individuellen Aspekt und hängt sowohl vom Unternehmens- und Mitarbeiterwissen als auch vom Verhalten des betroffenen Mitarbeiters ab. Die Reaktionen auf ungeplante Zustände erfolgen häufig spontan und es ist dabei nicht sichergestellt, dass diese Reaktionen vollständig und korrekt sind. Die Protokollierung aufgetretener Probleme ist dabei als erster Schritt anzusehen. Deren Analyse und die Definition geeigneter Reaktionen sind aber durchaus bereits Bestandteil etablierter Diagnosesysteme. Ebenso beinhaltet die Einrichtung von Quality-Gates im Produktentstehungsprozess die Überprüfung der Erfüllung von Prozess- oder Produkthanforderungen anhand klar definierter Messkriterien zu festgelegten Zeitpunkten. Das Einleiten präventiver Maßnahmen und die Weiterbildung der Mitarbeiter stellen weitere Schritte dar. Diese Ansätze sind jedoch i.d.R. lediglich auf nur ein System (z. B. Prozessschritt, Anlage oder Produktionsbereich) begrenzte Insellösungen und nur wenige systematische oder integrierte Vorgehensweisen zur Einführung einer umfassenden Methodik im Unternehmen, die den Anwender bei der Behebung der Abweichungen bzw. Fehler unterstützen.

Im Unternehmen muss jedoch die Behandlung von neuartigen Fehlern für jeden Prozessschritt möglich sein, da nur so eine schnelle und gesicherte Reaktion erfolgen kann. Hierzu müssen zunächst die einzelnen Prozesse im Unternehmen identifiziert und deren Wechselwirkungen erkannt werden. Zur Darstellung dieser Prozesse und ihrer Wechselwirkungen haben sich Visualisierungsformen verschiedenen Detaillierungsgrades bewährt, wie Prozesslandkarten, Netzplandarstellungen und Ablaufdiagramme (vgl. CROSTACK 2001). Auch für eine EDV-gestützte Steuerung und Kontrolle der wichtigen Unternehmensfunktionen ist die Prozessorientierung Voraussetzung. Bei diesen Schritten der Fehlerbearbeitung sind die Mitarbeiter mit neuen Aufgaben konfrontiert und stehen oft unter Leistungsdruck. Solche hohen Belastungen können zu Fehlhandlungen führen. Zur Unterstützung bei der Implementierung der Prozesse bietet sich der Einsatz von Qualitätsmanagementmethoden an. Die Erkenntnis, dass

der Einsatz von Methoden entscheidend zu dem Erfolg eines Unternehmens beiträgt, wird in verschiedenen Untersuchungen deutlich. So zeigt die Untersuchung des Berliner Kreises, dass ein zielgerichteter Methodeneinsatz eine schnelle Entwicklung von kundengerechten und qualitativ hochwertigen Produkten bei gleichzeitig niedriger Fehlerrate und niedrigen Kosten ermöglicht (vgl. Heiliger 2003, S. 3). Diverse andere Studien kommen zu ähnlich positiven Ergebnissen. So kann durch den Einsatz von Qualitätsmanagementmethoden sowohl die Produktentwicklungszeit drastisch gesenkt, als auch die Kosten für den Änderungsaufwand und die Anlaufkosten um bis zu 30% reduziert werden (THE DEN 1997). Trotz der positiven Effekte und Auswirkungen des Methodeneinsatzes findet sich keine flächendeckende Verbreitung der Qualitätsmanagementmethoden, wie eine Umfrage des WZL der RWTH Aachen zeigt (LESMEISTER 2001). Die Gründe für den mangelnden Methodeneinsatz sind nach der Umfrage in der mangelnden Problemorientierung der Methoden zu sehen. Weiterhin wird die Beurteilung, welches Verfahren für eine konkrete Problemstellung anzuwenden ist, aufgrund der hohen Komplexität der Methoden als sehr schwierig eingestuft. Schlechte Ersterfahrungen mit dem Methodeneinsatz verstärken die ablehnende Haltung noch weiter.

Im Bereich der Rechnerunterstützung lassen sich ebenso Defizite ausmachen. Zwar unterstützen einige auf dem Markt erhältliche CAQ-Systeme das Reklamationsmanagement im Unternehmen, eine Informationsweiterleitung in alle betroffenen Bereiche ist dabei i.d.R. nicht gegeben. Die Entwicklung der EDV-Systeme hat es jedoch grundsätzlich möglich gemacht, die Fehlerdaten systematisch zu erfassen, und den Aufwand für die Pflege und die Verteilung von Dokumenten zu reduzieren. Trotzdem bleibt die Nutzung dieser gesammelten Daten oft uneffizient und mangelhaft. Mit steigender Produktvielfalt und Prozesskomplexität steigt die Fülle an Informationen und somit die Datenmenge stetig an. Die Auswertung und die Nutzung der Daten wird somit schwieriger. Eine Auswertung der Daten ist nur durch geeignete EDV-Unterstützung möglich. Allein die Existenz der Daten sichert nicht deren Nutzung. Um die Informationen als Unternehmenswissen nutzen zu können, muss eine entsprechende Aufbereitung erfolgen, ansonsten wird eine bedeutende Fülle an Daten vergeudet.

Die dargestellten Defizite, wie die fehlende Integration und Durchgängigkeit der eingesetzten Lösungen, sind durch den Einsatz ergänzender Methoden und Techniken zu beseitigen. Dabei ist eine informationstechnische Integration und der wechselseitige Informationsfluss an den Schnittstellen der Prozesse eine Voraussetzung für die Produkt- und Prozessqualität (SCHÖMIG 1997).

## **1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise**

Die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit besteht in Betracht der beschriebenen Ausgangssituation im Aufbau eines Referenzmodells, dass die Unternehmen bei der Implementierung eines ganzheitlichen Fehlermanagements unterstützt. Das Modell soll auf der einen Seite die Unternehmen befähigen, sowohl auf potentielle als auch bereits entstandene Fehler schnell und optimal zu agieren. Auf der anderen Seite soll eine methodische Hilfe für den Mitarbeiter gegeben werden. Mit dieser Hilfe kann dann die richtige Information dem richtigen Mitarbeiter im richtigen Zeitpunkt und am richtigen Ort zur Verfügung gestellt werden. Solche Bedingungen ermöglichen folglich eine aktive und durchgreifende Teilnahme der Mitarbeiter am Problemlösungskonzept. Basis hierfür ist sowohl eine maßgeschneiderte Methodenkonfiguration, als auch eine adäquate EDV-Unterstützung.

Aus der im Vorhergehenden beschriebenen Zielsetzung ergeben sich die Vorgehensweise und die inhaltlichen Schwerpunkte dieser Arbeit (Bild 1-1):



Bild 1-1: Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Anschließend an das einleitende Kapitel 1 werden in Kapitel 2 die spezifischen Begriffe des Fehlermanagements erläutert und bestehende Ansätze zum Fehlermanagement diskutiert. Dazu werden, ausgehend von Grundlagen wie Normen und aktuellen Entwicklungen der Qualitätskonzepte, spezifische Anforderungen an das Fehlermanagement abgeleitet. Ergänzende Anforderungen, die aus der momentanen Situation in deutschen Unternehmen entstehen, werden anschließend behandelt. Die Umsetzung der in den vorigen Kapiteln gewonnenen Erkenntnisse findet in Kapitel 4 in Form eines Referenzmodells statt. Hier werden die 8 Hauptprozesse sowie die dazugehörigen Teilprozesse beschrieben.

In Kapitel 5 werden die unterschiedlichen Methoden, die bei der Anwendung eines Fehlermanagements zum Einsatz kommen, behandelt. Dazu wird eine Systematik, die einen an das Referenzmodell angepassten Methodeneinsatz ermöglicht, dargestellt. Durch die Implementierung dieser Methodik wird eine Unterstützung der Hauptprozesse ermöglicht.

Im Kapitel 6 wird auf Basis der Methode „Quality function Deployment“ eine Systematik zur Auswahl einer dem Fehlermanagement angepassten Software beschrieben. Dazu wird im Laufe des Kapitels 7 eine Methodik zur schrittweisen Einführung des umfassenden Fehlermanagementprozesses erarbeitet.

Im Anschluss präsentiert Kapitel 8 die Ergebnisse einer Pilotanwendung, die bei einem Automobilzulieferer erreicht werden konnten. Eine Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse bildet den Abschluss dieser Arbeit.

## 2 Stand der Technik

### 2.1 Grundlagen des Fehlermanagements

#### 2.1.1 Begriffsbestimmungen

Diesem Kapitel vorangestellt ist die Definition der im Zusammenhang mit dieser Arbeit wichtigen Begriffe Fehler und Prozessketten. Für eine umfassende Ermittlung der Grundlagen des Fehlermanagements werden anschließend die bereits in der Literatur behandelten Ansätze und Handlungsmaxime dieses Themenkomplexes analysiert und bewertet. Abschließend werden die Normanforderungen an einen ganzheitlichen Fehlermanagementprozess beschrieben.

##### 2.1.1.1 Fehler

Der Begriff Fehler ist in der Praxis und in der Literatur je nach Anwendungsbereich unterschiedlich definiert und sehr facettenreich ausgeformt. Im Rahmen dieser Arbeit soll der Begriff aus der Sicht des Qualitätswesens betrachtet und daher die Definition der DIN EN ISO 9000:2000 zugrunde gelegt werden. Nach der DIN EN ISO 9000:2000 wird unter einem Fehler die Nichterfüllung einer Anforderung (Nichtkonformität) verstanden. In der DIN EN ISO 9000:2000 wird darüberhinaus ein Unterschied zum Begriff des Mangels gemacht. Der Mangel ist die Nichterfüllung einer Anforderung in Bezug auf einen beabsichtigten oder festgelegten Gebrauch (SCHUKRAFT 2001 S.4). Der Begriff Fehler kann in der logischen Kette vom Merkmal (definiert in DIN 55 350, TEIL 12) über eine unzulässige Abweichung zum Fehler gesehen werden. Bei Merkmalen wird zwischen qualitativen und quantitativen Merkmalen unterschieden, wobei sich alle -mit Ausnahme attributiver Merkmale- in einer größer/kleiner Beziehung anordnen lassen, jedoch nur quantitative Merkmale die Beschreibung eines Abstandes (mathematisch: Metrik) zulassen. Eine Abweichung wird definiert als die Differenz zwischen einem Merkmalswert (Istwert) und einem Bezugswert (Sollwert). Folglich liegt ein Fehler vor, wenn die Abweichung ein entsprechendes Maß, die zulässige Toleranz (DIN 55350, TEIL 12), übersteigt. Bei attributiven Merkmalen ist der Abweichungsbegriff nur bedingt sinnvoll anzuwenden. Diese binäre Sicht eines Fehlers hat sich als unzureichend erwiesen. So definierte Taguchi (TAGUCHI 1989) eine stetige Verlustfunktion, die auch eine Abweichung innerhalb der Toleranzgrenzen sinnvoll erscheinen lässt. Ein Fehler zieht wiederum eine Störung nach sich, die bei Unterschreiten eines Abnutzungsvorrates zu einem Schaden führen kann. Abweichung und Fehler sind Begriffe, die sowohl auf materielle, als auch immaterielle Produkte angewendet werden können. Störung und Schaden beziehen sich auf die „Funktion“ oder den Abnutzungsvorrat einer Betrachtungseinheit und sind daher eher materiellen Produkten zugeordnet. Die Begriffe Abweichung, Fehler, Störung und Schaden werden zur Beschreibung von Ursachen, Wirkungen und Folgen verwendet (WESTKÄMPER 1997) (vgl. Abbildung 1).

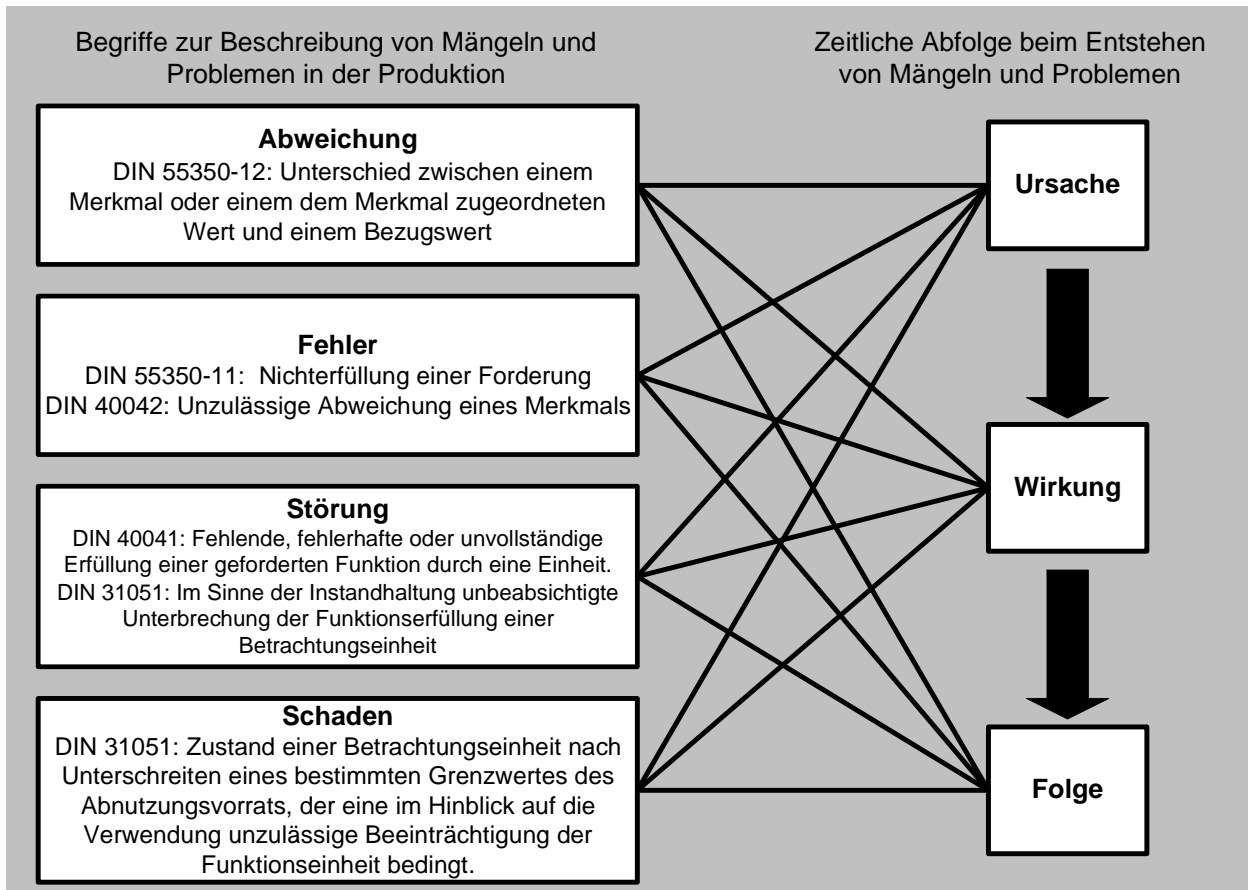


Bild 2-1: Beschreibung von Ursachen, Wirkungen und Folgen anhand der Begriffe Abweichung, Fehler, Störung und Schaden (vgl. Westkämper 1997)

Darüberhinaus wird je nach Wiederholhäufigkeit des Fehlers zwischen Wiederholungsfehlern und Ausnahmesituationen unterschieden. Oft wird dabei auch von systematischen und zufälligen Fehlern (RINNE 1995) oder von chronischen und sporadischen Fehler (GROTHUS 2003) gesprochen.

### **Systematische Fehler**

Statistisch gesehen sind systematische Fehler mit hohen Auftretswahrscheinlichkeiten behaftet. Solche Fehler treten regelmäßig auf, und rufen bei der Häufigkeitsverteilung eine Verschiebung des Prozessmittelwertes hervor (VGL. RINNE 1995, TIMISCHL 1995). Diese Fehler werden meist durch sich regelmäßig wiederholende oder alternierende Ursachen ausgelöst. Entweder werden die Ursachen in der Planungsphase nicht vorhergesehen, oder sie entstehen während der Realisierungs- oder Nutzungsphase. Eine Vermeidung solcher Fehler ist möglich, indem man die Ursachen erkennt und anschließend beseitigt. Voraussetzung hierzu ist die Durchführung einer Analyse mit geeigneten Methoden (vgl. CROSTACK 2003, PFEIFER 2001). Auch wenn derartige Fehler vielleicht nicht vollständig verhindert werden können, so werden Unternehmen hier geeignete Maßnahmen ergreifen, um diese Abweichungen so früh wie möglich zu beseitigen.

Systematische Fehler treten immer an denselben Stellen, die als Schwachstellen bezeichnet werden, auf. Bei jedem Ausfall sind etwa die gleichen Symptome zu erkennen. Diese Fehler sind also lokalisierbar und damit auch einfacher zu beseitigen (vgl. GROTHUS 2003). Durch

Integration kontinuierlicher Überwachung oder durch gezielte Prüfmaßnahmen in den Prozessen kann das Auftreten der Abweichungen je nach Prüfhäufigkeit mehr oder weniger sicher erkannt werden. Eine Bewertung der Prozesse sowie der im Vorfeld getroffenen und durchgeführten Korrekturmaßnahmen ist damit leicht durchführbar.

Die Beobachtung dieser systematischen Fehler stellt in gewisser Weise eine Wissensquelle dar. Durch Übertragung des aus systematischen Fehlern gewonnenen Wissens auf andere, ähnliche Fehler kann man bereits im Vorfeld Maßnahmen definieren, die beim Erkennen einer Abweichung auszuführen sind. Diese Maßnahmen ermöglichen dann eine schnelle Fehlerbeseitigung bzw. -vermeidung. Auch die Einbeziehung verschiedener Funktionen/Abteilungen im Unternehmen ist hierbei grundsätzlich möglich, was als Voraussetzung für die Installation von bereichsübergreifenden Regelkreisen angesehen werden kann. Entsprechende Vorgehensweisen zur Fehlerbehebung können für jeden Prozess hinterlegt werden, wobei das Wissen der verschiedenen beteiligten Stellen zusammengeführt und dokumentiert wird. Für den Fall einer Fehlerbehebung kann dann auf dieses Wissen zurückgegriffen werden. Somit kommt es bei einer planmäßigen Befolgung der vordefinierten Reaktionen nur zu minimalen und bereits eingeplanteten tolerierbaren Abweichungen (vgl. CROSTACK 2003).

### **Ausnahmesituationen**

Bei Messungen lassen sich Ausreisser als spezielle Cluster auffassen, die aus einem oder wenigen Punkten bestehen und die weit von der Masse der anderen gemessenen Punkte entfernt liegen (WEIHS 1999). In Anlehnung an diese Definition aus der Statistik sind Ausnahmesituationen Abweichungen, die sich von bisherigen, üblichen und bekannten Fehlern unterscheiden. Solche Fehler sind außergewöhnlich und treten unvorhersehbar irgendwo und irgendwann auf.

Eine der Eigenschaften der Ausnahmesituationen ist also deren Neuartigkeit und Seltenheit. Die hervorgerufenen Fehler sind entweder einmalig oder treten sehr selten auf. Durch die lange Zeitspanne der fehlerfreien Funktion der Prozesse werden selten auftretende Fehler wegen der begrenzten Kapazität des menschlichen Gedächtnisses nicht mehr wahrgenommen, d.h. sie werden vergessen (vgl. SCHAUB 1996). Bei diesem quasi neuen oder einmaligen Auftreten der Störung sehen sich die Mitarbeiter mit einer neuen Situation konfrontiert und fühlen sich meist überfordert. Sie müssen auf ihr individuelles Wissen und Ihre Fähigkeiten zurückgreifen, um die Störungen zu beheben. Da Ausnahmesituationen häufig durch das Zusammenspiel unterschiedlicher Ursachen entstehen, ist im ersten Augenblick ein Auffinden der die Störung auslösenden Ursache sehr schwierig.

Im Unternehmen sind die Prozesse, Systeme und Anlagen miteinander gekoppelt und beeinflussen sich gegenseitig. Diese Vernetzung der Elemente führt zu einer Eigendynamik der Systeme und Prozesse. Das Zusammentreffen mehrerer ungünstigen Bedingungen, die zum Fehler führen, weichen also vom initialen Zustand des Systems ab, meist ohne Kenntnis des Mitarbeiters. Durch diese Intransparenz der herrschenden Bedingungen sind die Problemsituationen für die Mitarbeiter nicht vollständig durchschaubar (vgl. SCHAUB 2000, HORN 1999).



### 2.1.1.2 Prozessketten

Ein erwünschtes Ergebnis lässt sich effizienter erreichen, wenn Tätigkeiten und dazugehörige Ressourcen als Prozess geleitet und gelenkt werden (KNIAT 2004). Ein Prozess ist eine zeitabhängige Zustandsänderung in einem System durch in Wechselbeziehungen oder Wechselwirkungen zueinander stehende Tätigkeiten, die eine oder mehrere Eingaben von einem Anfangszustand in einen Endzustand umwandelt (vgl. DIN 9000, DIN 19226, EICHGRÜN 2003). Die durch den Prozess gelieferten Ausgaben stellen einen Wert für den Kunden dar. Ausgezeichnet wird ein Prozess durch das geplante und systematische Zusammenwirken von Menschen (als Kunden, Lieferanten oder Mitarbeiter), Betriebsmitteln (Maschinen), Material, Umwelt und Methoden entsprechend der Wertschöpfungskette zur Verwirklichung eines Zieles.

Ein Prozess kann in weitere Prozessschritte auf untergeordneten Ebenen aufgeteilt werden, bis funktionale und/oder personelle Grenzen nicht mehr überschritten werden können. Ist ein Prozessschritt auf einer operativen Ebene, auf der eine Tätigkeit durch eine Person durchgeführt werden muss, angelangt, ist das kleinste Element eines Prozesses erreicht. In der Praxis hängt der Detaillierungsgrad des Prozesses von der gewünschten Betrachtungstiefe ab (vgl. PFEIFER 2001). Die Verknüpfung einzelner Prozesse entlang der Zeitachse stellt eine Prozesskette dar. Prozessketten ermöglichen die systematische und abteilungsübergreifende Darstellung der Ablaufstrukturen eines Unternehmens (GRÜNZ 2004). Bei Strukturierung des Ablaufes wird zwischen einer horizontalen und einer vertikalen Prozessstruktur unterschieden. Die horizontale Struktur bildet dabei die logische und die zeitliche Abfolge einzelner Abläufe ab, während die vertikale Struktur eine hierarchische Gliederung der Abläufe ermöglicht (GAITANIDES 1994).

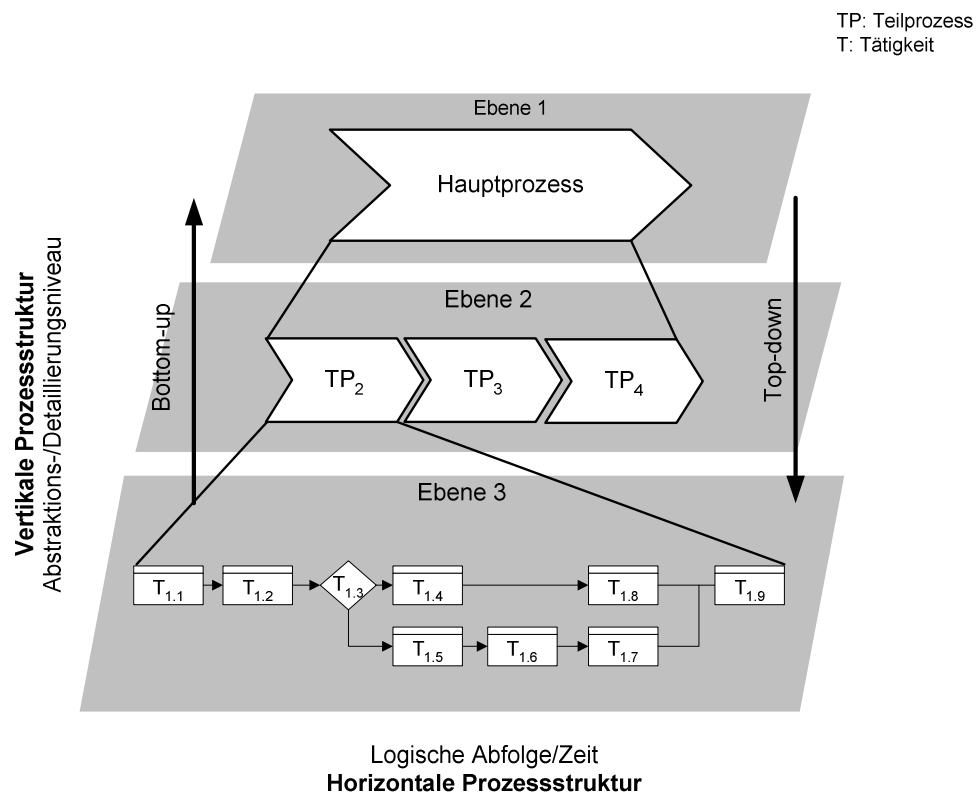


Bild 2-2: Darstellung der Prozessstruktur (vgl. GRÜNZ 2004; KUHN 2002; TSCHICH 2000; PANDE 2000)

Die vertikale Prozessstruktur erlaubt die Darstellung der Abläufe in unterschiedlichen Detaillierungsebenen, wobei auf jeder Detaillierungsebene der gleiche Detaillierungsgrad vorhanden ist. Die oberste Ebene stellt der Hauptprozess bzw. Gesamtprozess dar. Falls ein Prozess transparenter gestaltet werden muss, kann er auf einer nächsten Prozessebene detaillierter modelliert werden. Durch das „top-down“-Prinzip bzw. die deduktive Vorgehensweise kann der übergeordnete Prozess je nach geforderter Tiefe in einzelne Teilprozesse verfeinert werden. Im Gegensatz dazu können mit Hilfe des „bottom-up“-Prinzips bzw. der induktiven Strategie die einzelnen Abläufe und Vorgänge zu übergeordneten Prozessen zusammengefasst werden (vgl. HEEG 1993).

Zur Beschreibung und Visualisierung der Prozessabläufe ist eine allgemeingültige Betrachtungsweise von Prozessen erforderlich (siehe Bild 2-3). Diese Betrachtung ist unabhängig vom Detaillierungsgrad, das heißt, sie ist gleichwohl auf die Prozesse und Prozesselemente anwendbar (vgl. WALD 2003, S. 58-59). TABELLE 2-1 führt in Analogie zu BILD 2-3 alle wesentlichen Komponenten inhaltlich auf, die für eine vollständige Beschreibung erforderlich sind.

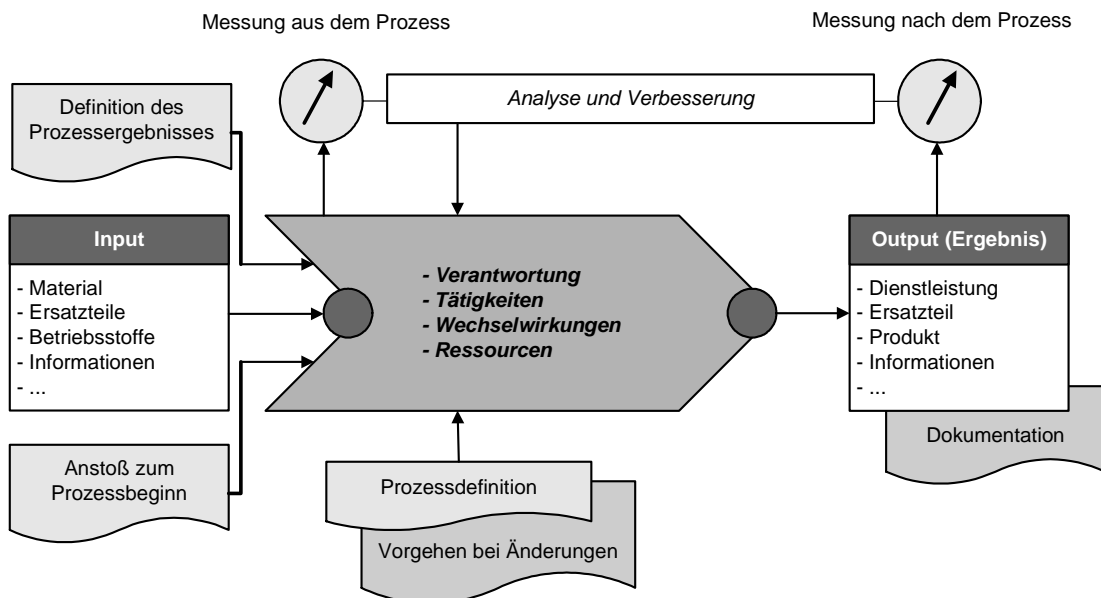


Bild 2-3: Modell zur vollständigen Beschreibung eines Prozesselementes (WALD 2003)

Bezeichnung des Prozesselements	
Bestandteil	Inhalt
Prozessziel	Es wird beschrieben, welche Ziele der Prozess erreichen soll. Die Ziele müssen idealerweise messbar sein.
Verantwortlichkeit	Es ist der Verantwortliche für den Prozess festzulegen. Er wirkt bei der Festlegung des Prozesses mit und koordiniert dessen Einhaltung und Verbesserung. Dazu überwacht er die Effektivität, die Effizienz und die Konformität des Prozesses.
Input	Es sind die Eingangsgrößen in den Prozess zu beschreiben. Der Input betrifft sowohl Materialien, Halbzeuge, Ersatzteile, Betriebsstoffe als auch Unterlagen und Informationen.
Output	Es wird das Ergebnis des Prozesses beschrieben, welches aus dem Input zu erstellen ist. Dies kann ein Produkt oder eine Dienstleistung betreffen. Dabei ist es hilfreich, das interne Kunden-Lieferanten-Verhältnis zu berücksichtigen.
Ressourcen	Es werden die wesentlichsten Ressourcen festgelegt, die für den Prozess erforderlich sind. Dazu gehören entsprechend qualifizierte Mitarbeiter sowie Betriebsmittel und Einrichtungen, z.B. Werkzeuge, Maschinen, Räumlichkeiten, Lager.
Anstoß	Es ist zu beschreiben, wer bzw. was den Anstoß zur Ausführung von Tätigkeiten im Prozess liefert. Er kann beispielsweise durch interne oder externe Aufträge bzw. durch den Output eines vorangegangenen Prozessschrittes erfolgen.
Ablauf	Es ist die Abfolge von Tätigkeiten festzulegen, die zur Ausführung des Prozesses benötigt werden. Die Beschreibungstiefe hängt dabei wesentlich von der Komplexität des Prozesses und von der Qualifikation des ausführenden Personals ab.
Messung/Kennzahlen	Es sind Messgrößen anzugeben, die dazu dienen, festzustellen, ob die Vorgaben eingehalten werden, den Prozess zu steuern und zu lenken sowie seine Effizienz zu beurteilen. Dies kann sowohl durch Messung des Outputs als auch durch Messungen am Prozess selbst erfolgen.
Vorgehen bei Änderungen	Für den Fall, dass es unvorhergesehene Änderungen im Prozess gibt, sind klare Regelungen zu treffen, welche Maßnahmen zu ergreifen sind, wer zu informieren ist und wie weit die Entscheidungsbefugnis des ausführenden Personals geht.

Tabelle 2-1: Inhaltliche Beschreibung eines Prozesses (WALD 2003)

### 2.1.2 Ansätze des Fehlermanagements

Bezugsgröße und Ansatzpunkt für das Fehlermanagement sind die Prozesse im Unternehmen. Um einen umfassenden und nachhaltigen Fehlerabstellprozess zu erhalten, ist ein übergreifender Ansatz zwischen den unterschiedlichen Teilprozessen, aber auch über die Prozessebenen hinweg unabdingbar. Das Denken in Abteilungsgrenzen, wo jeder Bereich nur seine eigenen lokalen Ziele verfolgt und seinen Erfolg und Misserfolg durch lokale Kennzahlen misst, sollte zukünftig der Vergangenheit angehören. Damit die Ziele eines umfassenden Fehlermanagements (Fehlervermeidung, Zykluszeitverkürzung und ständige Verbesserung) erreicht werden, ist eine Prozessorientierung notwendig. Prozesse nehmen keine Rücksicht auf die funktional gegliederten Organisationen und überschreiten Abteilungen und Funktionsgrenzen (vgl. CROSTACK 2005C, CROSTACK 2005D).

Beim Fehlermanagement gilt es einen Kreislauf zu schaffen, der sich von der Fehlererkennung und Dokumentation bis zur Maßnahmenumsetzung und -bewertung erstreckt (vgl. CROSTACK 2003, CROSTACK 2005B). Für die Fehlererfassung und -erkennung sind Prozessmerkmale sowie Messsysteme notwendig. Eine Auswertung und Analyse der gesammelten Fehlerdaten befähigt eine Klassifizierung der Fehler und die Ableitung notwendiger Sofortmaßnahmen, um die negative Wirkung dieser Fehler abzustellen. Eine klare Zuweisung der Arbeitsschritte und eine Abgrenzung der Zuständigkeiten sind sehr wichtig für die schnelle Durchführung der Maßnahmen. Nach dieser Minderung bzw. Beseitigung der Fehlerfolge folgt die Lösungssuche für eine Abstimmung der Fehlerursache und damit eine Vermeidung der Fehlerwiederholung. Nach der Maßnahmenumsetzung soll die Wirkung der Lösung bewertet werden. Gewonnene

Informationen während des Fehlerabstellprozesses sollen wiederverwendet werden, um die Fehleranalyse und -beseitigung zu unterstützen und verbessern. Eine evolutionäre Vorgehensweise, die zu mehr Kreativität und Innovation führt, entsteht. Der Faktor Mensch spielt dabei eine sehr wichtige Rolle.

In der Fachliteratur werden die Begriffe Fehlermanagement und Fehlerbehandlung oftmals nicht eindeutig voneinander abgegrenzt. Die seit Anfang der 90er Jahre diskutierten Modelle werden unter dem Begriff der Fehlerbehandlung zusammengefasst.

Der erste Ansatz in diesem Gebiet, der zugleich trotz hoher Komplexität als Grundlage für die Entwicklung neuerer Modelle dient, ist das Fertigungskontrollsystem mit integriertem Fehlermanagement von HOFMANN 1990. In seiner Arbeit stellt Hofmann am Beispiel von flexiblen Fertigungssystemen den fertigungstechnologischen Ansatz in den Vordergrund. Kritisiert wird an dieser Stelle der zunehmende Einsatz von künstlicher Intelligenz, welche von Hofmann als „mangelndes konzeptionelles Verständnis des Problems“ betitelt wird. Hofmann nimmt in seiner Arbeit eine Unterteilung zwischen statistischen und dynamischen Fehlerdaten vor. Unter statistische Fehlerdaten fasst er diejenigen zusammen, die zwar bei der Fehlerbehandlung verwendet werden, jedoch nicht den Zustand des Fertigungssystems widerspiegeln. Dies sind beispielsweise Daten über Werkzeuge und Betriebsmittel, oder standardisierte Produkteigenschaften sowie Fehler. Fehler werden in diesem Zusammenhang über Fehlerketten verknüpft und über Wahrscheinlichkeiten modelliert. Die notwendigen einzelnen Behebungsmaßnahmen von Fehlern oder Ketten von Behebungsmaßnahmen fasst Hofmann ebenfalls unter die Gruppe der statistischen Daten. Die Erhebung der Fehlerdaten erfolgt durch Experten. Auf Rückmeldungen aus der Fehlermeldung, zu bezeichnen als ein „lernendes System“, wird in Hofmanns Arbeit nicht näher eingegangen. Die zweite Gruppe der dynamischen Fehlerdaten beschreibt die laufende Operation. Eine Liste von vordefinierten Fehlermaßnahmen wird mit einem Vorgang verknüpft. Bei Auftreten eines Fehlers können somit die Maßnahmen in einer nach ihrer Priorität festgelegten Reihenfolge durchgeführt werden. Desweiteren beinhalten die dynamischen Fehlerdaten neben Start- und Solllaufzeit der Operation die Möglichkeit, ob der Bearbeitungsvorgang reversibel ist. Hofmanns Arbeit behandelt keine unbekanntes Fehler. Hofmann konzentriert sich in seiner Arbeit auf bekannte, sich wiederholende Fehler. Sein Modell kann als Ausgangspunkt für die Entwicklung eines neuen Fehlermanagements dienen. Da er sich in seiner Arbeit auf flexible Fertigungssysteme konzentriert, ist eine Überprüfung der möglichen Erweiterung auf komplexere Produktionssysteme erforderlich.

PESY, 1991, spezialisiert seine Arbeit auf ein Störungsmanagement für eine Kokereianlage. Ziel ist die Entwicklung eines Systems zur Fehlerfrüherkennung, -diagnose und Unterstützung des Reparaturablaufs unter der Nutzung bereits vorhandener Prozessdaten. Er geht hierbei im Vordergrund auf die Prozesse im Kokereibetrieb ein, betrachtet aber auch die allgemeine Fehlerbehandlung in der Anlagentechnik. Als Fehler sieht Pesy die Nichterfüllung einer Funktion. Unter Störung versteht er eine Auswirkung eines entstandenen, vorübergehender Fehler. In Anlehnung an Frese, 1991, beschreibt Pesy die in der Praxis übliche Vorgehensweise bei Auftreten eines Fehlers und stellt diese anhand eines Fehlerbewältigungsprozesses dar. Ein wesentlicher Teil seines Störungsmanagements ist die musterbasierte Fehlerdiagnose anhand von Zustandsmeldungen. Das Modell des Störungsmanagementsystems besteht aus vier Modulen: Diagnose, Teleservice, Wissensbeschaffung und –archivierung und Handlungsstrategie. Im Modul Diagnose werden

Fehlerentdeckung und Fehlererklärung erfasst. Die Module Wissensbeschaffung und Teleservice dienen zum Erhalt von Informationen. Im Modul Handlungsstrategie werden Hilfen zur Fehlerbeseitigung zur Verfügung gestellt. In seiner Arbeit stellt Pesy die Wichtigkeit der Vermeidung von Anlagenstillständen in den Vordergrund. Das von ihm für eine Kokereianlage entwickelte Störungsmanagementsystem (SMS) beinhaltet eine ganzheitliche Unterstützung des Fehlerbewältigungsprozesses. Defizite bestehen in der hohen Komplexität des Systems, sowie in der Tatsache, dass ein Fehler mindestens einmal auftreten muss, um in der Zukunft schnellstmöglich bewältigt werden zu können. Die Intention liegt nicht darin, einen Fehler in der Zukunft zu vermeiden, sondern darin, einen wieder auftretenden Fehler routiniert abhandeln zu können. Im Vordergrund steht folglich nicht die Fehlerprävention, sondern die Behandlung auftretender Fehler.

Einen weitaus differenzierteren Ansatz erläutert ORENDI, 1993 in seiner Arbeit. Ausgehend von der Tatsache, dass in der Industrie oft nicht zwischen Beseitigungsmaßnahmen, Ursachenbeseitigungsmaßnahmen und Präventivmaßnahmen unterschieden wird, behandelt Orendi in seiner Arbeit den Fehler und die Fehlerursache als zwei eigenständige Fehlerereignisse, die nur durch Verweise verknüpft sind. Die Datenhaltung erfolgt anhand eines CAQ -Managementsystems (Computer Aided Quality). Die Basis seiner Arbeit bildet ein auf alle Unternehmenseinheiten anwendbar ausgerichteter Fehlerschlüssel. Die Einteilung erfolgt beispielsweise anhand der Klassen Produkt, Betriebsmittel, Verfahren, Unterlage und Ablauf. An dieser Stelle erfolgt keine umfassende Gliederung der Klassen von Einheiten. Die Identifikation des Fehlers soll entsprechend der Anwendbarkeit auf alle Unternehmenseinheiten anhand einer eindeutigen Fehleridentnummer erfolgen. Eine Erläuterung der Strukturierung des Identnummernsystems fehlt in Orendis Arbeit noch. Um eine Erweiterbarkeit des Systems zu erzielen, muss bei der Vergabe von Identnummern durchgängig eine feste Gliederung eingehalten werden. Die Beschreibung des Fehlers erfolgt durch Angabe des Bezugsmerkmals, die qualitative und quantitative Ausprägung des Merkmals, sowie eine eventuelle verbale Erläuterung. Eine Datenbank dient als Quelle einer Liste von Standardmaßnahmen. Aus dieser wird die Fehlerbeseitigungsmaßnahme ausgewählt. Die Zuordnung dieser Standardmaßnahmen zu Einheitenklassen stellt sicher, dass beim Eintragen eines Fehlers nur für die betrachtete Einheit mögliche Maßnahmen ausgewählt werden, so unterscheiden sich beispielsweise die Maßnahmen für Produkte von denen für die Klasse der Betriebsmittel. Da die Ursache des Fehlers im Fehlerschlüssel als Verkettung zu einem anderen Fehler dargestellt wird, besteht die Möglichkeit, die Fehlerbeseitigung und Fehlerursachenbeseitigung unabhängig voneinander durchzuführen. Ähnlich der „Frag fünf mal“-Strategie, entwickelt von Taicho Ohno für das Produktionssystem von Toyota, kann die Fehlerbehandlung auf beliebig lange Fehlerketten angewendet werden. Durch die Separation von Fehlerbeseitigung und Fehlerursachenbeseitigung besteht hier keine Einschränkung auf eine zweistufige Behandlung von Ursache und Wirkung. Darüberhinaus stellt Orendi in seiner Arbeit die Möglichkeit der Weiterverwendung der gewonnenen Fehlerdaten im Rahmen des CAQ -Systems dar. Er knüpft hier an die von PFEIFER, 1992, vorgestellte QDES Datenstruktur (Quality Data Exchange Specification) an.

Ein weiterer Ansatz stammt von NICOLAYSEN, 1996, der sich in seiner Arbeit auf den Bereich der Montage bezieht. In seinem Modell der Fehlerbehandlung geht er von einer produktorientierten Vorgehensweise aus. Die Ablegung der Produktdaten erfolgt nach dem aus der ISO 10303 stammenden STEP-Datenformat. Bezogen auf die Fehlererfassung stellt Nicolaysen in seiner Arbeit die Notwendigkeit der Zulassung verschiedener Eingabeformen mit variablem

Detailierungsgrad in den Vordergrund. Als Beispiel nennt er die automatische Auslösung der Fehlerbehandlungsroutine durch ein Betriebsmittel, oder das manuelle Eingeben eines Fehlers durch einen Mitarbeiter. Nicolaysen geht in seiner Arbeit auf den Kostenfaktor ein. An dieser Stelle nimmt er eine Unterteilung des potentiellen Nutzens eines Fehlermanagementsystems in direkte und indirekte Effekte vor. Direkte Effekte umfassen die Entlastung bei der Fehlererfassung und Datenübertragung zwischen den verschiedenen Systemen. Unter indirekten Effekten versteht Nicolaysen die Verbesserung der Produkt- und Prozessqualität. Diese sind schwierig quantifizierbar und lösen die Forderung aus, dass „bereits der direkte Nutzen einen wesentlichen Anteil der Wirtschaftlichkeit ausmachen sollte“. Kritikpunkt an der Arbeit von Nicolaysen ist die Spezialisierung auf den Bereich der Montagevorgänge. Eine universelle ganzheitliche Einsatzmöglichkeit in unterschiedlichen Bereichen ist nicht gegeben.

Ein Fehlermanagementsystem mit hybrider Architektur ist Bestandteil von PFEIFER, 1996. Bereits bekannte Methoden wie QFD, SPC und die Fehleranalyse werden als dezentrale Module organisiert. Eine Anpassung der einzelnen Module ermöglicht eine Kommunikation mit dem zentralen Server. Angestrebt ist eine gemeinsame Nutzung von vorhandenem Fehlerwissen. Die Module werden durch ein zentrales Vermittlungssystem koordiniert. Dieses zentrale System wird als „Quality Trader“ bezeichnet. Mittels eines Kausalprozessors werden alle Relationen in die folgenden zwei Kategorien gesplittet: Kausalzusammenhänge und korrelierte Ereignisse. Letztere werden mittels statistischer Tests erhoben. Kausalzusammenhänge hingegen stellen Ursache-Wirkungs-Prinzipien dar. Eine Festlegung erfolgt beispielsweise durch die bekannte Methode FMEA. Durch den Kausalprozessor erfolgt eine Verknüpfung der Daten. Elemente können somit ähnlich einer relationalen Datenbank eindeutig zueinander zugeordnet werden. Darüberhinaus kann auch die Stärke des Zusammenhangs abgelegt werden. Jedes Ereignis zeichnet sich durch eine Objekt- und Merkmalsnummer aus. Eine Kausalrelation beschreibt folglich den gewichteten Zusammenhang zwischen zwei frei wählbaren Merkmalsausprägungen in der Datenbasis. Diese Strukturierung ermöglicht eine beliebige Abfrage des Wissens. Die Länge der Kausalkette ist insoweit frei wählbar, solange entsprechend aussagekräftige Relationen gespeichert sind. Dabei sind sowohl Fehlerursachen-, als auch Fehlerfolgenanalysen möglich. Der Ansatz von Pfeifer bietet die Möglichkeit, eine Menge von Ereignissen auf seine Ursachen und Wirkungen hin zu untersuchen. Neben dieser Strukturierung durch den „Quality Trader“ geht Pfeifer in seiner Arbeit auf Probleme der Arbeitsorganisation bei der Einführung von Fehlerbehandlungssystemen ein. An dieser Stelle erwähnt Pfeifer unter anderem die Mitarbeitermotivation, sowie eine veränderte Arbeitsplatzgestaltung.

Ein weiterer Ansatz in dem Gebiet der Fehlerbehandlung stammt von HUMMELS, 1998. Grundlage seiner Arbeit bildet die Ablage von Fehlerinformationen und statistischen Daten als verknüpfte Seiten in Hypertext Archiven. Unter die statistischen Daten fasst Hummels, ähnlich den vorhergehenden Ansätzen, beispielsweise Produkte oder Betriebsmittel zusammen. Bei diesem Hypertext-orientierten Ansatz wird dem Anwender ein entsprechendes Werkzeug zur Bearbeitung der Seiten gestellt. Durch Verknüpfung der jeweiligen Seiten werden die Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung realisiert. Kommt es zum gleichzeitigen Auftreten mehrerer Fehler, werden diese durch die Auswahl und Auflistung relevanter Hyperlinks dargestellt. Trotz eines einfachen Zugriffs auf das Fehlerwissen besteht ein Optimierungsbedarf dieses Ansatzes hinsichtlich der Automatisierbarkeit der Fehlerbehandlung.

KLAMMA, 2000, bezieht sich in seiner Arbeit auf ein Eskalationsmodell. Dieses wurde im Rahmen des FOQUS-Projektes der RWTH Aachen entwickelt. Das Eskalationsmodell zielt auf eine Festlegung der Verantwortlichkeiten bei der Fehlerbehandlung ab und umfasst drei Rollen der Eskalation. Ein Koordinator initiiert die Fehlerbehandlung, die Umsetzung erfolgt mittels eines Durchführenden und der Abschluss ist die Aufgabe des Prüfers. Klammer entwickelt in seiner Arbeit den sogenannten „Mappenmanager“. Mittels elektronischer Mappen soll eine Vernetzung der Fehlerbehandlung erfolgen. Die elektronischen Mappen beinhalten hierbei Informationen über den Ablauf sowie die Vorgangsdaten. Die Einbindung von Informationsquellen in den Fehlerbehandlungsprozess übernimmt ein Anfragemanager.

Einer der neuesten Ansätze ist die Arbeit von HOCHREITER, 2004. Dieser sieht in einem Fehler die Möglichkeit zur Verbesserung eines bestehenden Systems. Der Einsatz eines Fehlermanagementsystems stellt für ihn die Basis für eine gute Qualität dar. Die Ergänzung des Fehlermanagementsystems durch eine erfolgreiche Fehlerkultur bedeutet für Hochreither den richtigen Weg zur erfolgreichen Unternehmenspolitik. Unter einer erfolgreichen Fehlerkultur versteht er jenen Ansatz, der sich mit dem Lernverhalten des Menschen beschäftigt: Hier wird berücksichtigt, unter welchen Umständen dem Menschen Fehler unterlaufen, und wie diese Fehler für den Unternehmenserfolg eingesetzt werden können. Findet eine Fehlerkultur in einem Unternehmen Anwendung, so bedeutet dies, dass Erkenntnisse über das menschliche Lernverhalten mittels in der Vergangenheit begangener Fehler genutzt werden. Eine Hauptthese Hochreithers besteht in der Aussage, dass Qualität auf einem funktionierenden Fehlermanagementsystem besteht und dieses nur durch eine angewandte Fehlerkultur optimiert werden kann. Er setzt an diese Stelle den Begriff des „mutigen Fehlermanagements“ und bezieht sich auf die Rolle des Menschen im Unternehmensprozess. So beginnt seiner Aussage nach ein mutiges Fehlermanagement bei jedem Menschen selbst, und bei seiner persönlichen Kraft, positive Erkenntnisse aus getätigten Fehlern zu ziehen. Hochreither sieht ein solches Fehlermanagement als die Basis für die langfristige Sicherung des Unternehmenserfolges und den Beginn einer erfolgreichen Fehlerkultur. Nur durch ein erfolgreiches Fehlermanagement mit einer Fehlerkultur, dessen sich alle Mitarbeiter bewusst sind, kann das notwendige Vertrauen der Kunden und des Markts gewonnen werden und das Unternehmen langfristig qualitätsgerecht agieren.

Insgesamt zeichnen sich die jüngeren Entwicklungen durch eine erhöhte Komplexität aus. Durch die Entwicklung im Bereich der Rechnerunterstützung konnten datentechnische Einschränkungen überwunden werden. Die breite Verfügbarkeit von leistungsfähigen Rechnersystemen und die immer fortschreitende Entwicklung im Bereich der Software bilden einen neuen Rahmen für Ansätze im Bereich des Fehlermanagements. Der Aufwand der eigentlichen Fehlerbeseitigung wird ergänzt um einen zusätzlichen Aufwand für die unterstützenden Prozesse. Auf der einen Seite werden durch neuere Systeme vielfältige, neue Funktionalitäten für eine effektive Fehlerbehandlung geschaffen. Auf der anderen Seite steigt der Aufwand zu ihrer Einführung und Datenpflege. Dies bietet den Anlass der Gegenüberstellung von Aufwand und Nutzen bei der Einführung eines neuen Fehlermanagementsystems. Gerade für kleine und mittelständische Unternehmen ist dies ein wichtiger Aspekt. Diese Zielgruppe erfordert einen Fehlermanagementansatz, der eine hohe Adaption an die Unternehmensbedürfnisse aufweist.

### 2.1.3 Normanforderungen

Aufgrund des immer größer werdenden Konkurrenzkampfes wird es in der heutigen Zeit für Unternehmen immer schwerer, auf nationalen und internationalen Märkten zu überleben. Eine reine Qualitätsprüfung oder Qualitätskontrolle wie Eingangsprüfung und Endkontrolle reichen nicht mehr aus. Mittlerweile müssen, um allen Kundenanforderungen zu genügen, im gesamten Ablauf der Produktion, vom Materialeingang bis Produktausgang bzw. Lieferung und Service, die Qualitätsanforderungen überprüft und eingehalten werden. Dies kann nur mit einem wirksamen und effektiven Fehlermanagement im Rahmen eines ganzheitlichen Qualitätsmanagements erreicht werden. So können, bei gleichzeitiger Beachtung und Erfüllung der Kundenanforderungen und -erwartungen, Produkte und Prozesse kontinuierlich verbessert und dem Stand der Technik angepasst werden (vgl. INDUSTRIE- UND HANDELSKAMMER 2003).

Als Leitfaden und Hilfe bei der Umsetzung kann die DIN ISO 9001:2000 ff Normungsreihe zur Hand genommen werden, da sie die Prozessorientierung in den Vordergrund stellt und gleichermaßen gut geeignet zur Anwendung für Hersteller, Dienstleister, Software – Entwickler und Lieferanten ist. Die wesentlichen Vorteile dieser Normenreihe sind die herausragende Bedeutung der Kundenorientierung und die verstärkte Prozessorientierung. Zudem steht die Mitarbeiterorientierung im Mittelpunkt. Dabei soll jeder Mitarbeiter so qualifiziert werden, dass er die ihm übertragenen Aufgaben ordnungsgemäß durchführen kann.

Der Normenreihe DIN EN ISO 9000 ff liegt seit ihrer Überarbeitung aufgrund der prozessorientierten Ausrichtung vieler Unternehmen auch eine prozessorientierte Struktur zugrunde. Die enthaltenen Forderungen an die Gestaltung von QM-Systemen greifen die ursprünglichen Inhalte der ersten elementorientierten Versionen auf, und ergänzen diese um zusätzliche Punkte. Ihre Inhalte werden im Folgenden kurz dargestellt.

#### **DIN EN ISO 9000 – QM-Systeme/Grundlagen und Begriffe**

Diese Norm dient der Unterstützung von Unternehmen bei der Einführung und dem Arbeiten mit QM-Systemen. Dazu werden die Grundlagen von QM-Systemen erläutert und Begriffe des Qualitätsmanagements definiert und erklärt. Mit Hilfe dieser Norm erhält der Anwender die inhaltlichen und begrifflichen Kenntnisse zum sicheren Umgang mit der DIN EN ISO 9000-Normenfamilie .

#### **DIN EN ISO 9001 – QM-Systeme/Forderungen**

Diese Norm legt die internationalen Forderungen an die Gestaltung von QM-Systemen fest. Sie beinhaltet die wesentlichen Inhalte für die normkonforme Darlegung von QM-Systemen und bildet damit auch die Grundlage für die Erteilung von Zertifikaten. Im Gegensatz zu den ersten Versionen der DIN EN ISO 9000 können sich Unternehmen nur noch gemäß DIN EN ISO 9001 zertifizieren lassen, unabhängig von Entwicklungsverantwortung, Fertigungstiefe und Branchenzugehörigkeit (DIN 9001). Inhalte der DIN EN ISO 9001 zeigt Bild 2-4.

#### **DIN EN ISO 9004 – QM-Systeme/Leitfaden zur Leistungsverbesserung**

Diese Norm basiert auf den Grundsätzen der DIN EN ISO 9001 und gibt Empfehlungen bzw. Anregungen zur Einführung und Verbesserung von QM-Systemen. Sie dient als Ergänzung und gibt Hilfestellung bei der Interpretation der DIN EN ISO 9001-Forderungen [DIN 9004].



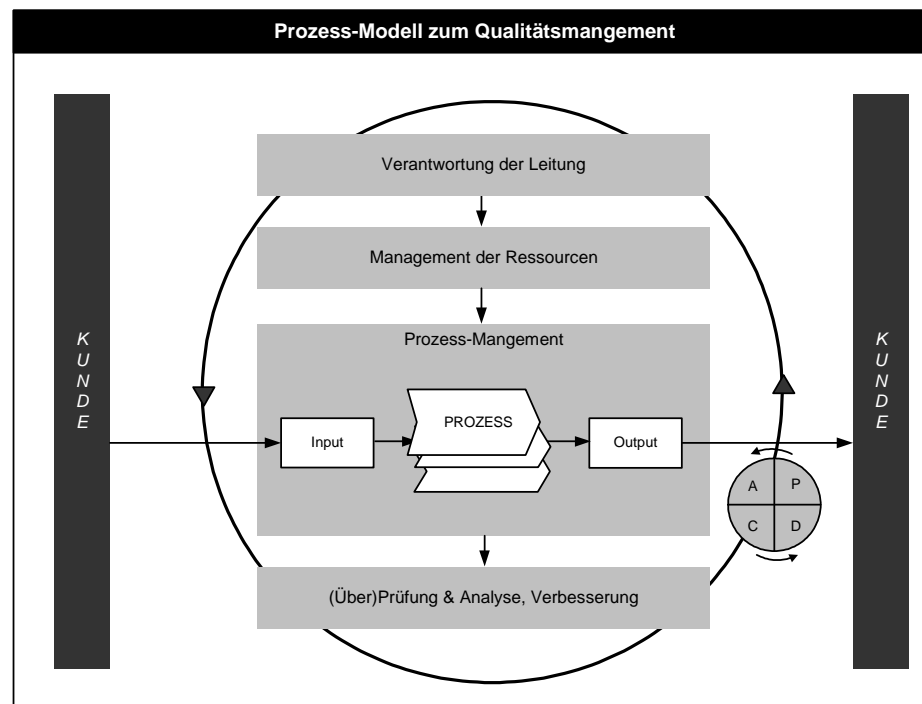


Bild 2-4: Prozessmodell der ISO 9000-2000

Näher betrachtet gibt die Norm im Laufe ihrer unterschiedlichen Prozesse zahlreiche Hinweise für eine effektive Gestaltung des Fehlermanagements. Aufgabe hier ist, aus den vier in der Norm beschriebenen Hauptprozessen (vgl. Bild 2-4), die Anforderungen an das Fehlermanagement abzuleiten. Ausgehend von der Notwendigkeit, Abweichungen zu erkennen um Fehler zu detektieren, schreibt Abschnitt 8.1 vor, dass das Unternehmen die Überwachungs-, Mess-, Analyse- und Verbesserungsprozesse planen und verwirklichen muss. Dafür ist nicht nur die Konformität des Produktes darzulegen und sicherzustellen, sondern auch die Wirksamkeit des umgesetzten Systems ständig zu verbessern. Um dies zu verwirklichen, müssen zuerst die zutreffenden Methoden, einschließlich statistischer Methoden, sowie das Ausmaß ihrer Anwendung festgestellt werden. Diese geeigneten Methoden zur Überwachung und, falls zutreffend, Messung der Prozesse, müssen bereits in der Planungsphase festgelegt werden, und sollen bei ihrer Anwendung dafür ausgelegt sein, die geplanten Ergebnisse zu erreichen (siehe Abschnitt 8.2.3). Werden jedoch Fehler erkannt, muss zum einen der Umgang mit solchen Produkten festgelegt werden, um das Qualitätsniveau im Unternehmen sicherstellen zu können. Zu diesem Zweck beschreibt Abschnitt 8.3 eine Forderung zur Lenkung fehlerhafter Produkte. Zum anderen müssen Aufzeichnungen über die Art von Fehlern und die ergriffenen Folgemaßnahmen, einschließlich erhaltener Sonderfreigaben, geführt werden. Genauer ist in Abschnitt 8.3.1: *Allgemeines*, aufgeführt. Die Dokumentation der unterschiedlichen Aufzeichnungen und Informationen ist stets gefordert, um eine zukünftige Aufbereitung und Auswertung der Daten zu ermöglichen. In Abschnitt 8.3.2: *Bewertung und Behandlung von Fehlern*, wird die Bewertung von Fehlern näher erläutert. Eventuelle Fehlertendenzen oder Auftretensmuster müssen erkannt werden, um eine frühere Vermeidung des Fehlers, und auch die Ableitung von Leistungsverbesserungsmaßnahmen ermöglichen zu können. Eine Verhinderung des Fehlerentstehens ist als explizite Anforderung, z.B. in Abschnitt 8.5.2 dieser Norm, dargestellt. Zur effektiven Umsetzung der oben genannten Maßnahmen ist

eine eindeutige Festlegung der Verantwortlichkeiten und Befugnisse im Unternehmen unabdingbar (Abschnitt 5.5.1). Hierfür soll ein qualifiziertes, fähiges und motiviertes Personal zur Verfügung stehen. Dazu ist eine wirksame und geeignete interne Kommunikation der Prozesse für eine reibungslose Umsetzung und Termineinhaltung erforderlich (Abschnitt 5.5, Abschnitt 6.2.). Eine überarbeitete Beschreibung der Anforderung ist in Tabelle 2-2 aufgeführt.

Grundlage	Anforderungen
5.4.1 Planung, Qualitätsziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Qualitätsziele festlegen</li> </ul>
5.5.1 Verantwortung und Befugnis	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Festlegung und Bekanntmachung der Verantwortungen und Befugnisse</li> </ul>
5.5.3 Interne Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung von internen Kommunikationsmaßnahmen</li> <li>▪ Wirksamkeit des QM-Systems kommunizieren</li> </ul>
6.2.1 Personelle Ressourcen, Allgemeines und 6.2.2 Fähigkeit, Bewusstsein und Schulung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erforderliche Ressourcen ermitteln und zur Verfügung stellen</li> <li>▪ Ermittlung der notwendigen Fähigkeiten des Personals</li> <li>▪ Sicherstellen, dass das Personal die Bedeutung seiner Tätigkeit erkennt</li> <li>▪ Aufzeichnungen führen</li> </ul>
8.1 Messung, Analyse und Verbesserung und 8.2.3 Überwachung und Messung von Prozessen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Überwachungs-, Mess-, Analyse- und Verbesserungsprozesse planen und verwirklichen</li> <li>▪ Geeignete Methoden zur Überwachung und Messung der Prozesse anwenden</li> <li>▪ Prozesse müssen geplante Ergebnisse erreichen können, falls dies nicht so ist, müssen Korrekturmaßnahmen ergriffen werden</li> </ul>
8.3 Lenkung fehlerhafter Produkte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fehler erkennen</li> <li>▪ Kennzeichnung und Lenkung des fehlerhaften Produktes</li> <li>▪ Festlegung der Lenkungsmaßnahmen</li> <li>▪ Festlegung der Verantwortlichkeiten und Befugnisse</li> <li>▪ Beseitigung des Fehlers</li> <li>▪ Genehmigung zum Gebrauch, zur Freigabe oder Annahme durch Sonderfreigabe einholen</li> <li>▪ Ausschluss des ursprünglich beabsichtigten Gebrauchs</li> <li>▪ Führen von Aufzeichnungen</li> <li>▪ Erneute Verifizierung eines nachgebesserten Produktes</li> </ul>
8.4 Datenanalyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ermittlung, Erfassung und Analyse von Daten</li> <li>▪ Prüfung der Wirksamkeit des Systems</li> <li>▪ Verbesserungen vornehmen</li> </ul>
8.5.1 Ständige Verbesserung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verbesserung der Wirksamkeit</li> <li>▪ Einsatz von Auditergebnissen, Datenanalysen sowie Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen</li> </ul>

8.5.2 Korrekturmaßnahmen und 8.5.3 Vorbeugungsmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ergreifen von angemessenen Korrektur- / Vorbeugungsmaßnahmen</li> <li>▪ Beseitigung von potentiellen Fehlerursachen</li> <li>▪ Einführung eines dokumentierten Verfahrens</li> <li>▪ Festlegung von Anforderungen zur Ermittlung potenzieller Fehler</li> <li>▪ Festlegung von Anforderungen zur Fehlerbewertung</li> <li>▪ Festlegung von Anforderungen zur Ermittlung der Fehlerursachen</li> <li>▪ Festlegung von Anforderungen zur Beurteilung des Handlungsbedarfes</li> <li>▪ Festlegung von Anforderungen zur Ermittlung der erforderlichen Maßnahmen</li> <li>▪ Festlegung von Anforderungen zur Aufzeichnungen der Ergebnisse</li> <li>▪ Festlegung von Anforderungen zur Bewertung der Korrektur- bzw. Vorbeugungsmaßnahmen</li> </ul>
--	---

Tabelle 2-2: Normanforderungen an das Fehlermanagement

#### 2.1.4 Handlungsmaxime und Qualitätskonzepte

Im Laufe der Zeit sind unterschiedliche Handlungsmaximen und Qualitätskonzepte, die zu besserer Qualität und niedrigerem Fehlerniveau durch ein verbessertes Fehlermanagement führen, entwickelt worden. Diese Konzepte stellen die Basis für eine Problemlösungsbehandlung und damit für die Entwicklung und Gestaltung eines umfassenden und effizienten Fehlermanagements. Der Focus liegt hierbei auf den folgenden vier Konzepten und Vorgehensweisen: PDCA-Zyklus (Deming Kreis) (1951), Null Fehler Programm (1961), Six Sigma (1987) und dem Eskalationsprinzip (1996), die fehlerhafte Prozesse schnell und zuverlässig identifizieren und anschließend korrigieren. Zunächst erfolgt an dieser Stelle eine Zusammenstellung und Analyse der vier verschiedenen Konzepte, die als Basis für die weitere Entwicklung eines Umfassenden Fehlermanagementprozesses darstellen werden:

##### 2.1.4.1 Deming Kreis

Auf den amerikanischen Statistiker Shewart geht der von W.E. Deming in den 50er Jahren formulierte Deming-Zyklus zurück. Die auch als PDCA-Zyklus (**P**lan, **D**o, **C**heck, **A**ct) bezeichnete Methode dient als Werkzeug zur kontinuierlichen Verbesserung. Die vier Phasen Planen (Plan), Ausführen (Do), Überprüfen (Check) und Verbessern (Act) sind als niemals endende Prozesse zu verstehen. Dabei ist nicht nur die individuelle Perspektive zu beachten, sondern unternehmensweit geht es darum, in solchen infiniten PDCA-Zyklen zu denken und zu handeln.

In der Planungsphase („plan“) wird zuerst eine detaillierte Analyse der Ist-Situation auf Basis zu ermittelnder problemspezifischer Daten durchgeführt. Dazu werden Methoden, wie z.B. die Fehlerbaummethode (FTA) eingesetzt (vgl. ZOLLONDZ 2002). Mit Hilfe der Fehlerbaumanalyse ermittelt man zu einem gedachten Ausfall eines Erzeugnisses die dafür verantwortlichen

Systemkomponenten und deren logische Verknüpfung untereinander. Sie stellt somit ein wichtiges Instrument zur Ermittlung der technischen Zuverlässigkeit dar. Durch die Zuordnung eines Fehlers zu einem Verursacher können die für den Fehler verantwortlichen Schwachstellen gefunden werden. Im weiteren Verlauf der Planungsphase wird ein Verbesserungsplan ausgearbeitet und werden Prüfpunkte festgelegt. Folgende Teilschritte werden abgearbeitet: Problem erkennen, Ziel formulieren (realistisch, planbar, messbar), Problem analysieren, Lösungswege suchen, Lösungswege bewerten und Maßnahmen auswählen (vgl. BINNER 2002).

In der Umsetzungsphase („do“) werden zuerst alle betroffenen Mitarbeiter mit dem Plan vertraut gemacht und unter Umständen noch geschult. Die geplanten Verbesserungen werden durchgeführt. Zwei Teilschritte sind zu bearbeiten: Festlegung und Durchführung des Aktionsplanes.

Während der Prüfphase wird die Situation erneut erfasst und anhand der Prüfpunkte festgestellt, ob die Zielsetzung der Planungsphase erreicht wurde. Zwei Teilschritte sind durchzuführen: Merkmale messen und Ergebnisse beurteilen.

In der Aktionsphase wird ein Soll-Ist Vergleich durchgeführt. Besteht eine Übereinstimmung (Fehler behoben) wird das Ergebnis standardisiert und eingeführt, ansonsten wird wieder bei Phase eins oder zwei begonnen. Dies wird solange wiederholt, bis der Fehler behoben ist (vgl. ZOLLONZ 2002). Folgende Teilschritte sind durchzuführen: Änderungen festlegen, Ergebnisse dokumentieren und bereitstellen, für eine zukünftige Nutzung der gewonnenen Erfahrung (vgl. BINNER 2002).

Der dargestellte PDCA-Zyklus wird heute oft in abgewandelter Form angewendet. So wird die Check-Phase oftmals bereits in die Do-Phase integriert, um bereits während der Implementierung Erkenntnisse sammeln zu können.

#### **2.1.4.2 Null Fehler Programm (Zero Defects Concept)**

Das Null Fehler Programm wurde 1961 von Philip B. Crosby entwickelt. Es umfasst einen Verbesserungskreislauf, mit dessen Hilfe systematisch das Null-Fehler-Ziel erreicht werden soll. Dieser Kreislauf „Five Steps for Eliminating Nonconformance“ basiert auf dem PDCA Zyklus nach Deming. Unterschied ist die Differenzierung von kurz- und langfristigem Behebungsprozess eines Fehlers, sowie die Erweiterung der Phasen des Fehlermanagementprozesses von vier auf die folgenden fünf Stufen: Situation definieren, Fehler beheben, Ursache identifizieren, Ursache beheben und Bewertung und Verbesserung.

Das Hauptziel ist die fehlerfreie Produktion ohne Ausschuss und Nacharbeit (vgl. KAMISKE 2003). Ein Fehler ist mit der "Nichterfüllung einer festgelegten Forderung" gleichzusetzen. Unter Ausschuss versteht man ein Produkt oder Teil, das mit Fehlern behaftet ist. Unter Nacharbeit sind alle Maßnahmen zu verstehen, die an einem fehlerhaften Produkt oder Teil ausgeführt werden, damit es die festgelegten Forderungen erfüllen kann.

Das Null-Fehler-Programm von Crosby besagt, dass in der Produktion 100 Prozent Fehlerfreiheit und Null Prozent Nachbesserung vorkommen sollten. Die Kernthese lautet: "Nicht Qualität kostet Geld, sondern das Beseitigen von überflüssigen Fehlern" (vgl. CROSBY 1979).

Nach der Fehlererkennung in der ersten Phase werden zuerst Sofortmaßnahmen, die den entstandenen Fehler und dessen Folge bereinigen oder minimieren sollen, ermittelt.

Die darauf folgende Phase der Ursachenidentifizierung bezieht sich darauf, dass nicht alle Fehler vermieden werden können und aus diesem Grund die entstandenen Fehler systematisch auf ihre Ursachen hin untersucht werden. Bewährte Methoden dazu sind unter anderem: die „7 Werkzeuge“ (Datenerfassung/Stratifikation, Strichliste, Histogramm, Pareto-Diagramm, Ishikawa-Diagramm, Korrelationsdiagramm, Qualitätsregelkarte) oder die Versuchsmethodik nach Shainin und Taguchi.

In der Phase der Ursachenbehebung wird der Mitarbeiter aufgefordert, jedes Problem, das einer Erfüllung der Null-Fehler-Norm im Wege steht, auf einem einseitigen Formular darzustellen. Der zuständige Vorgesetzte ist danach verantwortlich, das Problem innerhalb einer bestimmten Frist zu lösen.

Die Bewertung und Verbesserung wird mittels einer Expertengruppe durchgeführt: Die Fachleute kommen regelmäßig mit den Vorsitzenden der Lenkungsgruppen Qualität zusammen, um die erforderlichen Maßnahmen zur Aufwertung und Verbesserung des Qualitätsprogramms festzulegen.

#### **2.1.4.3 Six Sigma**

Die Six Sigma Methodik wurde 1987 bei der US-amerikanischen Firma Motorola als neue Verfahrensweise zur standardisierten Qualitätskontrolle mit dem Ziel der Null-Fehler-Produktion zuerst unter der Bezeichnung Customer Satisfaction eingeführt.

Six Sigma ist eine Managementmethode, welche die Unternehmensorganisation auf Kundenzufriedenheit und kontinuierliche Produktivitätssteigerung in allen Unternehmensbereichen ausrichtet. Dabei liefert Six Sigma eine methodische Vorgehensweise zur Abbildung und Analyse des IST-Prozesses, um die für den Prozess wichtigen Fehlermöglichkeiten zu erkennen (vgl. MAGNUSSON 2003).

Kernstück des Rahmenkonzeptes von Six Sigma ist ein formalisierter Verbesserungsprozess, der anhand eines Regelkreises (DMAIC) durchgeführt wird und neben den vier Hauptelementen Verpflichtung der Unternehmensleitung, Einbeziehung der Stakeholder, Ausbildungsprogramm und Messsystem die folgenden Prozessschritte implementiert: Definieren („Define“), Messen („Measure“), Analysieren („Analyse“), Verbessern („Improve“) und Überprüfen („Control“) (vgl. JESSENBERGER, WEIHS, THEIS 2004).

Im ersten Schritt „Define“ wird das Verbesserungsprojekt in Abstimmung mit dem Management geplant, die physische Struktur geschaffen, und dessen Rahmenbedingungen festgelegt. Die zu betrachtenden Prozesse, deren Schnittstellen, sowie Inputs und Outputs, werden durch geeignete Methoden transparent abgebildet und die relevanten Prozessgrößen ermittelt. Mit der Ermittlung der Kundenanforderungen und Übersetzung in *CTQs* (*Critical to Quality*), sowie der Definition der erforderlichen Maßnahmen zur Erfüllung, werden die Ziele des Projektes definiert und dokumentiert. Nachdem die Projektfreigabe erfolgt ist, kann das Projekt fest in der Aufbau- und Ablauforganisation des Unternehmens integriert und verankert werden.

Im folgenden Schritt „Measure“ werden unter Berücksichtigung der Randbedingungen die Qualitätsmerkmale des zu verbessernden Produktes oder Prozesses sowie die Einflussgrößen identifiziert und gesammelt. Danach werden Daten für diese Größen erhoben und der Einfluss auf die Qualitätsmerkmale durch eine quantitative Analyse abgebildet und bewertet. Dazu müssen jedoch vorher Entscheidungen bzgl. Datentyp, Genauigkeit der Messinstrumente, Stichprobenumfang, Messintervall, technische Vorgabewerte und die Dauer der Messung getroffen werden. Neben der Ableitung von wichtigen Regelgrößen als Process Requirements werden zusätzlich Überlegungen zu sog. *Quick-Improvements* (oder auch *Quick-Wins*) angestellt. Diese sind oft einfache, redundante Maßnahmen, die ohne einen Durchlauf der Analysephase auskommen und zu einer schnellen Verbesserung der IST-Situation führen.

In der „Analyse“-Phase werden die Daten aus der Messphase auf ihren qualitativen Zusammenhang hin untersucht. Neben der Ermittlung der Ursachen für schlechte Prozessleistung und schlechte Produkte, werden die Auswirkungen und Folgen durch eine Risikoanalyse abgeschätzt und anhand von Kennzahlen bewertet. Auf Grundlage der Analyse kann dann ein Ziel für die Verbesserung festgelegt werden.

Im nächsten Schritt „Improve“ werden Lösungsansätze durch intuitive, kreative und systematische Methoden gesucht, die zu einer Verbesserung der IST-Situation führen. Dabei wird entschieden, ob und wie ein gemessenes bzw. geschätztes Qualitätsmerkmal entsprechend geändert werden muss, um eine Verbesserung herbeizuführen. Zuerst steht die quantitative Generierung von Lösungsansätzen im Vordergrund mit dem Ziel, so viele Vorschläge wie möglich zu finden. Im Anschluss daran werden die gefundenen Möglichkeiten qualitativ bewertet und entsprechend die Lösung von dem Six Sigma Projektteam in Rücksprache mit dem Management und den Kunden ausgewählt, welche für die „beste“ gehalten wird. Anhand dieser wird eine erneute Analyse der Auswirkungen und Folgen durchgeführt, in der die Einsatzfähigkeit bestätigt werden muss. Allerdings lassen sich hier keine Aussagen über das Langzeitverhalten der Lösungen machen. Abschließend werden die in der „Improve“-Phase bewerteten Lösungsmöglichkeiten von der „Control“-Phase umgesetzt bzw. eingeführt. Die Ergebnisse der Analyse von Produkten und Prozessen, sowie alle weiteren gesammelten Daten, werden in einem Kontrollplan dokumentiert. Darüberhinaus werden Methoden zur Kontrolle und Langzeitüberwachung eingerichtet, die zur Beobachtung des Prozessverhaltens dienen. Auf diese Weise kann nachvollzogen werden, ob die geplanten Verbesserungen über die Zeit hinweg auch tatsächlich erreicht wurden, und zu den gewünschten Qualitätsmerkmalen führen.

#### **2.1.4.4 Eskalationsprinzip**

Ein nach der Fehlerentdeckung ausgelöster Fehlermanagementprozess durchläuft oft mehrere Bereiche eines Unternehmens. Das daraus resultierende verteilte Bearbeiten von Fehlerfällen bereitet oft Probleme, da die Kommunikation und Kooperation zwischen den Abteilungen, sowie die Strukturierung der Arbeitsabläufe, meist nicht ausreichend entwickelt sind. An dieser Stelle greift das Eskalationsprinzip ein und versucht Abhilfe zu schaffen (vgl. PFEIFER 1997).

Es definiert einen Mechanismus, in dem die Bearbeitung und Weitergabe von Fehlerfällen zwischen verschiedenen Bearbeitungsbereichen in Abhängigkeit bestimmter Kriterien festgelegt wird. Die geordnete Eskalation bildet den Rahmen für ein Organisationskonzept, das in enger Zusammenarbeit mit existierenden Organisationsstrukturen dabei hilft,

Fehlermanagementprozesse sicher in einem Unternehmen zu implementieren. Dabei wird das Konzept in folgende Schritte gegliedert: Fehler erfassen, Fehler analysieren, Fehler korrigieren und Fehler eskalieren.

Beim Eskalationsprinzip wird zwischen Mikrologik und Makrologik unterschieden. Die Mikrologik beschreibt einen Bearbeitungsbereich des Fehlers. Sie umfasst die folgenden drei Schritte: Erfassen, Analysieren und Korrigieren. Diese Schritte sind strukturell für jeden Bearbeitungsbereich gleich, unterscheiden sich aber in ihrer Ausprägung je nach Aufgabe und Qualifikation des Bearbeiters.

Der erste Schritt „Erfassen“ beinhaltet das Aufnehmen und Dokumentieren eines Fehlerfalls. Im zweiten Schritt „Analysieren“ wird eine Interpretation der vorhandenen Informationen durchgeführt. Mögliche Fehlerursachen werden ermittelt und festgelegt, und mögliche Maßnahmen definiert. Kommt der Bearbeitende zu keiner endgültigen Lösung oder vermutet er weiterreichende Konsequenzen des Fehlers, so kann er den Fehler eskalieren. Im letzten Schritt „Korrigieren“ erfolgt die Festlegung, Durchführung und Verfolgung von Maßnahmen zur Fehlerbehandlung. Dieser Schritt beinhaltet auch die Behandlung des fehlerhaften Teils, wie z.B. durch Nacharbeit. Der Erfolg der Maßnahme wird an den derzeit für den Fehlerfall Zuständigen und an den Erzeuger des Fehlerfalls weitergeleitet.

In der Makrologik ist im Gegensatz zur Mikrologik jeder Bearbeitungsbereich eine Eskalationsstufe. Bei der Eskalierung wird mit dem Fehlerfall auch die Verantwortung und Berechtigung zu seiner Bearbeitung weitergegeben. Ob ein Fehlerfall eskaliert wird, und wenn wohin, hängt von seiner Bedeutung und Komplexität ab.

#### **2.1.4.5 Fazit**

Bei dem *Eskalationsprinzip* sind explizit drei Prozessschritte: Erfassen, Analysieren und Korrigieren, genannt. Dazu ist die Definition und Festlegung der Zuständigkeiten im Laufe des Fehlerbehebungsprozesses ein sehr wichtiger Schritt innerhalb dieses Prinzips. Nur mit einer klaren Arbeitsteilung sind die Aktivitäten und Verantwortungen festzulegen. Diese ermöglicht dann eine gezielte Weitergabe des Fehlerwissens. Das Fehlerwissen sollte nicht in seiner Gesamtheit zur Verfügung gestellt werden, um eine Überflutung des einzelnen Mitarbeiters durch für ihn irrelevante Informationen zu vermeiden. Die Darstellung der Informationen hängt von der Aufgabe des Mitarbeiters, seiner Qualifikation und den verfügbaren Mitteln (Kosten, Zeit, Methoden) ab. Während bei dem Eskalationsprinzip der kontinuierliche Aspekt nur durch die Annahme, dass die drei Schritte als Kreislauf zu betrachten sind, auftritt, wird innerhalb des PDCA-Zyklus die kontinuierliche Verbesserung der abgeleiteten Maßnahmen durch den Schritt „Verbessern“ betont und hervorgehoben. Die „Five Steps for Eliminating Nonconformance“ von Crosby basieren auf dem oben beschriebenen PDCA-Zyklus. Allerdings wird hier zwischen dem kurzfristigen und dem langfristigen Behebungsprozess des Fehlers unterschieden. Nach der Fehlererkennung werden zuerst Sofortmaßnahmen, die den entstandenen Schaden und die Folge bereinigen bzw. minimieren sollen, definiert. In einem nächsten Schritt werden die Ursachen des Fehlers identifiziert und behoben. Der Fehlerbehebungsprozess soll sich also nicht nur mit der Lösung derjenigen Probleme befassen, die durch die Fehler entstanden sind, sondern auch mit vorbeugenden Maßnahmen, die zur Fehlervermeidung erforderlich sind und langfristig Erfolg garantieren. Abschließend sollen die durchgeführten Maßnahmen zur Fehlerbehebung und -vermeidung kontinuierlich bewertet und verbessert werden. Innerhalb des

Six Sigma Konzeptes beschreiben die fünf Stufen des DMAIC-Konzeptes die notwendigen Schritte für das Fehlermanagement.

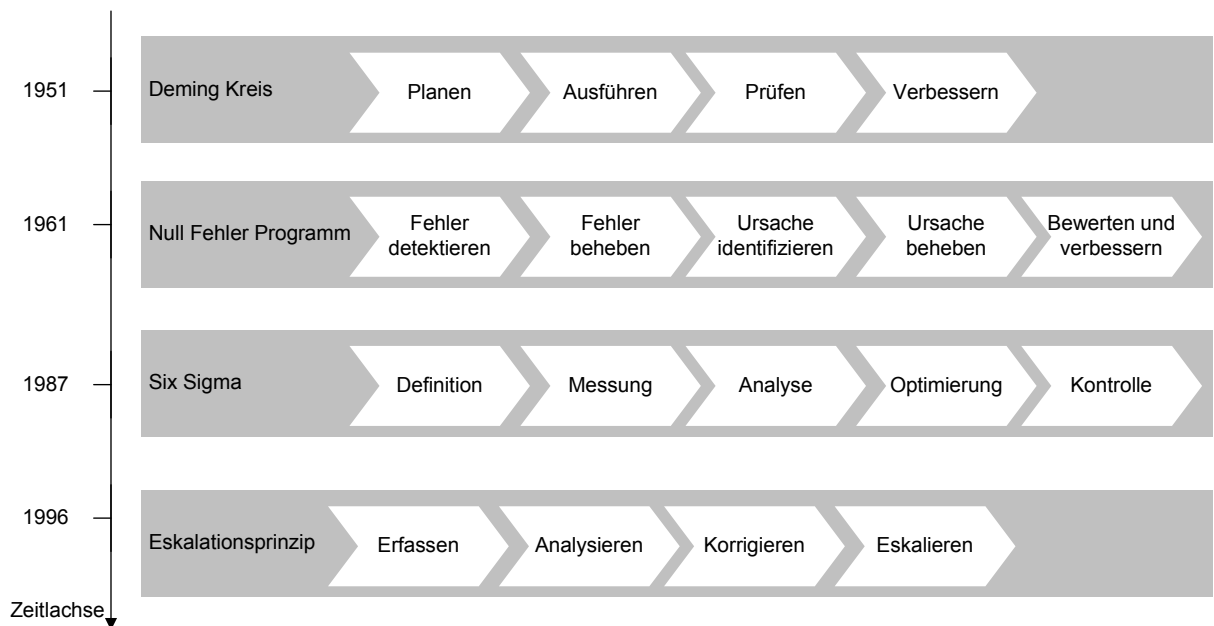


Bild 2-5: Zeitliche Entwicklung und Komponenten der vier Konzepte

## 2.2 Methoden und Techniken

Aus Untersuchungen lässt sich ableiten, dass der Einsatz von Qualitätsmanagementmethoden eine unterstützende Wirkung bei der Einführung von Prozessen aufweist und damit den Erfolg eines Unternehmens fördert. So lässt sich beispielsweise aus Untersuchungen des Berliner Kreises entnehmen, dass der zielgerichtete Methodeneinsatz eine schnelle Entwicklung von kundengerechten und qualitativ hochwertigen Produkten bei gleichzeitig niedriger Fehlerrate und niedrigen Kosten erzielt. Es zeigt sich die Möglichkeit der Senkung der Produktentwicklungszeit sowie der Verringerung der Kosten für den Änderungsaufwand und der Anlaufkosten um bis zu 30% durch den Einsatz von Qualitätsmanagementmethoden (THEDEN 1997).

Im Folgenden sollen die Methoden, die in der vorliegenden Arbeit verwendet werden, um die Mitarbeiter bei der Durchführung der erforderlichen Aktivitäten unterstützen, erläutert und beschrieben werden. Zunächst wird die Funktionsweise der Methoden im Allgemeinen vorgestellt. Für den optimalen Einsatz dieser Methoden im Rahmen des Fehlermanagements wird eine Anpassung und Modularisierung der Methoden auf den FM-Prozess in Abschnitt. 5.2 erfolgen.

### 2.2.1 Theorie zur Lösung von Erfindungsaufgaben (TRIZ)

Das Kürzel **TRIZ** ist die international anerkannte russische Abkürzung für die *Theorie zur Lösung von Erfindungsaufgaben*. In den USA wird für diese Methode auch das Kürzel TIPS (Theory of Inventive Problems Solving) verwendet. Entwickelt wurde TRIZ von dem russischen Wissenschaftler Genrich Altshuller, der die Methode seit 1956 kontinuierlich weiterentwickelt hat. Grundlage der Entwicklung war die Analyse von mehreren hunderttausend Patenten, in der



Altschuller feststellte, dass sich Erfindungsaufgaben bzw. technische Widersprüche durch eine begrenzte Anzahl von elementaren Prinzipien (Verfahren) lösen lassen. Während bisherige Verfahren, wie beispielsweise Brainstorming, Syntetik und Morphologische Analyse, auf dem Prinzip des „Trial-and-Error“ basieren, berücksichtigt TRIZ die objektiven Entwicklungsgesetze technischer Systeme und ermöglicht daher eine gezielte Suche nach Problemlösungen (LIVOTOV 1998).

Hauptmerkmal der Problemlösung mit TRIZ ist das Formulieren, Verstärken und Eliminieren technischer und physikalischer Widersprüche in technischen Systemen. Dabei kommt dem Begriff des „Technischen Widerspruchs“ (TW) in der TRIZ-Systematik eine entscheidende Bedeutung zu. Ein TW ist gekennzeichnet durch zwei kontroverse Eigenschaften eines technischen Systems. Beispielsweise wirkt sich die Verbesserung von Crasheigenschaften (z.B. durch größere Wandstärken bei Bauteilen) negativ auf eine andere Eigenschaft, in diesem Fall das Gewicht, aus (LIVOTOV 1998). Während in der konventionellen Denkweise die Lösung meist in einer Kompromissfindung oder einer durch Trial-and-Error gefundenen Lösung bestand, zielt TRIZ darauf ab, dass erfolglose Lösungsversuche durch eine systematische und zielgerichtete Vorgehensweise zum einen reduziert, und psychologische Denkbarrieren zum anderen überwunden werden. Ein Problem gilt erst dann als gelöst, wenn ein technischer Widerspruch erkannt und beseitigt ist (LÖBMANN 2001).

Die Überwindung der psychologischen Denkbarriere oder des sogenannten psychologischen Trägheitsvektors erfolgt durch eine Abstraktion des Problems. Dadurch wird das konkrete Problem standardisiert. Es folgt ein Vergleich mit Problemen aus anderen Wissenschaftsgebieten, um dann durch Rückübertragung auf das eigentliche Problem eine Lösung zu erhalten.

### 2.2.1.1 Ablauf der TRIZ-Methodik

Hinter dem Verfahren TRIZ verbirgt sich eine Vielzahl von Methoden für unterschiedlichste Anwendungszwecke. Dabei besteht der Werkzeugkasten zum kreativen Problemlösen im Wesentlichen aus 4 Gruppen, die in Bild 2-6 dargestellt sind.

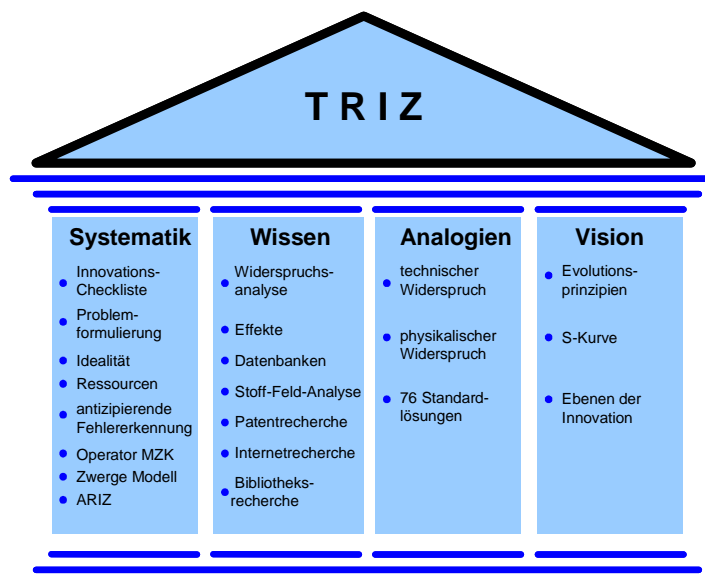


Bild 2-6: Die vier Säulen der TRIZ-Methodik (HERB 2000)

Die Darstellung beruht auf den Gesetzmäßigkeiten und Regeln technischer Erfindungen, die von Altschuller aufgestellt wurden: (JANTSCHGI 2004)

- Werden bestimmte Grundsätze bei der präzisen Problembeschreibung beachtet, so ergeben sich allein daraus häufig neue Ideen, kreative Lösungsansätze und Entwicklungsrichtungen.
- Der (technische) Widerspruch und seine Analyse ist das zentrale Element Tausender von Patentschriften.
- Viele Probleme wurden schon in anderen Branchen auf prinzipieller Ebene vergleichbar gelöst.
- Die Weiterentwicklung technischer Systeme folgt bestimmten Grundregeln.

Bei der Bearbeitung von TRIZ-Projekten muss die Art der Problemstellung eindeutig sein. Hierbei existieren zwei Möglichkeiten: Bei der ersten Problemstellung handelt es sich um ein Optimierungsproblem, bei der zweiten um eine komplette Neuentwicklung. Beide Probleme lassen sich mit Hilfe von TRIZ lösen, es wird jedoch mit unterschiedlichen Werkzeugen aus dem Baukasten gestartet. So kommen beispielsweise bei einem Optimierungsproblem die Werkzeuge der Gruppe „Systematik“ zum Einsatz.

Hier wird das Problem strukturiert, analysiert und hinterfragt, wobei die Säule „Wissen“ zur Unterstützung herangezogen wird. Nach ausreichender systematischer Aufarbeitung der Problemstellung bestimmt die aus der Erfindungssituation herausgearbeitete Aufgabenstellung das zu verwendende Werkzeug aus der Gruppe „Analogie“. In dieser Gruppe werden neue Ideen aufgrund von Erkenntnissen bzw. Lösungsansätzen aus anderen Bereichen und ähnlichen Problemstellungen unter Zuhilfenahme des Bausteins „Wissen“ generiert. Dabei wird ein iteratives Vorgehen eingesetzt, bis sich ein neues Produkt herauskristallisiert. Die Säule „Vision“ beschäftigt sich mit der zukunftsorientierten Betrachtung des Produktes hinsichtlich seiner Gestaltung sowie seiner technischen Eigenschaften und damit, wie es von technischen und/oder gesellschaftlichen Strömungen beeinflusst werden wird. Nach diesem Schritt wird mit der Entwicklung von neuen Produkten begonnen, so dass sich der Kreis auf diese Weise schließt (LÖBMANN 2001).

### **2.2.1.2 Werkzeuge der TRIZ**

Die Vorstellung der Werkzeuge, die im Rahmen von TRIZ verwendet werden, erfolgt an dieser Stelle entsprechend der Einteilung von Bild 2-6. Dabei wird nur ein kurzer Überblick über die einzelnen Methoden gegeben, da eine vollständige Beschreibung den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Sofern die Methoden hinsichtlich der Zielsetzung bedeutsam sind, werden sie in Abschnitt 5.2 aufgegriffen und eingehender behandelt.

#### **Werkzeuge Systematik**

Der Werkzeugbaukasten „Systematik“ stellt Methoden bereit, um eine Neuentwicklung zu starten. Dazu muss zuerst die Ausgangssituation beurteilt und das eigentliche Problem klar strukturiert werden. Folgende Methoden helfen dabei:

#### ◆ Innovations-Checkliste

Die Innovations-Checkliste (IC) markiert den Startpunkt der Gruppe „Systematik“. Sie hilft dem Entwickler bei der systematischen Analyse der Ausgangssituation und Strukturierung des Problems, indem die verfügbaren Ressourcen, Lösungsmöglichkeiten, Beschränkungen und Probleme dokumentiert werden. Für die Analyse von Teilaspekten des Gesamtsystems eignet sich die IC nur bedingt. Bereits die IC stellt nach Meinung von TRIZ-Praktikern genügend Führung und Systematik bereit, um viele Probleme zu lösen (TRIZ 2003).

Der sich an die IC anschließende Schritt besteht in der Problemformulierung. Diese ist in dem Baukasten aufgeführt, stellt allerdings keine Methode im eigentlichen Sinne dar, so dass an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen werden soll.

#### ◆ Idealität

Die Idealität eines Systems oder Produktes ist der Koeffizient aus Nutzen zu Aufwand. Der Aufwand ist die Summe aus Kosten und Schäden. Um den negativ besetzten Begriff "Schaden" zu vermeiden, wird meistens von dem sogenannten "Seiten-Effekt" gesprochen, weil mit Schaden nicht unbedingt eine Schädigung im destruktiven Sinn gemeint ist, sondern ebenfalls unerwünschte Nebeneffekte beschrieben werden. Weiterhin stellte Altschuller fest, dass sich die Idealität mit dem Fortschreiten des Entwicklungsstadiums eines Systems erhöht (TRIZ 2003).

#### ◆ Ideale Maschine

Die Ideale Maschine ist, genau wie die oben beschriebenen Methoden, eines der Werkzeuge der TRIZ-Methode und wird folgendermaßen definiert:

*Die Ideale Maschine ist ein Eichmuster, dass über folgende Eigenheiten verfügt: Masse, Volumen und Fläche des Objektes, mit dem die Maschine arbeitet, stimmt ganz oder fast vollständig überein mit Masse, Volumen und Fläche der Maschine selbst. Die Maschine ist nicht Selbstzweck. Sie ist nur das Mittel zur Durchführung einer bestimmten Arbeit (ALTSCHULLER 1998).*

Der Vorteil dieses Konzeptes liegt darin, dass sich der Anwender mit der Zieldefinition auseinandersetzen muss. Häufig wird in der Praxis damit begonnen, vermeintliche Probleme zu lösen, ohne sich bewusst zu werden, welcher Zweck damit erreicht werden soll. Die Erarbeitung des Konzeptes der Idealen Maschine stellt eine Zielvereinbarung dar, die nicht erreicht werden muss. Sie ist jedoch eine Orientierungshilfe bzw. ein Fernziel zur Entwicklung neuer Produkte. Der Anwender hat die Möglichkeit, sich am Ideal zu orientieren und kann seine Arbeit somit zielgerichtet und effizient vorantreiben bzw. weiterentwickeln (vgl. TRIZ, 2003).

#### ◆ Ressourcen

Mit Ressourcen sind sämtliche Substanzen und Energiefelder gemeint, die im und um das System existieren und funktional einsetzbar sind. Durch Variation des Zusammenspiels können deren Eigenschaften genutzt werden, um die Wirkungsweise eines Systems zu erhöhen (vgl. TRIZ 2003).

#### ◆ Antizipierende Fehlererkennung (AFE)

Das Werkzeug AFE funktioniert nach dem Prinzip, dass die Suche nach möglichen Fehlern umgewandelt wird in die Aufgabe, Fehler zu erfinden. Auch hier erfolgt eine Abstrahierung des

eigentlichen Problems, um dadurch neue Lösungsansätze zu erhalten. Die AFE verbindet Provokation und Innovation und bietet damit eine gute Ergänzung zur FMEA, die eher starre Strukturen aufweist (vgl. TRIZ 2003).

#### ◆ Operator MZK

Durch den Operator MZK (M = Material, Z = Zeit, K = Kosten) sollen kreative Denkansätze geschaffen werden. Dies wird erreicht, in dem Gedankenexperimente durchgeführt werden, in denen die drei Variablen entweder gar nicht oder in unbegrenzter Menge zur Verfügung stehen. Das Ziel besteht in einer Anregung der Kreativität, der Provokation von Ideen, einer Erweiterung des Ideenhorizontes, dem Abbau von Denkblockaden und einer Verlagerung von Problemen. Durch diese Vorgehensweise kommt es nicht selten zu Lösungsansätzen, die anders nur schwer zu realisieren gewesen wären (vgl. TRIZ 2003).

#### ◆ Zwerge Modellierung

Das Verfahren ist ein Ansatz, der wiederum auf die Überwindung von Denkblockaden abzielt. Bei diesem Verfahren versetzt sich der Entwickler in die Lage des zu verbessernden Systems, und löst aus der Situation vorliegende Probleme. Dabei werden Restriktionen, wie etwa technische Lösungen, die eine Verletzung des Menschen zur Folge hätten, nicht beachtet.

Altschuller geht von sehr vielen, kleinen, intelligenten Leuten aus (→ Zwerge), die zur Problemlösung zur Verfügung stehen. Dabei wird folgende Vorgehensweise angewandt:

- Der konfliktverursachende Bereich des betrachteten Systems wird durch viele kleine Zwerge nachgebildet.
- Die Zwerge werden in Gruppen eingeteilt, die gemäß den Randbedingungen der Aufgabe handeln.
- Das resultierende Modell wird nun so modifiziert, dass das Problem gelöst wird. Das bedeutet, dass die Zwerge so agieren müssen, dass der betrachtete Konflikt überwunden wird.

Durch diese Vorgehensweise konzentriert sich der Entwickler auf die Fragestellung, was zu tun ist, ohne sich fortwährend Gedanken um technische Limitierungen zu machen (vgl. TRIZ 2003).

#### ◆ ARIZ

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle die Methode ARIZ (Algorithmus zur Lösung von Erfindungsaufgaben) erwähnt. Die Methode schafft eine Verbindung zwischen den Methoden und der Theorie, -indem sie beginnend von der Analyse eines Problems bis hin zur Auswertung entwickelter Lösungsansätze- eine Vorgehensweise bereitstellt. Die Vorgehensweise gliedert sich in die folgenden Hauptschritte: Bestimmung der Aufgabe, Aufbau des Modells der Aufgabe, Analyse des Modells der Aufgabe, Überwindung des physikalischen Widerspruchs, Einschätzung der erarbeiteten Lösung, Umsetzung der gewonnenen Lösung und Analyse des Lösungsverlaufs.

Der Algorithmus kommt immer nur dann zum Einsatz, wenn andere TRIZ-Methoden kein befriedigendes Resultat liefern. In der Praxis wird die Methode nur in unter 5% aller Fälle, in denen TRIZ eingesetzt wird, verwendet (vgl. TRIZ 2003).

## Werkzeuge Wissen

Die Säule „Wissen“ ist das zentrale Element der TRIZ-Methodik. Aufgrund der zunehmenden Spezialisierung der Fachkräfte, nicht nur im Bereich der Entwicklung, verfügen diese Personen über Problemlösefähigkeiten, die sich an Strukturen ihres Spezialgebietes orientieren. Es muss daher Ziel sein, den Blick „über den Tellerrand“ zu schärfen und Lösungswegen anderer Bereiche und Felder gegenüber sensibilisiert zu sein. In der TRIZ-Methodik sind zu diesem Punkt die folgenden zwei Werkzeuge aufgeführt:

### ◆ Effekte

Wie eingangs erwähnt, steht einem Individuum aufgrund begrenzter Kapazität nur ein eingeschränktes Wissen zur Verfügung, welches sich auch meist entlang einer bevorzugten Denkrichtung orientiert. Um den Denkhorizont zu erweitern, stellt die TRIZ physikalische, chemische und geometrische Effekte in Katalogen zusammen, die einer definierten Funktionserfüllung dienen. Zu den einzelnen Effekten sind ergänzend Möglichkeiten aufgeführt, welche naturwissenschaftliche Eigenschaften zu den gewünschten Effekten führen, worauf an dieser Stelle verzichtet wird (TERNINKO 1998).

### ◆ Stoff-Feld-Analyse

Die Stoff-Feld-Analyse ist ein wichtiges Werkzeug, um Probleme existenter technischer Systeme zu modellieren. Jedes System wurde konstruiert, um eine Funktion zu erfüllen. Im Sinne der Stoff-Feld-Analyse wird die gewünschte Funktion eines Systems durch das Zusammenspiel von Stoffen und Feldern erzeugt. Die klassische TRIZ-Nomenklatur verwendet den Begriff 'Stoff' für jegliches Objekt, das Funktionen erfüllen kann.

Ein Stoff (S) kann ein Objekt beliebiger Komplexität sein, das einfache Dinge oder komplexe Systeme einschließt. Die Aktion bzw. das Mittel und die Möglichkeiten, eine Aktion zu verwirklichen, nennt man Feld (F). Die Stoff-Feld-Analyse ist eine gute Modellierungsmöglichkeit, um verschiedene Ideen zu analysieren und zu vergleichen. Die Stoff-Feld-Analyse funktioniert optimal bei gut aufgearbeiteten Problemen, also beispielsweise nach dem Prozess der Problemformulierung, und bei widerspruchstrukturierten Fragestellungen. Allerdings setzt das Werkzeug auch größeres technisches Wissen, speziell den sicheren Umgang mit physikalischen Effekten und deren Beeinflussungsmöglichkeiten, voraus.

Ein komplettes Modell wird durch zwei Stoffe und ein Feld repräsentiert. Das innovativ zu lösende Problem wird als Versuch dargestellt, um die Beziehung zwischen beiden Stoffen und zugehörigem Feld zu illustrieren.

Nach dem Prinzip des analogen Denkens, das die ganze TRIZ-Methodik durchzieht, sollte auch ein aus drei Komponenten bestehendes technisches System eigene standardisierte Regeln und Lösungen besitzen. In der Tat gibt es 76 Standardlösungen zur Optimierung der Modelle, die in den weiteren Abschnitten nicht behandelt werden (vgl. TRIZ 2003).

## Werkzeuge Analogie

### ◆ Technischer Widerspruch

Ein technischer Widerspruch liegt vor, wenn die Verbesserung eines Systemparameters A eine Verschlechterung des Systemparameters B bewirkt. Eine Möglichkeit, diese Widersprüche zu

überwinden, besteht im Einsatz von 39 technischen Parametern, die zu einer Widerspruchsmatrix mit 39 Spalten- und Zeileneinträgen aufgebaut werden. Detailliert soll an dieser Stelle nicht auf das Verfahren eingegangen werden. Es soll der Verweis genügen, dass dieses Werkzeug existiert und ein hohes Potential besitzt, technische Widersprüche zu überwinden.

#### ◆ Physikalischer Widerspruch

Der physikalische Widerspruch (PW) stellt die höchste Stufe des technischen Widerspruchs dar. Ein PW liegt vor, wenn zwei entgegengerichtete physikalische Eigenschaften ein System beschreiben. Diese Art von Problemen wird durch Separation der Anforderung gelöst. Da es sich hierbei wiederum um rein technische Probleme handelt, soll im Folgenden nicht darauf eingegangen werden, um den Rahmen der Arbeit nicht zu überschreiten. Altschuller formulierte ferner 76 Standardlösungen, die sich allerdings ebenfalls auf den technischen Bereich beziehen, und an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt werden sollen (Vgl. TRIZ, 2003).

### **Werkzeuge Vision**

#### ◆ Evolutionsstufen

Die Weiterentwicklung von Produkten ist in der heutigen Zeit ein zentrales Ziel, um konkurrenzfähig zu bleiben. Die Entwicklung von Produkten folgt dabei bestimmten Mustern, so dass mit Hilfe der „Standardmuster der technischen Evolution“ eine Prognose getroffen werden kann, die eine gezielte Steuerung, sowohl der Marktsegmentierung als auch der weiteren Entwicklung, zulässt.

#### ◆ S-Kurve

Die S-Kurve stellt die Phasen eines technischen Systems dar, die von demselben technischen System während eines Produktlebenszyklus durchlaufen werden. Die vier Produktphasen gliedern sich in: Einführung, Wachstum, Reife und Sättigung. Bereits in der Reifephase muss eine Neuproduktentwicklung initiiert werden, um einen möglichst konstanten Gewinn zu erreichen.

## **2.2.2 Theory of Constraints (TOC)**

Die Theory of Constraints (Theorie der Engpässe) wurde in den 80´er Jahren im Rahmen seiner Beratungstätigkeiten von dem Physiker Dr. Eliyahu M. Goldratt entwickelt. Internationale Beachtung fand die Methode durch den 1984 veröffentlichten Wirtschaftsroman „The Goal“ („Das Ziel“). Ausgehend von Fertigungsbetrieben und deren Optimierung, hat die Methode auch in anderen Industriezweigen und auf dem Dienstleistungssektor Einzug erhalten (vgl. SYTSM 1997).

Im folgenden Abschnitt sollen die Ziele der TOC, die der Methode zugrunde liegende Systematik, sowie die Werkzeuge, die die Implementierung unterstützen, vorgestellt werden.

### **2.2.2.1 Systematik der TOC**

Goldratt geht in seiner Theorie davon aus, dass Produktionssysteme aus Prozessketten bestehen, die miteinander verknüpft sind. Wie bei einer realen Kette stellt er die These auf, dass die Zielerreichung des Gesamtprozesses maßgeblich durch das schwächste Glied

beeinflusst wird. Ziel der TOC ist es daher, diesen Engpass zu bestimmen und zu beseitigen. Referenz ist dabei immer das Gesamtsystem, da sich die optimale Leistung des Gesamtsystems aufgrund von Wechselwirkungen und Abhängigkeiten nicht aus der Summe der lokalen Optima zusammensetzt. Desweiteren geht Goldratt von einer Ursache-Wirkungs-Beziehung zwischen den Systemen aus. Fehlerursachen im System äußern sich durch Symptome. Es schafft daher nur eine trügerische Sicherheit, die Symptome zu beheben. Nur eine Eliminierung der Ursachen beseitigt sowohl die Symptome selbst, als auch deren Wiederauftreten.

Die Systematik ist als ein Kreislauf zu verstehen, der fortwährend durchlaufen werden muss. Notwendig wird der kontinuierliche Verbesserungsprozess durch die Änderung des Systemumfeldes, für das die Lösungen ursprünglich generiert wurden. Goldratt grenzt weiterhin scharf Ideen von Lösungen ab. Eine gute Idee, die nicht umgesetzt wird, erreicht nie ihr Potential und ist daher bis zur Umsetzung nicht brauchbar (vgl. TILLMANN 2003, S.12).

Bevor irgendwelche Maßnahmen durchgeführt werden, bzw. der Engpass genau bestimmt werden kann, muss das Ziel, das ein Unternehmen verfolgt, eindeutig definiert sein. Ein einleuchtendes und weit verbreitetes Ziel besteht beispielsweise darin, den gegenwärtigen und zukünftigen Gewinn zu maximieren (vgl. GUPTA 2003, S. 647 – 659). Eine weitere denkbare Optimierungsstrategie könnte aber durchaus auch in der Effektivitätssteigerung einer gemeinnützigen Organisation bestehen (vgl. SCHEINKOPF 1999). Nur wenn Einigkeit und Transparenz über das zu erreichende Ziel herrscht, können unternehmensspezifische Tätigkeiten daraufhin ausgerichtet werden.

In jedem Fall gilt es, den Engpass zu identifizieren und zu eliminieren. In den Anfängen der Methodik wurden lediglich Produktionsunternehmen mit dem Ziel der Optimierung des Produktionsablaufs betrachtet. Durch die mittlerweile stattgefundene Evolution der TOC zu einer Managementphilosophie, die in der Lage ist, komplexe Systeme zu analysieren, hat sich auch der Begriff des Engpasses erweitert (Vgl. GUPTA, 2003). Folgende Engpässe werden unterschieden (Vgl. SCHEINKOPF, 1999, S. 18):

### **1. Physikalischer Engpass**

Physikalische oder logistische Engpässe bezeichnen Ressourcen, die den Durchsatz eines Systems behindern. Durchsatz bezeichnet in diesem Zusammenhang die Rate, in welcher ein System Geld durch Verkäufe generiert (Vgl. GOLDRATT, 1992). Ein einfaches Beispiel für einen solchen „Constraint“ ist die feste Anzahl von Teilen, die eine Maschine in einer bestimmten Zeit fertigen kann, und so die Menge der Fertigprodukte oder einer Komponente, limitiert.

### **2. Managementbezogener Engpass**

Unter managementbezogenen Engpässen sind Verfahrensanweisungen oder andere geltende Verordnungen zu verstehen, die einer Verbesserung der Gesamtleistung des Unternehmens entgegenstehen. Die Anordnungen werden in dem Glauben erstellt, sinnvoll zu sein und Mitarbeiter bei der Durchführung ihrer Arbeit zu unterstützen, haben aber teilweise den gegenteiligen Effekt.

### 3. Verhaltensorientierter Engpass

Verhaltensorientierte Engpässe sind gekennzeichnet von einer gerichteten Mentalität in einem Unternehmen, d.h. die Mitarbeiter eines Unternehmens arbeiten und denken entsprechend den vorhandenen Verfahren, so dass neue Ideen kaum zum Tragen kommen und Potentiale nicht genutzt werden. Als Beispiel seien an dieser Stelle viele kalifornische Unternehmen der Verteidigungsbranche in den 80'er Jahren genannt, deren Mitarbeiter der festen Überzeugung waren, dass sie ausschließlich für diesen kleinen Kundenkreis zuständig seien. Eine Erweiterung auf zivile Märkte wurde trotz Aussicht auf Erfolg fälschlicherweise überhaupt nicht in Betracht gezogen (vgl. Scheinkopf, 1999, S. 18).

Die Überwindung dieser Constraints erfolgt mit Hilfe eines fünfstufigen Ansatzes (vgl. GOLDRATT, 1990):

- ◆ Identifikation des Engpasses, d.h. Identifikation der betrieblichen Einheit, die das größte Hemmnis für die Zielerreichung darstellt.
- ◆ „Ausbeuten“ des Engpasses in der Weise, dass ohne aufwendige Änderung die Potentiale und Möglichkeiten des Engpasses erschlossen werden.
- ◆ Unterordnung aller Tätigkeiten, die nicht mit dem Engpass verbunden sind.
- ◆ Verbreiterung des Engpasses, sofern dieser nach Durchführung der Schritte 2 und 3 nicht beseitigt wurde. Verbreiterung bedeutet in diesem Zusammenhang die Ergreifung von Maßnahmen, wie beispielsweise der Kauf neuer Maschinen, um einen Produktionsengpass zu beseitigen.
- ◆ Aufspüren des nächsten Engpasses: Vermeidung von Trägheit.

Die generelle Vorgehensweise bereitet vom Verständnis her wenig Schwierigkeiten. Trotz des scheinbar relativ einfachen Ansatzes bereitet die Umsetzung und Identifikation der Engpässe in der Praxis Schwierigkeiten. Aus diesem Grund wurden Werkzeuge entwickelt, die die Systematik unterstützen sollen.

#### 2.2.2.2 Werkzeuge der TOC

Der zunehmenden Forderung nach einer methodischen Unterstützung des TOC-Konzeptes wurde mit der Bereitstellung der nachfolgend erläuterten Werkzeuge entsprochen. Der Aufbau folgt einer Baumstruktur, die sämtliche Verknüpfungen und Abhängigkeiten unterschiedlicher Elemente darstellt. In Tabelle 2-3 sind die Fragestellungen, die unterstützenden Tools, sowie die Ergebnisse, die diese Methode(n) liefert(n), dargestellt. Im folgenden Abschnitt sollen die Werkzeuge genauer erläutert werden.



Fragestellung	Methodische Unterstützung	Ergebnis
Was muss geändert werden?	1. Current Reality Tree 2. Evaporating Cloud	- schafft eine Basis, die es ermöglicht, bestehende Strukturen zu verstehen - Identifikation des Kernproblems oder der Ursache von unerwünschten Effekten - zeigt Verknüpfungen zwischen Kernproblem und unerwünschten Effekten
Wie muss die Änderung erfolgen?	1. Future Reality Tree	- Validiert die Effektivität der möglichen Änderungen - Identifiziert unerwünschte Nebeneffekte, die durch Änderungen des bestehenden Systems auftreten
Wie kann die Veränderung umgesetzt werden?	1. Prerequisite Tree 2. Transition Tree	- Identifiziert Hindernisse bei der Umsetzung von gewünschten Änderungen - zeigt Relationen und Verknüpfungen auf dem Weg der Zielerreichung auf - Erstellung eines Aktionsplanes bei der Implementierung von Maßnahmen

Tabelle 2-3: Einordnung der Werkzeuge in die TOC-Systematik (SCOGGINI ET. AL., 2003, S. 767)

#### ◆ Evaporating Clouds (EC)

Bei den EC handelt es sich aufgrund der leicht zu lernenden und anzuwendenden Methode um die am häufigsten eingesetzte Technik der TOC. Der Ansatz der Methode besagt, dass jedes existierende Problem in Form eines bestehenden Konfliktes beschrieben werden kann. Wenn eine der Wirkbeziehungen aufgelöst werden kann, ist auch der Konflikt gelöst.

#### ◆ Current Reality Tree (Ist-Zustands-Baum)

Der Haupteinsatzzweck eines Current Reality Tree (CRT) besteht in der Identifikation eines Kernproblems in einem System. Dabei kann das Problem als unsichtbarer Engpass angesehen werden, der die Funktionsweise des Systems beeinträchtigt. Der CRT besteht aus einem Baumdiagramm, in dem Abhängigkeiten, Verknüpfungen und Wechselwirkungen des Ist-Zustandes dargestellt werden. Durch den Einsatz des CRT werden Beziehungen zwischen den Prozessschritten deutlich. Dabei liegt der Fokus auf der Ursache-Wirkungs-Beziehung. Eine Detaillierung auf der höchsten Stufe ist nicht gewünscht, da dies die Komplexität des Diagramms zu sehr erhöhen und eine Auswertung erschweren würde (vgl. SCHEINKOPF, 1999, S. 83). Im Anschluss an den Einsatz des CRT empfiehlt sich die Nutzung der Evaporating Clouds, um den identifizierten Kernkonflikt zu beseitigen.

#### ◆ Future Reality Tree (Zukunftsbaum)

Der Future Reality Tree (FRT) gibt eine Hilfestellung bei der Frage, wie sich Änderungen auf die gegenwärtige Situation auswirken, und ermöglicht eine Effektivitätsprüfung neuer Ideen, bevor diese implementiert werden. Der FRT wird ausgehend von einem Ursache-Wirkungs-Baum erstellt. Ziel ist es, unerwünschte Symptome oder Ursachen zu beseitigen. Bevor eine mögliche Maßnahme ergriffen wird, sollten im Vorfeld deren Vor- und Nachteile ermittelt werden, die dann in das Diagramm mit allen Verknüpfungen einzufügen sind. Entsprechend der TOC-Philosophie werden mit Hilfe der Visualisierung durch die Baumstruktur alle Auswirkungen einer Injektion erfasst. Dadurch kann bewertet werden, ob eine Maßnahme insgesamt zielführend ist, oder nur ein lokales Maximum erzeugt (vgl. SCOGGINI ET. AL., 2003, S. 767 – 797).

#### ◆ Prerequisite Tree (Voraussetzungsbaum)

Der Prerequisite Tree (PT) unterstützt den Anwender bei der Umsetzung von umfangreichen Projekten, die ein sehr anspruchsvolles Ziel verfolgen. Der Prozess des PT erlaubt die Identifikation von Hindernissen, die der Zielerreichung im Weg stehen, sowie die Überwindung dieser Hindernisse. Der PT beschreibt in Diagrammform die notwendigen Bedingungen und Beziehungen, die die Erreichung von Zielen oder Zwischenzielen kennzeichnen.

Ein **Ziel** bezeichnet in einem PT ein übergeordnetes Ziel, auf dessen Erreichung die Meilensteine (untergeordnete Ziele/Zwischenziele) in einem Diagramm ausgerichtet sind. Ein **Zwischenziel** beschreibt einen Meilenstein und damit eine Voraussetzung für ein übergeordnetes Ziel. Zwischenziele werden formuliert, um Hindernisse zu überwinden. Sie stellen damit eine notwendige Bedingung für nachfolgende Ziele dar. **Hindernisse** kennzeichnen Probleme, die einer Zielerreichung im Weg stehen und beseitigt werden müssen, um ein nachfolgendes Ziel zu erreichen.

#### ◆ Transition Tree

Der Transition Tree (TT) wird benutzt, um einen Aktionsplan zu erstellen, der zu einem gewünschten Ergebnis führt. Der Grundgedanke besteht darin, dass eine Aktion eine Reaktion zur Folge hat, deren Ergebnis abgewartet werden muss, um eine neue Aktion durchzuführen. Durch dieses sukzessive Vorgehen lässt sich die Umsetzung einer Maßnahme überdenken und so mögliche Probleme bei der Implementierung frühzeitig erkennen. Das Ziel, das mit einer Aktion verfolgt wird, muss definiert sein und kann erst nach der Einführung bewertet werden.

Als Beispiel sei an dieser Stelle ein Fertigungsprozess genannt, in dem ein Ausgangserzeugnis in diversen Arbeitsschritten zu einem Endprodukt gefertigt wird. Der TT kann also dafür genutzt werden, die notwendigen Arbeitsschritte vom gegenwärtigen Zustand zu dem gewünschten Zielzustand aufzuzeigen (Vgl. SCHEINKOPF, 1999, S. 89).

### 2.2.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Die FMEA wurde im Rahmen der Entwicklungsprojekte der NASA in der 60'er Jahren entwickelt. Verwurzelt ist die FMEA in Bereichen der Sicherheitstechnik, bis sich das Einsatzgebiet Mitte der 80'er Jahre auf die Automobilindustrie erweiterte.

Bei der FMEA Methode handelt es sich um ein formalisiertes Verfahren, mit dem Fehler in Systemen, Konstruktionen und Prozessen vorausschauend und zielgerichtet ermittelt werden, um so einer vorbeugenden Qualitätssicherung gerecht zu werden, und um Risiken bei der Anwendung eines Prozesses bzw. Verwendung eines Produktes zu minimieren. Ausgehend vom Betrachtungsgegenstand sind alle erdenklichen Fehler und deren Ursachen zu ermitteln. Anschließend findet eine Beurteilung statt, und es werden entsprechende Maßnahmen eingeleitet, die Abhilfe schaffen (vgl. MÜLLER ET. AL. 2000).

Mit Hilfe der FMEA können sowohl Produkte, als auch deren Herstellungsprozess bewertet werden. Im ersten Fall handelt es sich um eine Konstruktions-, im zweiten Fall um eine Prozess-FMEA. Die Unterschiede der FMEA-Arten äußern sich vor allem in der Planungsphase, in der die FMEA erstellt wird, und der Zielsetzung, die mit der Durchführung verbunden ist (vgl. PFEIFER 1993, S. 60).

Die Konstruktions-FMEA untersucht -ausgehend von den zu erfüllenden Funktionen- alle denkbaren und möglichen Ausfälle, die in einem Teil- oder Gesamtsystem auftreten können. Das Ziel besteht darin, einen aus Sicht der Konstruktion fehlerfreien Entwurf zu erstellen, der möglichst wenige Fehlermöglichkeiten aufweist, und so zu einem fehlerfreien Produkt führt.

Die Prozess-FMEA stellt eine Fortsetzung der Analyse der Fehlermöglichkeiten aus Sicht der Fertigung dar. Die FMEA fokussiert sich auf den Fertigungsprozess und dient der Analyse aller denkbaren potentiellen Prozessfehler (vgl. STAHL 1997, S. 155).

Der Einsatz der FMEA ist nicht nur für eine Neuentwicklung von Nutzen, sondern auch bei Produktänderungen oder bei der Verbesserung bereits bestehender Abläufe sinnvoll. Eine eindeutige Trennung zwischen den beiden FMEA-Arten lässt sich nicht vornehmen, da die Übergänge zwischen den Anwendungen zumeist fließend sind. Aus Gründen der Komplexitätsreduzierung wird die Trennung dennoch aufrechterhalten (vgl. PFEIFER 1993, S. 60).

Ein wesentliches Merkmal der Methode ist die Bestimmung von Risikoprioritätszahlen (RPZ), die eine Aussage über das potenzielle Risiko eines Fehlers erlauben. Hohe RPZ, oder auch sehr hohe Einzelbewertungen sind ein Indikator dafür, dass Verbesserungsmaßnahmen für den Betrachtungsgegenstand erforderlich sind. Die Kennzahl ergibt sich dabei aus dem Produkt der Entdeckungswahrscheinlichkeit, dem Auftreten des Fehlers, sowie der Bedeutung des Fehlers. Die Risikozahlen nehmen dabei Werte von „1“ bis „10“ an, so dass die RPZ im Bereich von 1 bis 1000 liegen kann.

Bei der FMEA handelt es sich um eine Methode mit einer feststehenden Struktur, die mit Hilfe von Formblättern bearbeitet werden kann. Durch die Verwendung von Formblättern wird die interne und externe Kommunikation formalisiert und gleichzeitig transparent dokumentiert. Der Formblattaufbau kann den unternehmensspezifischen Gegebenheiten angepasst werden. Zumeist basieren sie aber auf den Formblättern, wie sie vom Verband der Automobilindustrie (VDA 6.1) angeboten werden, bzw. haben das Formblatt für die Ausfalleffektanalyse nach DIN 25448 zugrunde gelegt.

#### **2.2.4 Failure Tree Analysis (FTA)**

Die Fehlerbaumanalyse (Failure Tree Analysis, FTA) hat ihren Ursprung in den Bereichen Luft- und Raumfahrt, der Militärtechnik und dem Reaktorbau, also in Bereichen, in denen der Begriff Qualität sehr stark mit dem Begriff Sicherheit verknüpft ist. Ursprünglich von der amerikanischen Raumfahrt entwickelt, griff die japanische Industrie die Methode auf und übertrug sie auf die Herstellung von Konsumgütern (vgl. PFEIFER, 1993, S. 80).

Der Inhalt der Fehlerbaumanalyse ist die systematische Ermittlung der logischen Verknüpfungen von Komponenten- und Teilsystemausfällen, die zu einem unerwünschten Ergebnis führen (DIN 25 424 Teil 1, 1998). Ausgehend von einem unerwünschten Ereignis werden die möglichen Ausfallursachen in einer Baumstruktur dargestellt. Dabei liefert die FTA bei konsequenter Anwendung alle Ereigniskombinationen, die zu dem unerwünschten Ereignis führen. Die Kombinationen werden mit Hilfe einer Bool'schen Logik (Konjunktion, Disjunktion, Negation) dargestellt. Die Auswertung liefert sowohl qualitative als auch quantitative Ergebnisse der Fehlerursachensuche.

Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein, um eine FTA durchführen zu können:

- ◆ Denken in Systemzusammenhängen: Das System wird in überschaubare Systemelemente zerlegt und deren Zusammenhang in einem Blockdiagramm dargestellt.
- ◆ Auswahl kritischer Systemelemente: Von allen möglichen Elementen werden diejenigen betrachtet, die besonders wichtig oder kritisch sind. Falls eine Rangfolge nicht eindeutig zu ermitteln ist, werden Kriterien aufgestellt, mit deren Gewichtung und Bewertung diese ermittelt werden kann (z.B. ABC-Analyse).

Auswahl kritischer Betriebszustände: Für die ausgewählten Systemelemente werden die kritischen Betriebszustände festgelegt. Dies kann durch eine Risikoanalyse geschehen (vgl. HERING, 2003, S. 113).

### 2.2.5 Ereignisablaufanalyse

Während die Fehlerbaumanalyse Ursachen für ein bestimmtes Ereignis ermittelt, verfolgt die Ereignisablaufanalyse (Event Tree Analysis – ETA) genau den umgekehrten Weg. Für ein spezielles Ereignis werden die Auswirkungen bzw. die Folgen analysiert (vgl. DIN 25419).

Mit Hilfe der Ereignisablaufanalyse werden mögliche Folgen ermittelt, die sich aus dem Anfangsereignis ergeben. Bei dem Initiator kann es sich um den Ausfall einer Systemkomponente oder ein externes Ereignis handeln. Die Darstellung erfolgt in einem Baumdiagramm, welches die Ereignisabläufe und möglichen Verzweigungen übersichtlich darstellt. Die logische Verknüpfung zwischen den Prozessschritten erfolgt anhand graphischer Symbole.

Die Analyse mittels der Ereignisablaufanalyse erfolgt induktiv, das bedeutet, von einem Startpunkt werden Folgeereignisse so weit wie möglich dargestellt. Um ein umfassendes Bild zu schaffen, muss das betrachtete System mit seinen Wirkzusammenhängen, sowie deren Verknüpfungen, bekannt sein. Die Wirkungen werden so weit verfolgt, bis alle Systemelemente abgefragt sind. Für jeden Pfad des Ereignisablaufdiagramms kann eine Wahrscheinlichkeitsbewertung vorgenommen werden. Die Unfallwahrscheinlichkeit erhält man dann durch Kombination aller Wahrscheinlichkeiten entlang der Pfade, die zu einem Unfall führen. Die gesuchten Wahrscheinlichkeiten können meist nur geschätzt werden, was zu großen Ungenauigkeiten und Fehlern in der Berechnung der Pfadwahrscheinlichkeiten führen kann.

### 2.2.6 Statistical Process Control

Die statistische Prozessregelung (Statistical Process Control) ist ein auf mathematischen und statistischen Grundlagen basierendes Instrument, um einen nachgewiesenermaßen fähigen und bereits optimierten Prozess durch kontinuierliche Beobachtung und gegebenenfalls durch Eingriffe in diesem optimierten Zustand zu halten (vgl. KAMISKE 1999, S. 286).

Die SPC-Anwendung ist vom Ablauf her ein Regelkreis. Dabei ist der Prozess als Regelstrecke, die beobachteten Merkmale als Regelgröße, der Maschinenbediener als Regler und die Maschineneinstellgrößen als Stellgrößen anzusehen (vgl. HERING 2003, S. 235).

Im Rahmen der Anwendung von statistischen Verfahren wird davon ausgegangen, dass sowohl bei der Herstellung, als auch bei der Vermessung von Erzeugnissen, Unterschiede bezüglich der betrachteten Merkmale feststellbar sind. Diese Abweichungen von Merkmalen (Soll zu Ist) werden als Streuung bezeichnet.

Wichtigstes Hilfsmittel zur Ausregelung von Abweichungen bei der statistischen Prozessregelung sind verschiedene Arten von Qualitätsregelkarten (QRK).

QRK dienen der kontinuierlichen Beobachtung eines Prozesses in Hinblick auf seine Streuung, sowie der Unterscheidung zwischen zufälligen und systematisch bedingten Streuungen. Die Streuung beinhaltet die gesamte Abweichung der Ist-werte eines Merkmals vom Sollwert. Neben dem Ausmaß ist auch die Lage zum angestrebten Mittelwert von Interesse. Die Durchführung dieser Untersuchungen erfolgt mit Hilfe von Stichprobenziehungen, deren Ergebnisse in die Qualitätsregelkarten eingetragen werden.

Der Automatisierungsgrad von QRK steigt von der „Fehlersammelkarte“ über „handgeführte Regelkarten für variable Merkmale“, „rechnergestützte Regelkarten für variable oder attributive Merkmale mit Handmessmitteln“ und „rechnergestützte Regelkarten für variable Merkmale mit Vielstellenmessgeräten oder Messautomaten“ bis zu „rechnergestützte Regelkarten für variable Merkmale mit direktem Eingriff in die Prozesssteuerung“ an..

### **2.2.7 Netzplantechnik**

Ein Netzplan besteht aus einer graphischen Darstellung von Abläufen und deren Abhängigkeiten. Die Darstellung von Folgen, Verknüpfungen und Vorgängen wird mit einfachen graphischen Symbolen realisiert. Es werden drei Formen von Netzplänen unterschieden: VPN (Vorgangspfeil-Netzplan), EKN (Ereignisknoten-Netzplan) und VKN (Vorgangsknoten-Netzplan) (vgl. REICHERT 1994, S. 8ff). Ein Netzplan kann immer dann sinnvoll eingesetzt werden, wenn ein festgelegtes Ziel mehrere Tätigkeiten erfordert. Für das Aufstellen eines Planes werden qualitative und quantitative Informationen über das Ziel und den Weg dorthin benötigt. Durch den Einsatz von Netzplänen erhält der Nutzer einen übersichtlichen Ablaufplan der durchzuführenden Tätigkeiten, da diese mit ihren Vernetzungen und Zeiten dargestellt werden. Entweder durch Vorwärts- oder Rückwärtsrechnung kann unter Zuhilfenahme des veranschlagten Zeitbedarfs der kritische Pfad aus dem Netzplan ermittelt werden. Der kritische Pfad kennzeichnet die Tätigkeiten, die nicht länger dauern dürfen als prognostiziert, da sich ansonsten das gesamte Projekt verzögern würde. Der kritische Pfad lässt sich daher auch für die Bildung von Arbeitsschwerpunkten heranziehen, um das Gesamtprojekt in kürzerer Zeit zu beenden (vgl. JÖBSTL 1999, S. 76).

### 3 Praxisorientierte Fehlermanagementanforderungen

Um zu praxisorientierten und anwenderfreundlichen Lösungen zu gelangen, wurde vom Verfasser dieser Arbeit in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Fertigungsvorbereitung an der Universität Dortmund eine Umfrage unter Industrieunternehmen durchgeführt. Ziel war es zum einen, mit den Ergebnissen eine Zusammenstellung der in den Unternehmen verbreiteten Ansätze und betrieblichen Besonderheiten des Fehlermanagements zu erhalten. Zum anderen sollten die Anforderungen seitens der Unternehmen an ein umfassendes Fehlermanagementsystem bestimmt werden (CROSTACK ET. AL 2005E).

Hierzu wurde ein Fragebogen entwickelt. Er teilt sich in vier inhaltliche Abschnitte und enthält zusätzlich ein Deckblatt mit Informationen zum jeweiligen befragten Unternehmen. Der erste Abschnitt enthält Fragen zu Mitarbeiteraspekten im Fehlermanagement. Vor allem die Zuständigkeiten und die Qualifikation der mit dem Fehlermanagement betrauten Mitarbeiter werden hier abgefragt. Die Umsetzung der Ergebnisse dieses Projektes kann so auf die Möglichkeiten und Anforderungen der mit dem Fehlermanagement betrauten Mitarbeiter angepasst werden. Im zweiten Abschnitt werden Fragen zu den Zielen und der Gestaltung des Fehlermanagements in den jeweiligen Unternehmen gestellt. Der dritte Abschnitt dient der Erhebung von Daten zu den Methoden des Fehlermanagements, sowie der Verarbeitung der gewonnenen Fehlerdaten in der Industrie. Im letzten Abschnitt - Produkt und Prozessfehler - werden Daten zu den in den Unternehmen bisher betrachteten Fehlern an Produkten, Ressourcen und in Prozessen betrachtet. Bei sämtlichen Fragen werden jeweils der jetzige sowie der für die Zukunft geplante, Zustand abgefragt.

Im Rahmen der Umfrage wurden aus einer marktüblichen Adressdatenbank insgesamt 574 Unternehmen ausgewählt. Die Zusendung des Fragebogens mit 48 Fragen an die ausgewählten Unternehmen erfolgte im Januar 2004. Von den 574 angeschriebenen Unternehmen sendeten 28 einen ausgefüllten Fragebogen zurück. Die Rückläuferquote beträgt damit 4,9%.

Um mögliche Unterschiede zwischen verschiedenen Unternehmen, Branchen und Regionen analysieren zu können, wurde großer Wert auf die Auswahl der an der Umfrage beteiligten Unternehmen gelegt. Zunächst wurden Unternehmen nach Branchen separiert. Der Fokus lag insbesondere auf dem Maschinen- und Anlagenbau, aber auch Unternehmen der chemischen Industrie und des Dienstleistungsbereiches wurden einbezogen (siehe Bild 3-1). Weiterhin wurden die Unternehmen der Anzahl ihrer Mitarbeiter entsprechend in Klassen eingeteilt. So sollen Unterschiede zwischen großen und kleinen Unternehmen mit jeweils entsprechender Mitarbeiterkapazität aufgedeckt werden. Bild 3-2 gibt einen Überblick über die Größe der Unternehmen. Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Ausprägung des Fehlermanagements ist die Auftragsstruktur der Unternehmen. In der Umfrage wird daher zwischen kundenorientierten Auftrags- und Kleinserienfertigern sowie Dienstleistern einerseits, und Serienfertigern und Anbietern standardisierter Dienstleistungen andererseits, unterschieden. Besondere Bedeutung hat diese Analyse, kombiniert mit den in den jeweiligen Unternehmen verwendeten Methoden und Werkzeugen des Fehlermanagements. Weiterhin wurde eine möglichst gleichmäßige Standortverteilung der angeschriebenen Unternehmen im gesamten Bundesgebiet realisiert.

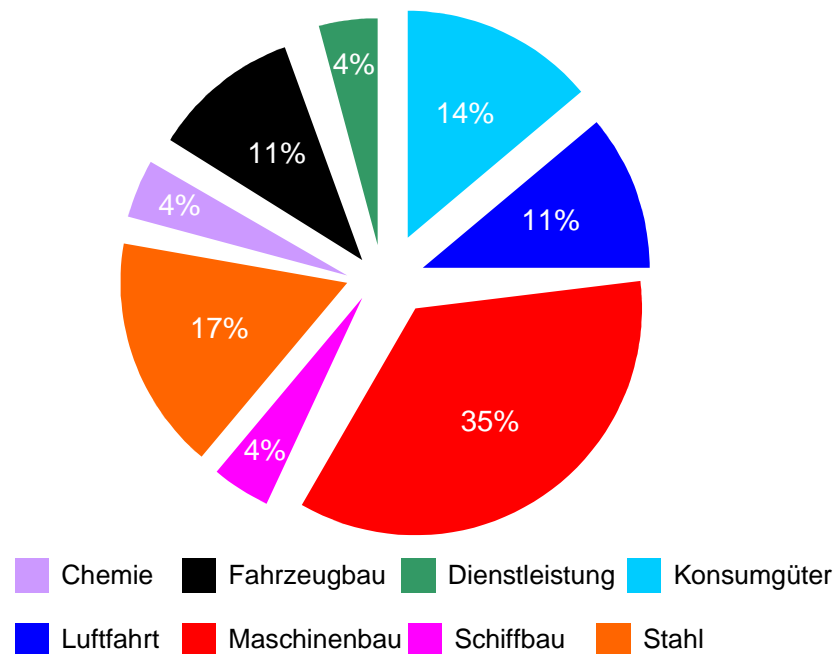


Bild 3-1: Branchenanteile bei der Umfrage

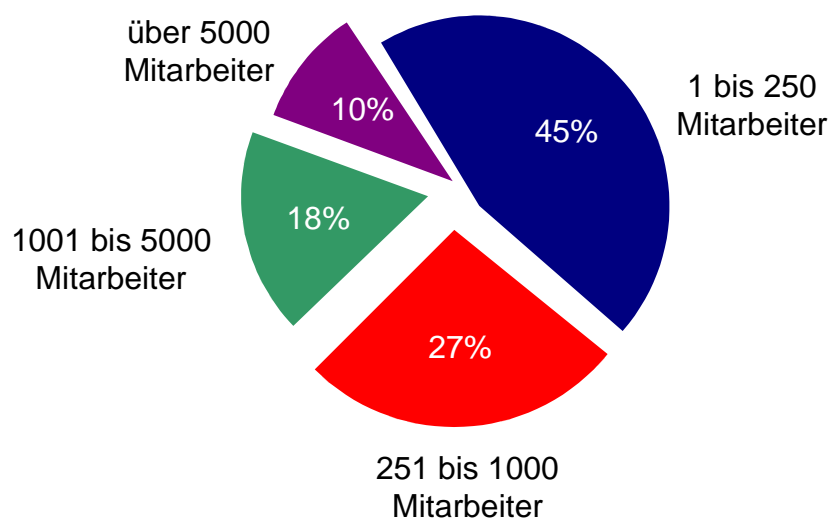


Bild 3-2: Größe der beteiligten Unternehmen

Die Auswertung der Daten ergab, dass der Bereich Qualitätsmanagement in 90% der Unternehmen für die Abwicklung des Fehlermanagements verantwortlich ist. An zweiter Stelle wird die Abteilung Fertigung miteinbezogen. Während hauptsächlich diese beiden Abteilungen für die Fehlererfassung zuständig sind, liegt die Zuständigkeit bei der Fehlerauswertung und der Maßnahmenergreifung ausschließlich beim Qualitätsmanagement. Die mit der Fehlerbehandlung vertrauten Mitarbeiter sind meistens höher qualifizierte Mitarbeiter (z.B. Ingenieur, Meister, Facharbeiter, Techniker), die erfahrungsgemäß Kenntnisse über den prinzipiellen Umgang mit Computern und Software besitzen. Die DV-Grundlagen, die momentan die meist vermittelten Ausbildungsinhalte darstellen, verlieren zukünftig an

Bedeutung gegenüber den theoretischen und praktischen Grundlagen des Fehlermanagements (siehe Bild 3-3).

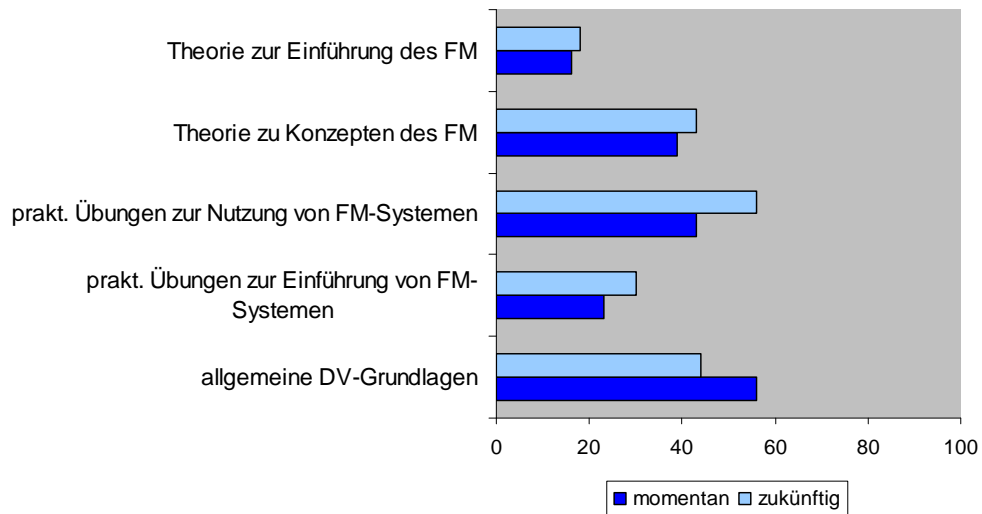


Bild 3-3: Inhalte der Weiterbildungsmaßnahmen für das Fehlermanagement

Der Bogen der Fehlermanagementziele spannt sich von der technischen Seite (z.B. Ermittlung von Fehlerursachen, Abstellmaßnahmen, Verbesserungsmaßnahmen, Wirksamkeitskontrolle) über die organisatorischen Maßnahmen (z.B. Unterstützung bei der Durchführung von Maßnahmen, Sensibilisierung der Mitarbeiter, Wissenssammlung über Fehlerzusammenhänge), bis hin zu wirtschaftlichen Aspekten (z.B. Ermittlung der Fehlerkosten), auf. Fast alle Ziele haben zukünftig eine steigende Bedeutung. Die befragten Unternehmen möchten offensichtlich in Zukunft ihr FM dementsprechend ausbauen. Besonders hervorzuheben ist die sich mehr als verdoppelnde Bedeutung der Wirksamkeitskontrollen und der Nutzung des Fehlermanagementsystems zur Entgeltermittlung (siehe Bild 3-4).

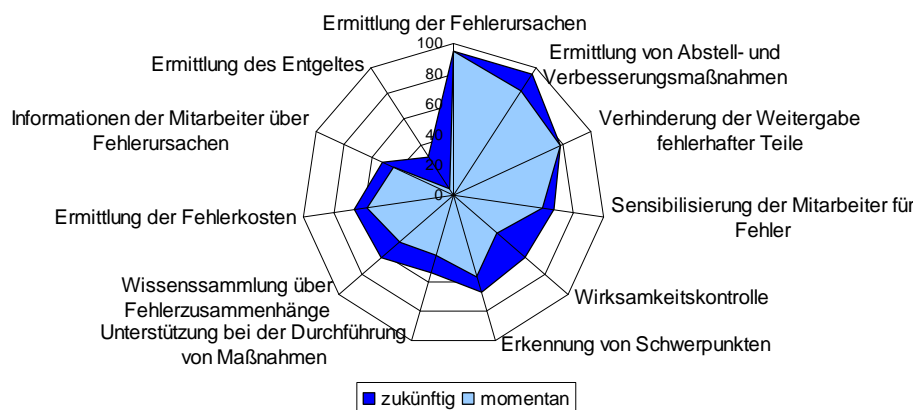


Bild 3-4: Ziele des Fehlermanagements



Das Fehlermanagement gestaltet sich in erster Linie prozessorientiert. Dementsprechend werden Daten in unterschiedlichen Bereichen aufgenommen. Diese werden anschließend in sämtlichen Bereichen des Unternehmens genutzt (siehe Bild 3-5). Eine entsprechend leistungsstarke Plattform für den Datenaustausch im Unternehmen ist unabdingbar. Vereinfacht wird diese durch standardisierte Formulare zur Datenerfassung, die eine hohe Akzeptanz bei den Mitarbeitern aufweisen. Identifiziert und gekennzeichnet werden Fehler hauptsächlich durch Fehlerschlüssel und Fehlerkataloge. Dazu werden unterschiedliche zusätzliche Daten erfasst. Eine steigende Datenerfassung und ein steigendes Datenvolumen ist zukünftig zu beobachten. Bei der Berichterstattung erstellen etwa 80% der Unternehmen ihre Berichte regelmäßig. Diese Tendenz bleibt in der Zukunft auch bestehen. In diesem Rahmen wird eine statistische Auswertung der fehlerverursachenden Bereiche, der Fehlerhäufigkeit und der Fehlerkosten als besonders wichtig eingeschätzt. Die Qualitätskostenrechnung ist derzeit mit ca. 70% ein weit verbreitetes Hilfsmittel im Rahmen des Fehlermanagements, dass auch in Zusammenhang mit der Fehlererfassung an Bedeutung gewinnt (siehe Bild 3-6).

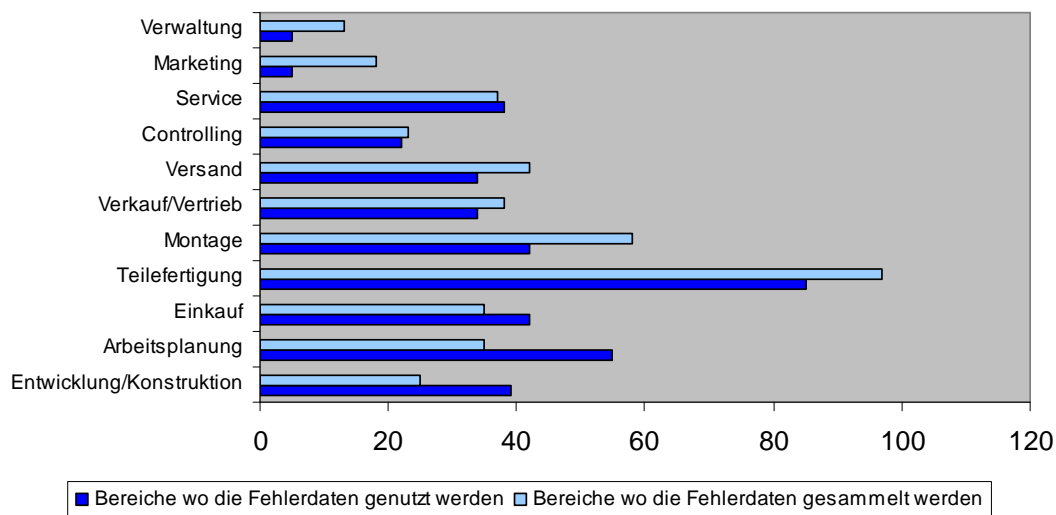


Bild 3-5: Gegenüberstellung der Sammel- und Nutzbereiche der FM-Daten

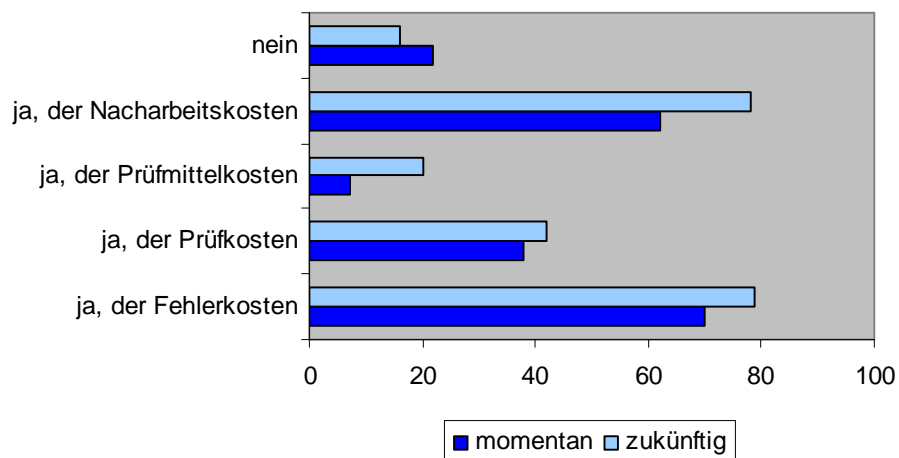


Bild 3-6: Zusammenhang Fehlererfassung und Qualitätskostenerfassung

Ein EDV - Einsatz im Rahmen des Fehlermanagements ist durch Datenbanken geprägt. Dabei ist ein leichter Trend zu speziellen Fehler-Datenbanken zu erkennen. Software zur Geschäftsprozessvisualisierung wird derzeit nur wenig eingesetzt. Hier ist zukünftig ein auch weiter verringerter Einsatz geplant. Anders sieht es bei der ebenfalls nur sehr vereinzelt eingesetzten Software zur Prozessablaufsteuerung aus. Hier ist bei den befragten Unternehmen eine deutlich häufigere Nutzung geplant.

Im Rahmen der Produktfehler wird bei 65% der Unternehmen (Tendenz steigend) zwischen Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung und zur Fehlerursachenbeseitigung unterschieden. Wichtig für 70 % ist dazu die Rückverfolgbarkeit des Fehlers. Bei diesen Unternehmen sind Fehler rückverfolgbar und führen zur Sperrung des gesamten produzierten Loses. Etwa die Hälfte der Unternehmen (45%) neigen zu einer individuellen Behandlung der fehlerhaften Teile. Eine eindeutige Festlegung der Verantwortlichkeit bei der Fehlerbehandlung ist bei 85% der befragten Unternehmen notwendig.

Die Prozessparameter werden derzeit bei 70 % der Befragten erfasst. Eine kontinuierliche Erfassung gewinnt in Zukunft weiter an Interesse. Während die fehleranfälligen Prozesse im eigenen Werk 58% der Betriebe bekannt sind, sind es lediglich 42%, die die möglichen fehlerhaften Prozesse bei Zulieferern kennen.

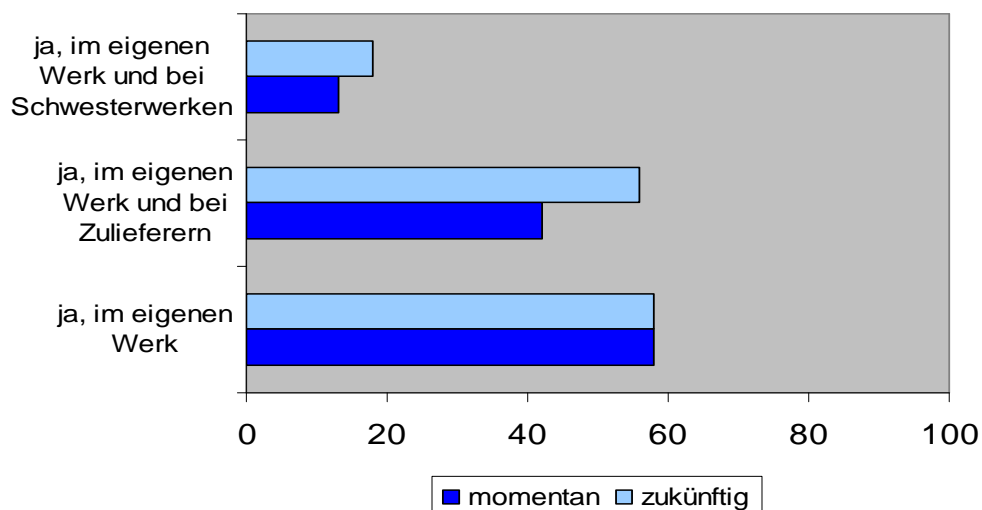


Bild 3-7: Fehleranfällige Prozesse

Um die Entwicklung des Fehlermanagements seit 1996 aufzuzeigen, wurden die Ergebnisse dieser Studie mit den im Rahmen des Projektes FOQUS (vgl. Pfeifer 1997) ermittelten Erkenntnissen verglichen. Der Vergleich zeigt einen Rückgang des zentral gestalteten Fehlermanagementssystems, wogegen die abteilungs- und produktbezogenen Prinzipien seit 1996 erheblich an Bedeutung gewannen (siehe Bild 3-8). Zudem haben die Ziele des Fehlermanagements seit 1996 in allen Bereichen an Bedeutung gewonnen. Eine entsprechende Komplexität des Fehlermanagements ist daher anzunehmen (siehe Bild 3-9).

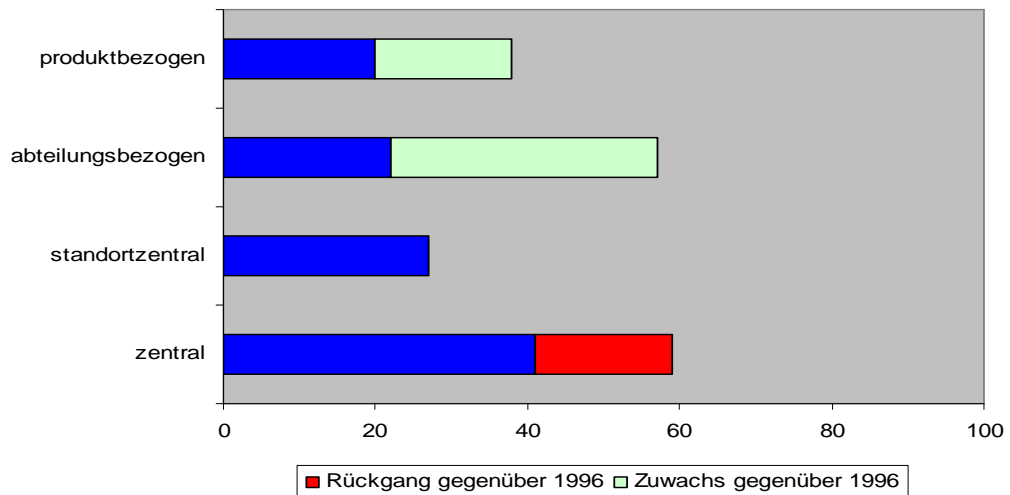


Bild 3-8: Vergleich Gestaltung des Fehlermanagementsystems

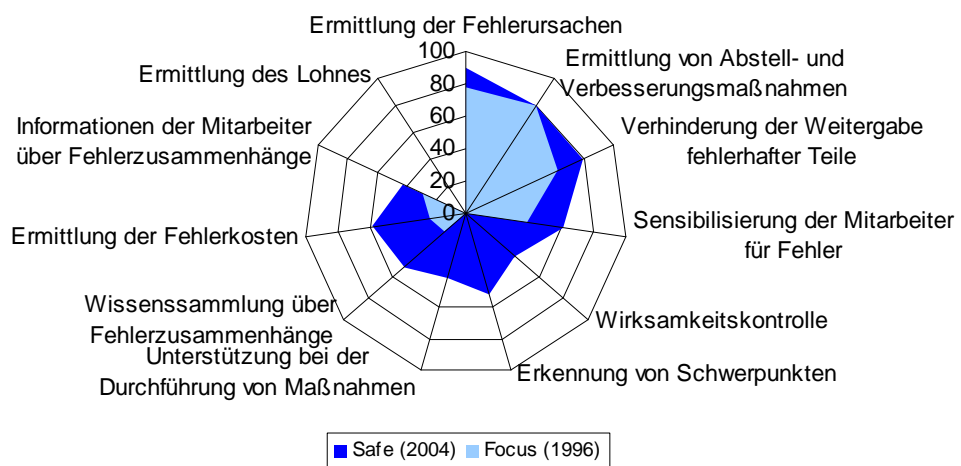


Bild 3-9: Vergleich der Hauptziele des Fehlermanagements

### Fazit

Aus der Umfrage lässt sich die seit 1996 gestiegene Bedeutung des Fehlermanagements und des Qualitätsmanagements im Allgemeinen erkennen. Sämtliche befragte Unternehmen haben ihre Anstrengungen im Vergleich zu 1996 deutlich verstärkt.

Ein nachhaltiges Fehlermanagement erfordert ein kurzfristiges, mittelfristiges und langfristiges prozessorientiertes Vorgehen. Hierfür ist eine lückenlose Rückverfolgbarkeit der fehlerhaften Teile sehr wichtig. Neben den technischen und wirtschaftlichen Aspekten gewinnen der Informationsfluss und das Mitarbeiterwissen an Bedeutung. Darüber hinaus spielt zukünftig die Wirksamkeitskontrolle bei der Maßnahmenumsetzung ein größeres Interesse. Hierfür ist eine eindeutige Verantwortlichkeitszuweisung unterstützend.

Durch die Prozessorientierung beim Fehlermanagement sind viele Bereiche und Abteilungen im Unternehmen betroffen. Hiermit vervielfältigen sich die Daten und Informationsquellen in den Unternehmen. Dazu steigen die Anforderungen an Datenverdichtung und Auswertung, um den Aufwand der erforderlichen systematischen Dokumentation, das Controlling und die Berichterstattung im Unternehmen zu erleichtern. Ein leistungsstarkes Fehlermanagementsystem für die Verarbeitung der Daten und die Weitergabe der Informationen ist also unabdingbar, um die Mitarbeiter bei deren Tätigkeiten unterstützen zu können.

## 4 Modellbildung eines umfassenden Fehlermanagements

Für eine umfassende Analyse der bestehenden Methoden erfolgte im Kapitel 2.1.2 eine Zusammenstellung und Erläuterung der verschiedenen in der Literatur diskutierten Konzepte zum Thema Fehlermanagement. Die Vor- und die Nachteile werden ermittelt und ihre Anwendungsgebiete dargestellt.

In diesem ersten Schritt werden die Hauptprozesse eines Fehlermanagement-Referenzmodells festgelegt.

Im zweiten Schritt werden die Teilschritte jedes Hauptprozesses ermittelt. Bei der Erstellung des Anforderungsprofils der einzelnen Prozessschritte werden nicht nur die Normanforderungen (siehe Kapitel 2.1.3), sondern auch die unternehmerische Sichtweise betrachtet. Für eine praxisorientierte und anwenderfreundliche Gestaltung der einzelnen Teilschritte werden Ergebnisse aus der im Kapitel 3 vorgestellten Umfrage benutzt.

Im dritten Schritt wird das Fehlermanagement-Referenzmodell an die Bedürfnisse der Unternehmen angepasst. Man spricht hier von der Customizing-Phase. Maßgeschneiderte Tätigkeiten werden entwickelt. Diese Tätigkeiten erfüllen auf der einen Seite die unterschiedlichen Anforderungen der Teilprozesse im Referenzmodell. Auf der anderen Seite beachten diese Tätigkeiten die unterschiedlichen Unternehmensgegebenheiten.

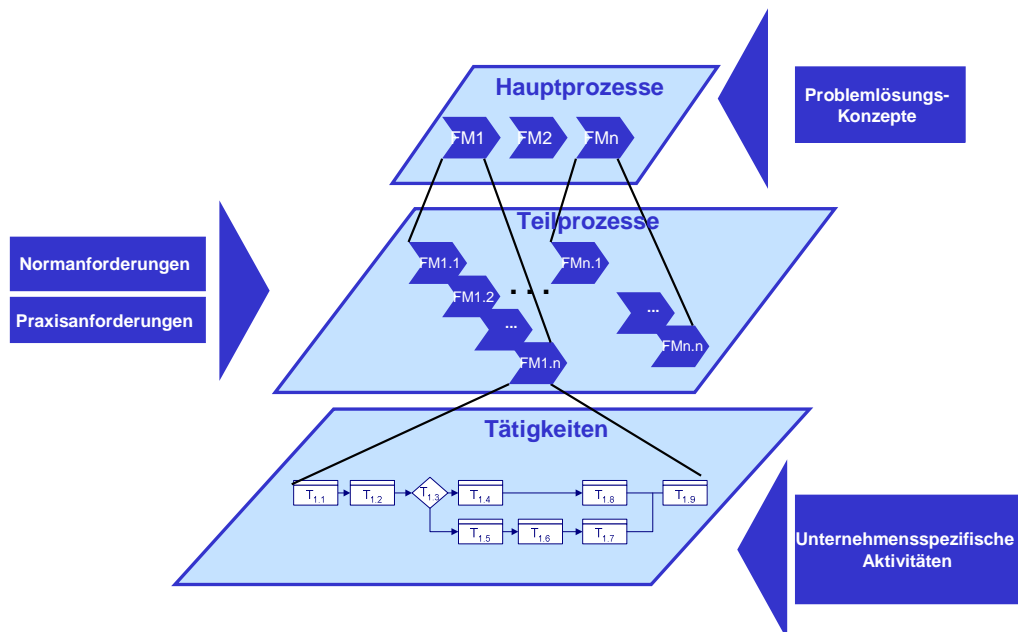


Bild 4-1: Konzept zur Erstellung des Fehlermanagement-Referenzmodells

### 4.1 Erste Ebene des Referenzmodells

Die Entstehung eines potenziellen Fehlers und dessen Erkennung löst den Fehlermanagementprozess aus. Eine detaillierte Erfassung der Fehlerdaten bildet den

Ausgangspunkt für die weiteren Schritte des Prozesses. Dabei steht eine kontinuierliche Erfassung in einheitlicher Form im Mittelpunkt.

Die Fehlerdaten sollen die sechs „W-Fragen“ (Was, Wann, Wo, Wie, Wer und Warum) beantworten. Im zweiten Schritt dient die Fehlerklassifizierung und -bewertung der späteren Analyse, Verfolgung und Überwachung der Fehler. Eine Trennung nach Entdeckungs- und Entstehungsort ist hier sinnvoll. Dazu muss zwischen systematischen Fehlern und Ausnahmen unterschieden werden.

Drittens werden die Zuständigkeiten für eine weitere Fehlerbehandlung ermittelt. Eine genaue Festlegung der Verantwortlichkeiten ist unabdingbar für eine reibungslose und effektive Fehlerbehebung. Die demzufolge entstehende klare Vorgehensweise ermöglicht eine gezielte Weitergabe der benötigten Informationen. Die zuständigen Mitarbeiter sind anschließend aufgefordert, Abstellmaßnahmen durchzuführen, um die entstandenen Fehlerwirkungen zu mindern bzw. zu beheben. Der Mitarbeiter ist aufgefordert, schnell und sicher zu handeln, um die Fehlerfolgen zu minimieren. Durch die klare Zuweisung der Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Termine bei der Behandlung der Fehler und Abarbeitung der Maßnahmen wird eine Nachverfolgung der Aktivitäten und Maßnahmen entlang der Prozesskette und dadurch eine wirksame Umsetzung der geplanten Aktivitäten in den geplanten Zeiten möglich.

Im nächsten Schritt werden vorbeugende Maßnahmen durchgeführt, um ein Wiederauftreten des Fehlers zu vermeiden. Dazu sollen mittels Qualitätsmethoden die Fehlerursachen analysiert und Lösungen zu deren Vermeidung ermittelt werden. Nach der Maßnahmenumsetzung soll die Wirkung der Lösung bewertet werden. Gewonnene Informationen während des Fehlerabstellprozesses sollen wiederverwendet werden, um die Fehleranalyse und -beseitigung für zukünftige Fälle zu unterstützen und zu verbessern. Eine evolutionäre Vorgehensweise entsteht, die zu mehr Kreativität und Innovation führt. Das Handeln in Ausnahmesituationen soll aber nicht nur die technische Seite optimieren, in dem sie zudem präventiv oder korrigierend in das Geschehen aller Phasen des Wertschöpfungsprozesses eingreift. Eine Anpassung des menschlichen Verhaltens im Hinblick auf den Umgang mit Fehlern und das richtige Handeln in Ausnahmesituationen ist von enormer Bedeutung. Der Mensch als denkender, flexibler und handelnder Faktor macht aus ihm den wichtigsten Mitspieler innerhalb dieses Fehlermanagementprozesses (COSTACK 2003). Deshalb ist eine Würdigung und Hervorhebung der Mitarbeiterrolle als abschließender Schritt unersetzlich. Daraus ergibt sich ein achtstufiger Fehlermanagementprozess, der die genannten Aspekte abdeckt (siehe Bild 4-2).

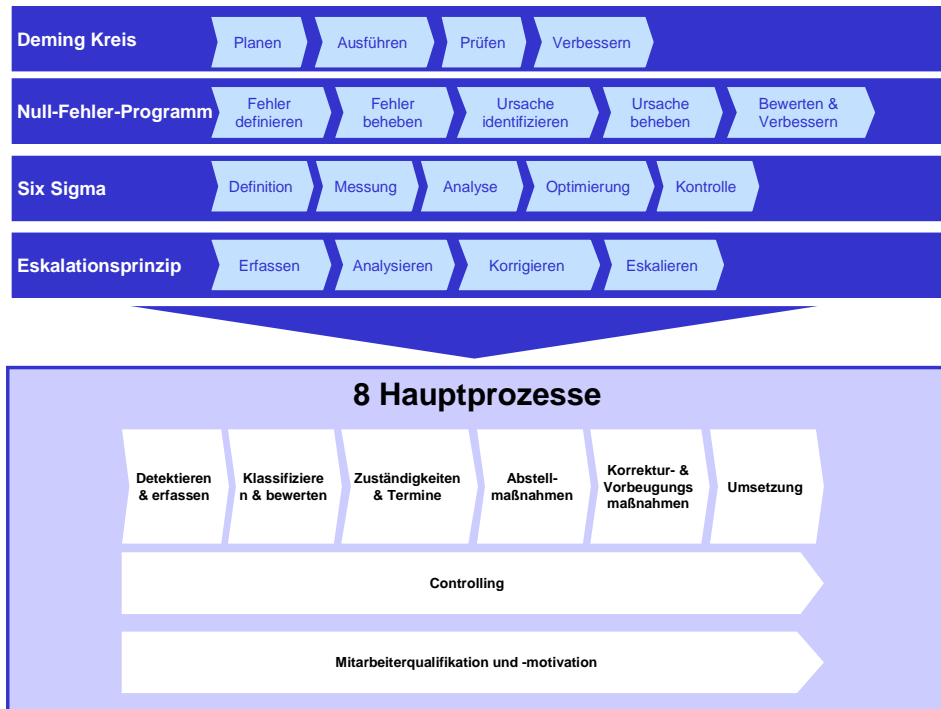


Bild 4-2: Hauptprozesse des Fehlermanagements

## 4.2 Zweite Ebene des Referenzmodells

Für die Ermittlung der einzelnen Teilprozesse innerhalb der Fehlermanagement-Prozesskette werden auf der einen Seite die Normen mit Fokus auf die DIN ISO 9000:2000 betrachtet (siehe Abschnitt 2.1.3). Auf der anderen Seite werden die Ergebnisse der durchgeführten Umfrage, um zu praxisorientierten und anwenderfreundlichen Lösungen zu gelangen, einbezogen (siehe Kapitel 2.2). Die Anforderungen aus der Norm und der Umfrage werden im weiteren Verlauf in unterschiedliche Teilprozesse überführt (siehe Bild 4-3).

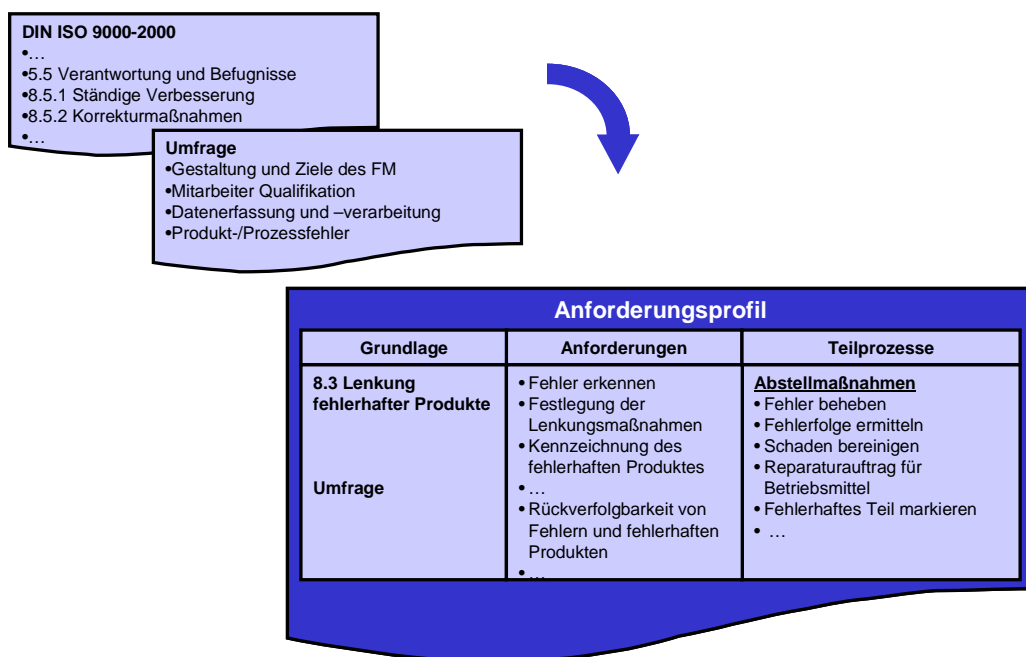
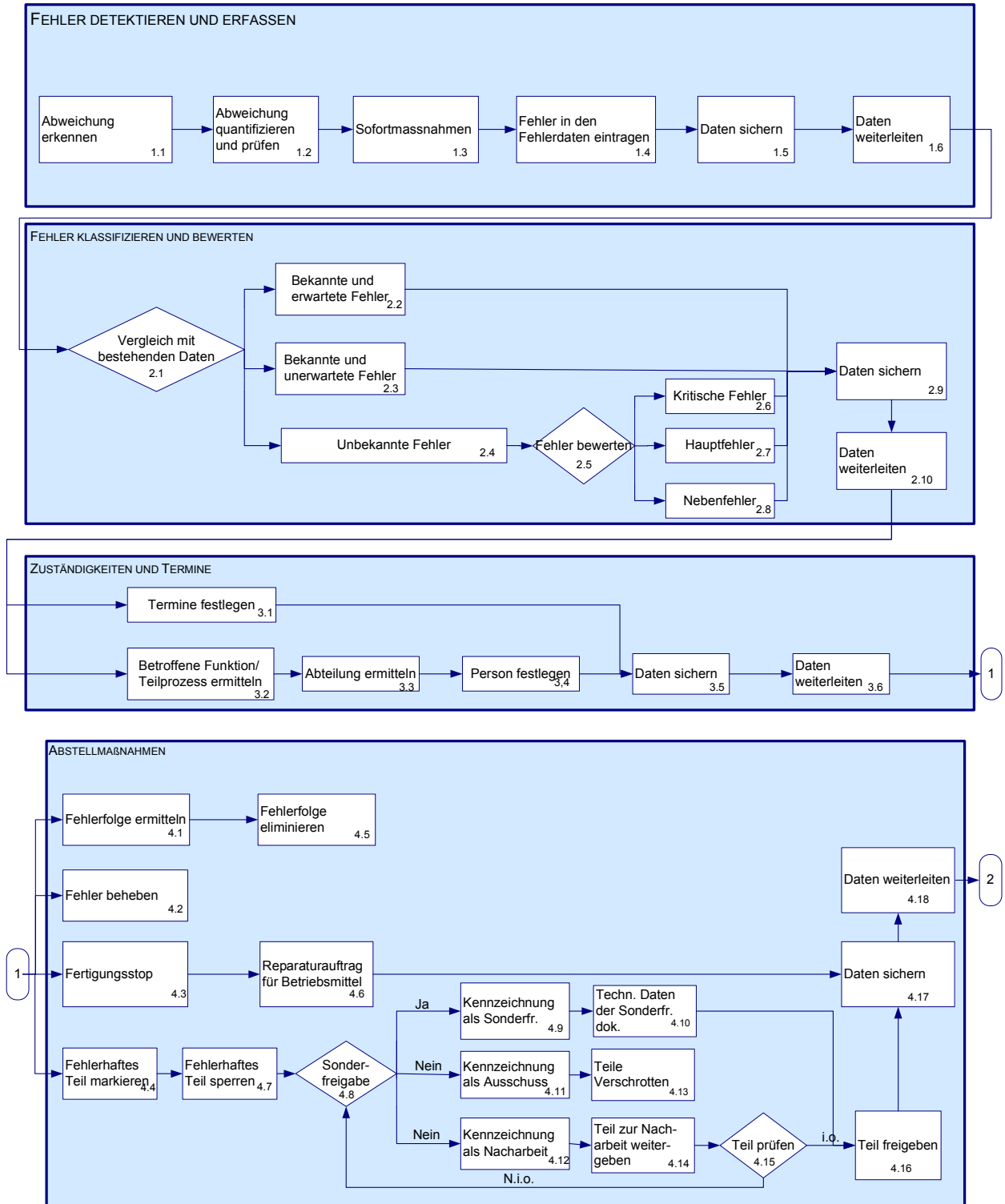


Bild 4-3: Vorgehensweise zur Ermittlung des Anforderungsprofils der Teilprozesse

In Bild 4-4 sind die Prozesse und Teilprozesse des Fehlermanagements dargestellt, die im Folgenden vorgestellt werden. Dabei wird erst der Hauptprozess beschrieben und anschließend wird auf die Teilprozesse eingegangen.





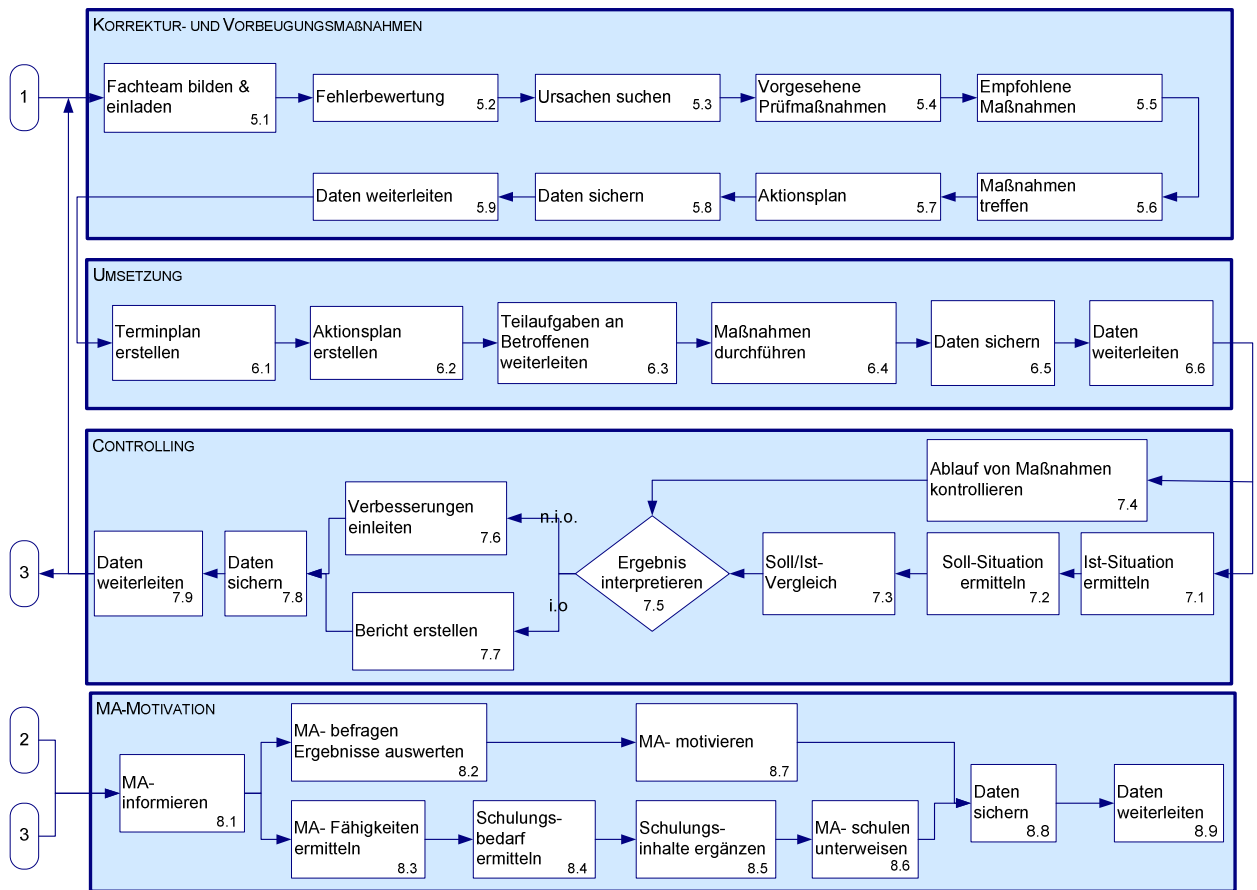


Bild 4-4: Teilprozesse des Fehlermanagements

#### 4.2.1 Fehler detektieren und erfassen

Tritt ein Fehler auf, muss dieser zuerst erkannt werden, bevor eine spezifische Form von Fehlerbehandlung eingeleitet werden kann. Fehler lassen sich grundsätzlich anhand des Vergleiches von Ist- und Soll-Merkmalen identifizieren. Gibt es eine unzulässige Abweichung mindestens eines Merkmales einer Betrachtungseinheit, werden die Anforderungen an den Produktionsprozess nicht mehr erfüllt, und es liegt ein Fehler vor (DIN EN ISO 9000:2000). Als unzulässige Abweichung wird der über den Toleranzbereich gehende Unterschied zwischen Sollwert und Istwert des Merkmales angesehen (VDI/VDE 3542). Ist ein Fehler erkannt worden, erfolgt als nächster Teilschritt eine grobe Einteilung des Fehlers in (1) unkritisch, (2) kritisch oder (3) unbekannt.

Für diese Einteilung in Fall 1) oder 2) müssen bereits Erfahrungen vorliegen. Liegen diese nicht vor, ist von Zustand 3) auszugehen. Sofern der Fehler als kritisch oder unbekannt eingestuft wird, ist eine Sofortmaßnahme zur Schadensbegrenzung, also eine sofortige Reaktion einzuleiten, ohne erst eine detaillierte Fehleranalyse abzuwarten (Hofmann 1990). Dies sind in erster Linie unfallverhütende- bzw. Sicherheitsmaßnahmen, wie z.B. das Abschalten der Maschinen, das Absperrn eines Gefahrenbereiches oder das Auslösen eines Alarms. Dadurch können schwerwiegende Folgeschäden des Fehlers gemindert werden. In einem weiteren Schritt kommt der Erfassung des Fehlers eine entscheidende Bedeutung für den weiteren

Verlauf des Fehlermanagementprozesses zu. Der Fehler muss derart dokumentiert werden, dass er zu einem späteren Zeitpunkt auch durch Unbeteiligte nachvollzogen werden kann. Mit dieser Grundlage kann ein sinnvolles und strukturiertes Vorgehen zur nachhaltigen Fehlervermeidung durchgeführt werden. Die Fehlererfassung muss in allen Bereichen kontinuierlich und einheitlich stattfinden. Idealerweise erfolgt die Dokumentation des Fehlers daher auf Standardformularen, die die „6W“-Fragen beantworten. Desweiteren sind Fehlerschlüssel, die eine eindeutige Beschreibung und dadurch Erkennung der Fehlercharakteristiken bieten, zu definieren. Mithilfe dieser möglicherweise mehrdimensionalen Kennzeichnung können Informationen und Details über verschiedene Aspekte (Produkt, Fehlermerkmal, Entstehungsort, Zeitraum und Fehlerursache) im weiteren Verlauf des FM-Prozesses wiedergefunden werden. Ferner können Fehlerschlüssel zur Fehlerkostenabschätzung herangezogen werden. Eine Unterweisung der Mitarbeiter über das Ausfüllen der Fehlermeldungen ist für eine gründliche Datenerfassung ebenfalls sinnvoll.

Im folgenden Abschnitt werden die Teilprozesse detailliert vorgestellt. Da die Prozessschritte „Abweichungen erkennen“ und „Abweichungen prüfen“ eng miteinander verknüpft sind, werden sie in einem Abschnitt erläutert.

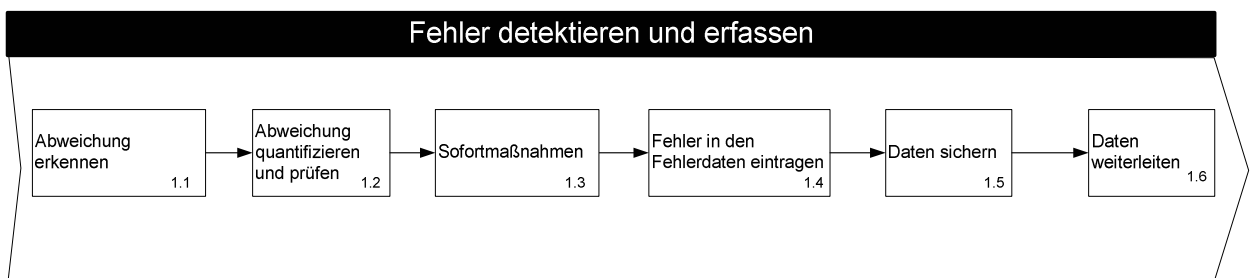


Bild 4-5: Prozess „Fehler detektieren und erfassen“

### Abweichungen erkennen, quantifizieren und prüfen

Voraussetzung für das Erkennen von Fehlern ist die Festlegung von Prüfmerkmalen, die für jedes Produkt definiert sind. Die Prüfmerkmale dienen dabei der Überwachung der wichtigsten Qualitätsmerkmale. Die Merkmale müssen den betroffenen Mitarbeitern bekannt sein. Unter Umständen wird der Mitarbeiter durch visuelle Unterstützung (Bilder, Skizzen) am Arbeitsplatz auf markante Fehlermerkmale hingewiesen. Weiterhin müssen die Mitarbeiter entsprechend ihrer Tätigkeit geschult und in die Lage versetzt werden, Fehler selbstständig zu erkennen. Zu den grundlegenden Schritten der Fehlererkennung gehört auch ein Prüfmittelmanagement, welches sicherstellt, dass die richtigen Prüfmittel in einwandfreiem Zustand zur richtigen Zeit am richtigen Ort vorhanden sind, und somit den Mitarbeiter in die Lage versetzt, eine Abweichung auch zu quantifizieren.

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, sollte der Prüfumfang festgelegt sein. Je nach Stabilität eines Prozesses können Sortierprüfungen (100%-Prüfung), Stichprobenprüfungen in verschiedenem Umfang, bis hin zu einem völligen Prüfverzicht definiert werden. Im Unternehmen existieren dafür Prüfanweisungen, d.h. die Prüfmethode, die Prüfmittel, die Dokumentationsart etc. sind in Form von Handlungsanweisungen dokumentiert und liegen dem betroffenen Mitarbeiter vor. Idealerweise liegt ein Prüfplan vor, in dem zusätzlich der Ort und Zeitpunkt der Prüfung dokumentiert ist.

Kommt es zu einer Reklamation durch den Kunden, so ist dies ein Fehler, der außerhalb des Unternehmens aufgetreten ist. Der Fall muss durch den Kundendienst in den FM-Prozess eingesteuert werden. Voraussetzung dafür ist ein funktionierender Informationsfluss.

Weitere Schritte der Fehlererkennung gehen in den präventiven Bereich, d.h. es werden Verfahren und Methoden im Unternehmen eingesetzt, die frühzeitig eine systematische Abweichung erkennen. Ein Verfahren ist beispielsweise der Einsatz von SPC (Statistical Process Control), welches durch eine frühzeitige Erkennung der Abweichung die Möglichkeit bietet, rechtzeitig regelnd einzugreifen. Die eingesetzten Methoden sind in einem QM-Plan beschrieben, in dem alle qualitätsrelevanten Verfahren dokumentiert und festgelegt sind.

Der Idealzustand ist erreicht, wenn ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess zur dauerhaften Sicherstellung eines hohen Niveaus der Erkennung eingerichtet ist. Diese Stufe ist gekennzeichnet durch eine nach Möglichkeit automatisierte Fehlererkennung und eine im Sinne des KVP's kontinuierliche Optimierung von Prüfplänen.

### **Sofortmaßnahmen**

Unter Sofortmaßnahmen im Zusammenhang mit dem Auftreten eines Fehlers sind hier insbesondere Maßnahmen zu verstehen, die die Sicherheit der Mitarbeiter gewährleisten. Dies kann beispielsweise die Betätigung eines Not-Aus-Schalters oder die Absperrung eines gefährdeten Bereiches sein. Die Mitarbeiter sind durch Verfahrensanweisungen, die ihnen bekannt sein müssen, angewiesen, entsprechend zu reagieren. Unter Umständen benötigte Hilfsmittel müssen in ausreichender Menge vorhanden sein.

In komplexen Produktionssystemen können Fehler derart schwerwiegend sein, dass ein Fertigungsstopp sinnvoll ist. Ein Beispiel dafür wäre das Auftreten von Fehlern, die kritisch sind, also eine potentielle Gefährdung von Personen darstellen und/oder das Endprodukt unbrauchbar werden lassen, sowie Hauptfehler, die zu einem voraussichtlichen Ausfall führen (PFEIFER 2001 S.157). Die Kriterien, die zu einem Fertigungsstopp führen, müssen den Mitarbeitern durch Schulungen oder Unterweisungen bekannt gemacht und durch Verfahrensanweisungen dokumentiert werden, damit ein betroffener Mitarbeiter schnell reagieren kann.

### **Fehler in die Fehlerdatenbank eintragen**

Der Dokumentation des Fehlers kommt aufgrund der sich daraus ableitenden Fehlerlösungsstrategien eine entscheidende Bedeutung zu. Grundsätzlich bietet sich die Verwendung von standardisierten Formularen an, die die 6-W-Fragen (Was, Wann, Wo, Wie, Wer, Warum) beantworten. Die Dokumentation kann in Papierform oder elektronisch in einem EDV-System erfolgen, jedoch bietet sich der Einsatz eines softwaregestützten Systems aufgrund der einfacheren Pflege, Zugriffsmöglichkeiten und Handhabung an. Soll dezentral bei der Lösung von bereits aufgetretenen Fehlern (Beispiel: verschiedene, räumlich getrennte Abteilungen) auf Erfahrungswissen zurückgegriffen werden, ist die Verwendung eines EDV-Systems unerlässlich.

Wie eingangs erwähnt, muss die Dokumentation der Fehlerdaten sehr sorgfältig erfolgen. Das setzt wiederum voraus, dass die Mitarbeiter mit dem Dokumentationssystem vertraut sind und

entsprechende Anweisungen erhalten haben, um eine eindeutige Fehlerdokumentation zu erreichen.

Im Optimalfall werden Fehlerdaten von einem automatischen Erfassungssystem in die Datenbank eingetragen.

### **Daten sichern**

Die Sicherung von Fehlerdaten bedeutet, dass diese archiviert werden. Damit ein zentraler Zugriff erfolgen kann, müssen auch die Fehlerdaten zentral abgelegt werden. Die Sicherung kann in Papierform oder idealerweise in EDV-basierten Datenbanken erfolgen, um einen schnellen Zugriff aus allen Unternehmensbereichen und bessere Recherchemöglichkeiten zu bieten. Ein derartiges Datenbanksystem stellt die Grundlage für ein umfassendes, späteres Wissensmanagement bereit.

### **Daten weiterleiten**

Die Voraussetzung für die geregelte Weiterleitung von Daten besteht in der Erfüllung der bisher aufgezeigten Schritte. Desweiteren müssen die Schnittstellen zwischen den Prozessen eindeutig definiert sein. Verantwortlichkeiten und Befugnisse (inklusive Vertreterregelungen) sind eindeutig geregelt und durchgängig strukturiert. Durch diesen Prozessschritt soll sichergestellt werden, dass die Informationen an den richtigen Stellen ankommen.

Bei den Prozessschritten „Daten sichern“ und „Daten weiterleiten“ handelt es sich um modellübergreifende Teilprozesse, die in jedem Hauptprozess enthalten sind. Daher wird von einer weiteren Beschreibung in den folgenden Hauptprozessschritten abgesehen.

## **4.2.2 Fehler klassifizieren und bewerten**

Zweck dieses Teilschrittes ist die Ermittlung der Prioritäten bei der Fehlerbehandlung. Es ist wichtig, aus den früheren Erfahrungen zu lernen und möglichst schnell die richtigen Maßnahmen einzuleiten, um die Fehler und die Fehlerfolgen vermeiden bzw. minimieren zu können. Aus diesem Grund ist es in erster Linie sinnvoll, die Fehler nach ihrer Bedeutung einzusortieren. Dazu muss bei der Beurteilung und Behandlung der Fehler zwischen drei Fehlertypen unterschieden werden: bekannte und erwartete Fehler, bekannte aber unerwartete Fehler und unbekannte Fehler. Das Auftreten bekannter und ggf. erwarteter Abweichungen setzt voraus, dass zuvor mit geeigneten Methoden eine Analyse stattgefunden hat. Ergänzend werden kontinuierliche Überwachungen oder gezielte Prüfmaßnahmen in die Prozesse integriert, um das Auftreten der Abweichungen erkennen zu können. In diesem Fall wird die Fehlerbearbeitung zu einer reproduktiven Arbeit, indem man bereits ermittelte Maßnahmen erneut einleitet.

Auch wenn Abweichungen aufgrund einer vorhergehenden Analyse oder aufgrund des Erfahrungswissens der Mitarbeiter eigentlich bekannt sind, so können diese an Stellen im Prozess entstehen, an denen sie nicht erwartet werden. In diesen Fällen sind daher geeignete Reaktionen häufig nicht vorgeplant. Die Ähnlichkeiten bei der Fehlerstruktur können jedoch den Verlauf der weiteren Bearbeitung erleichtern. Die Situation wird bei unerwartet auftretenden und

nicht bekannten Abweichungen weiter verschärft. In diesem Fall müssen die Fehler bewertet und priorisiert werden. Fehlerschwerpunkte müssen festgelegt werden.

▪ *Bekannte und erwartete Fehler*

Ein bekannter und sogar erwarteter Fehler bedeutet, dass dieser schon in ähnlicher Form aufgetreten ist und bereits dokumentiert wurde. Die Erfassung des Fehlers erfordert eine umfassende Überwachung des Produktionsprozesses, beispielsweise durch SPC (Statistical Process Control), mit Hilfe dessen Abweichungen frühzeitig erkannt werden. Zusätzlich finden zu einem geeigneten Zeitpunkt Prüfmaßnahmen während des Prozesses statt, die eine unzulässige Abweichung nach einem Prozessschritt aufzeigen.

Treten Fehler auf, die diesem Muster entsprechen, so lassen sich anhand der in früheren Fällen durchgeführten Problemlösungen, die nachvollziehbar dokumentiert wurden, Maßnahmen einleiten, die den Fehler schnell beheben.

▪ *Bekannte, aber unerwartete Fehler*

Unter diese Kategorie fallen Fehler, die in dieser Form bereits aufgetreten sind, die allerdings an Stellen im Prozess auftreten, an denen sie nicht erwartet werden oder bei denen angenommen wurde, dass sie eliminiert seien. Für einen solchen Fall gibt es kein Standardvorgehen, das sich auf bisherige Problemlösungen stützt und es muss ein neuer Lösungsweg gefunden werden. Allerdings kann durch eine Analogie bei ähnlichen Fehlerstrukturen möglicherweise eine Vorgehensweise abgeleitet werden, die eine schnellere Fehlerbeseitigung erlaubt.

▪ *Unbekannte Fehler*

Eine völlig neue Situation tritt auf, wenn Fehler in nicht bekannter Form und an unerwarteten Stellen im Prozess auftreten. In dem Fall muss der Fehler analog dem Referenzmodell bewertet, priorisiert und eingeordnet werden. Eine Problemlösestrategie muss erarbeitet werden. Darüberhinaus müssen Fehlerschwerpunkte gebildet werden.

Die zum Hauptprozess gehörenden Teilprozesse verdeutlichen den Umgang mit auftretenden Fehlern. Bei den beiden ersten Fehlerkategorien kann auf bisheriges Erfahrungswissen zurückgegriffen werden. Die Behandlung von unbekanntem Fehlern dagegen benötigt eine eingehendere Betrachtung, wie aus Bild 4-6 ersichtlich wird.

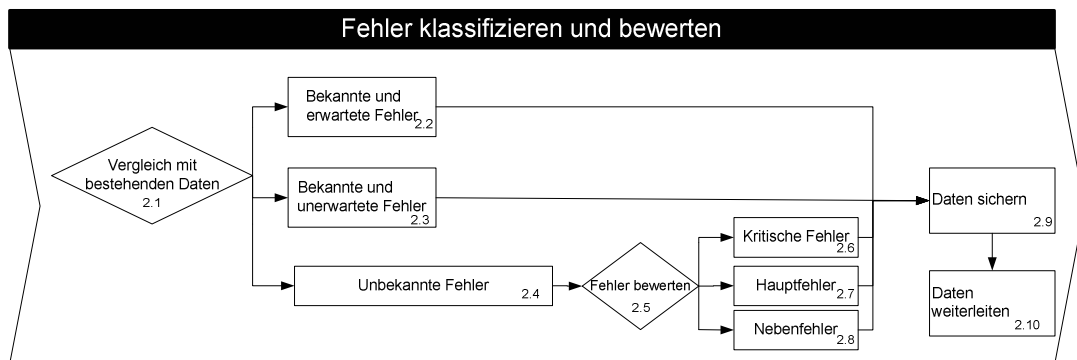


Bild 4-6: Prozess „Fehler klassifizieren und bewerten“

## Vergleich mit bestehenden Daten

Jeder entdeckte Fehler wird dahingehend überprüft, ob er in dieser oder ähnlicher Form bereits aufgetreten ist. Ist der Fehler bereits bekannt, so erfolgt eine Problemlösung analog der aus früheren Ereignissen dokumentierten Lösung. Liegt ein unbekannter Fehler vor, so folgen die im weiteren Verlauf beschriebenen Schritte.

## Fehler bewerten

Im Prozessschritt Fehlerbewertung erfolgt eine Einordnung des Fehlers hinsichtlich der Auswirkungen, die dieser nach sich ziehen würde. Folgende Unterteilung ist vorgesehen (DIN 55350, Teil 31):

- *Kritischer Fehler*

Von einem kritischen Fehler ist anzunehmen bzw. bekannt, dass er voraussichtlich für Personen, die das fehlerhafte Produkt nutzen, reparieren oder darauf angewiesen sind, gefährliche oder unsichere Situationen darstellt. Weiterhin wird ein Fehler als kritisch betrachtet, wenn größere Anlagen (z.B. Schiffe, Rechenanlagen, großindustrielle Anlagen, etc.) in ihrer Funktion gefährdet sind.

- *Hauptfehler*

Ein Hauptfehler ist ein Fehler, der mit einer hohen Wahrscheinlichkeit zu einem Ausfall der Funktion führt, oder die Brauchbarkeit für den Verwendungszweck wesentlich herabsetzt.

- *Nebenfehler*

Als Nebenfehler werden solche Fehler bezeichnet, die voraussichtlich für den vorgegebenen Verwendungszweck keine Minderung der Funktion bedeuten. Auch beeinflusst die Abweichung von geltenden Festlegungen den Gebrauch oder Betrieb der Einheit nur geringfügig.

### 4.2.3 Zuständigkeiten und Termine

In diesem Prozessschritt werden Verantwortlichkeiten, Befugnisse und Termine für die am FM-Prozess beteiligten Personen festgelegt. Basis für eine erfolgreiche Beseitigung von Fehlern ist ein sinnvoller, stringenter und nachvollziehbarer Informations- und Entscheidungsablauf. Um diesen zu erreichen, muss sichergestellt werden, dass der Informationsfluss derart geregelt ist, dass betroffene Mitarbeiter schnell und umfassend über einen aufgetretenen Fehler informiert werden. Nach der Information der betroffenen Mitarbeiter müssen Handlungsanweisungen an die ausführenden Mitarbeiter erfolgen, die diese in die Lage versetzen, Maßnahmen zu ergreifen bzw. umzusetzen, die der Fehlerbeseitigung dienen.

Handlungsanweisungen sind gekennzeichnet durch einen Fälligkeitstermin und die Festlegung von Mitarbeitern, die die Verantwortung für die Durchführung der Maßnahmen tragen. Eindeutige Abläufe stellen sicher, dass bei der Abstellung der Fehler die Befugnisse der durchführenden Mitarbeiter in den betroffenen Unternehmensbereichen transparent gemacht wurden, und keine Konflikte entstehen. Um die Schritte nachvollziehen zu können, werden sie dokumentiert. In Bild 4-7 sind die Teilprozesse dargestellt.

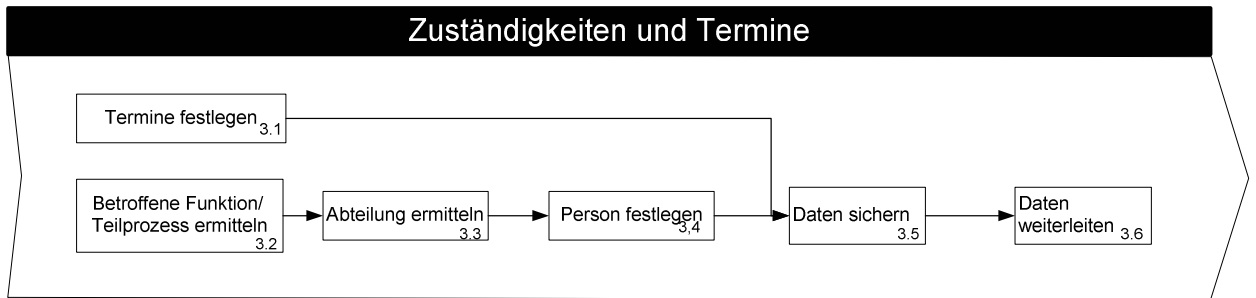


Bild 4-7: Prozess „Zuständigkeiten und Termine“

### Termine festlegen

Die Dauer eines Ablaufs oder einer Handlungsanweisung muss einen definierten, realistischen und mit den Beteiligten abgestimmten Endtermin aufweisen. Je nach Umfang des zu lösenden Problems empfiehlt sich eine Visualisierung der Abläufe und daraus abgeleitet ein Zeitbedarf.

### Betroffene Funktion/Teilprozess ermitteln

Die Ermittlung der betroffenen Funktion bzw. des betroffenen Teilprozesses ist notwendig, um erforderliche Abstellmaßnahmen schnell und effektiv einleiten zu können. Eine gute Möglichkeit zum Auffinden von Abhängigkeiten besteht in der Visualisierung von vorhandenen Prozessen. Grundlage dafür ist eine dokumentierte Ablauforganisation im Unternehmen. Darauf aufbauend sind Prozesslandkarten oder idealerweise Software zur Prozessvisualisierung im Einsatz.

### Abteilung ermitteln

Nachdem die betroffene Funktion ermittelt wurde, wird das Problem weiter eingegrenzt, indem die von dem Fehler betroffene Abteilung identifiziert wird. Dabei hilft die Prozessvisualisierung, um betroffene Abteilungen ausfindig zu machen.

### Person festlegen

Zu den Prozessen für das Fehlerbeheben gehört auch immer ein Verantwortlicher, bzw. ein Vertreter mit definierten Befugnissen und Kompetenzen. In der betroffenen Abteilung wird der Mitarbeiter benannt und mit Handlungsanweisungen instruiert. In diesem Prozessschritt wird der vereinbarte Endtermin angesteuert.

#### 4.2.4 Abstellmaßnahmen

Unter Abstellmaßnahmen werden hier die Handlungen, die zur Fehlerkorrektur, Fehlerfolgeminimierung und Lenkung fehlerhafter Produkte führen, verstanden. Fehlerfolgen gehen möglicherweise über die internen Grenzen des Unternehmens hinaus und verursachen nicht nur internen Schaden, sondern können auch zu einem Imageschaden führen. Durch schwerwiegende Fehler können temporäre Anlagenstillstände oder Rückrufaktionen entstehen. Es ist also sehr wichtig, diese Folgen zu ermitteln und möglichst frühzeitig zu eliminieren bzw. zu mindern. Darüberhinaus muss der fehlerfreie Verlauf des Fertigungsprozesses mit dem geforderten Qualitätsniveau gesichert werden. Der unbeabsichtigte Gebrauch fehlerhafter Produkte muss verhindert werden. Hierfür sind die fehlerhaften Teile so zu kennzeichnen, dass

sie jederzeit erkannt werden können. Ausschussteile müssen sofort vom Gebrauch ausgeschlossen werden und in gesonderten und gekennzeichneten Plätzen gelagert werden. Nachgebesserte Teile müssen wieder in Bezug auf ihre Fehlerfreiheit geprüft werden. Die Genehmigung zum Gebrauch, zur Freigabe oder Annahme nach Sonderfreigaben sind von einer zuständigen Stelle mitzuerstellen und zu dokumentieren.

Die Gesamtdarstellung des Teilprozesses ist aus Bild 4-8 ersichtlich. Im Fall des Fertigungsstopps muss unter Umständen ein Reparaturauftrag für das betroffene Betriebsmittel erteilt werden. Im Folgenden wird der Unterprozess, der den Umgang mit dem fehlerhaften Teil beschreibt, erläutert.

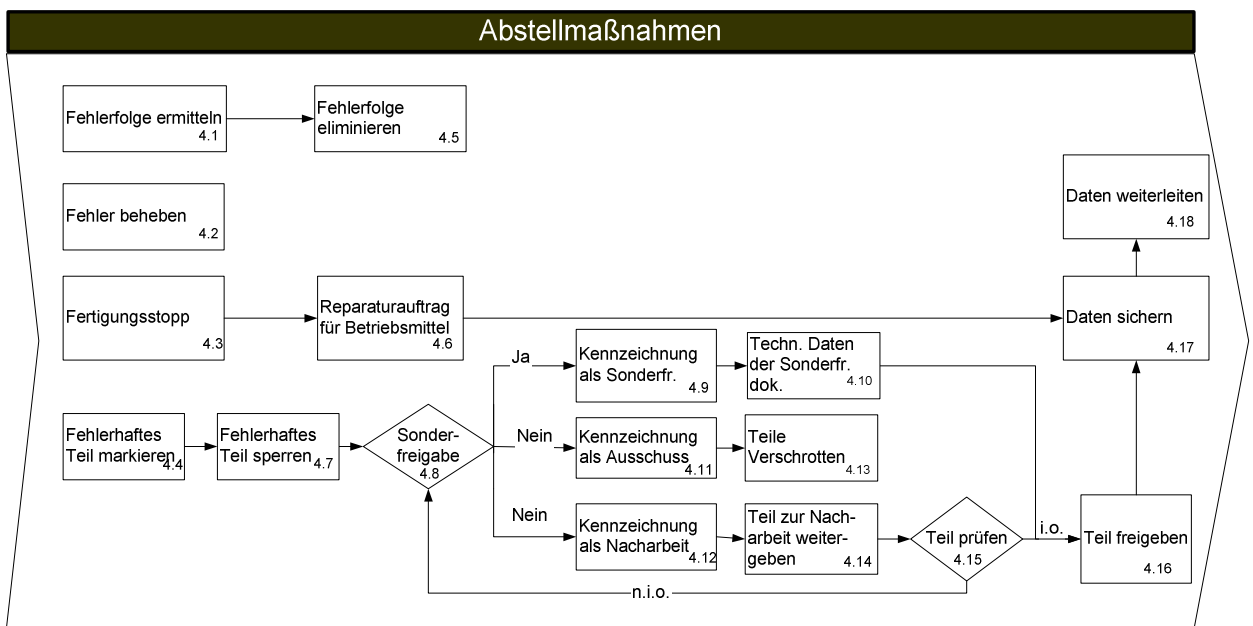


Bild 4-8: Prozess „Abstellmaßnahmen“

### Fehlerhaftes Teil markieren und sperren

Ein fehlerhaftes Teil ist als solches zu kennzeichnen, und umgehend aus dem Produktionsablauf zu nehmen. Die Kennzeichnung muss deutlich erkennbar angebracht sein und darf sich während des gesamten weiteren Produktionsprozesses nicht unbeabsichtigt ablösen. Das Sperren eines fehlerhaften Teils bedeutet, dass diese Teile in gesonderten Behältern, Sperrflächen oder Räumen gelagert werden. Ein unbeabsichtigtes Einbringen in den Produktionskreislauf soll durch diese Maßnahmen verhindert werden.

### Freigabe des fehlerhaften Teils

Grundsätzlich kommen drei Möglichkeiten für die Behandlung fehlerhafter Teile in Frage. Kann das Teil auch durch Nacharbeit nicht mehr den Anforderungen entsprechen, so muss es als Ausschuss deutlich gekennzeichnet, unter Umständen in Sperrlagern verwahrt und entsprechend verschrottet werden.

Liegen die Qualitätsmerkmale des Teils außerhalb des Toleranzfeldes, besteht dennoch die Möglichkeit, dass das Teil in bestimmten Einsatzfeldern ohne Nacharbeit verwendbar ist. In dem Fall kommt es zu einer Sonderfreigabe. Dabei wird das Teil als solches gekennzeichnet,



die Sonderfreigabe bzw. die technischen Daten werden dokumentiert und das Teil anschließend freigegeben.

Die dritte Möglichkeit besteht darin, dass das Teil außerhalb des Toleranzfeldes liegt und nicht ohne Nacharbeit verwendet werden kann. Es folgt eine entsprechende Kennzeichnung, die Weitergabe des Teils zur Nacharbeit und eine abschließende Prüfung. Erfüllt das Teil wiederum nicht die Anforderungen, wird die Entscheidungsschleife erneut durchlaufen, ansonsten wird das Teil freigegeben.

#### 4.2.5 Korrektur und Vorbeugungsmaßnahmen

Hierbei handelt es sich sowohl um reaktive als auch um präventive Schritte, die zur Beseitigung von Fehlerursachen bzw. Ursachen von potentiellen Fehlern dienen. Ziel ist es, das Wiederauftreten bzw. das Auftreten eines neuen ähnlichen Fehlers zu verhindern. Dieser Teilprozess erfordert ein hohes Maß an Kreativität. Fachteams aus unterschiedlichen Expertenkreisen müssen gebildet werden, um adäquate Lösungen zu finden. In der Tat ist es zur Vermeidung von Fehlentscheidungen erforderlich, im Unternehmen ggf. auch ausserhalb geeignete Experten zu finden, die dann zunächst die Fehlerursachen analysieren und bewerten, um nachfolgend geeignete Maßnahmen einzuleiten. Die im Prozessschritt 2 ermittelten Fehlerprioritäten legen die Schwerpunktprogramme der Teamarbeit fest.

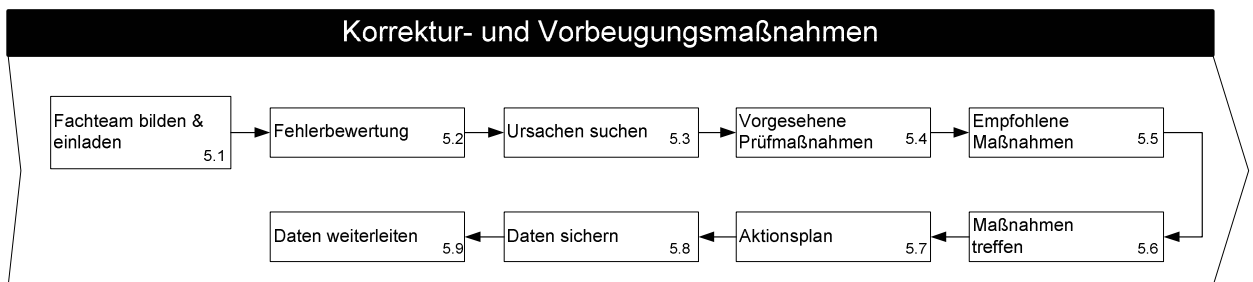


Bild 4-9: Prozess „Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen“

#### Fachteam bilden und einladen

Aufgrund der möglicherweise sehr komplexen Ursache des Fehlers, der durch viele Wechselwirkungen gekennzeichnet sein kann, müssen interdisziplinäre Fachteams mit Vertretern aus allen Unternehmensbereichen ggf. sogar externen Experten gebildet werden. Ein wichtiger Aspekt besteht dabei in der Handlungsfähigkeit des Teams. Um eine effektive Arbeitsweise zu gewährleisten, sollte die Teamgröße nicht mehr als acht Mitarbeiter betragen. Ebenfalls müssen die Mitarbeiter Kenntnisse in der Fehlerauswertung besitzen. Desweiteren braucht das Fachteam die Unterstützung des Managements, welche dieses mit einem entsprechenden Ressourceneinsatz unterstützt. Um die Diskussion zu versachlichen, hilft unter Umständen der Einsatz eines neutralen Moderators, der eventuellen Streitigkeiten zwischen den Abteilungen vorbeugt.

## **Fehlerbewertung**

Die Fehlerbewertung dient der genauen Einordnung des Fehlers hinsichtlich des erforderlichen Aufwandes, der betrieben werden muss, um den Fehler abzustellen. Die Bewertung erfolgt im Fachteam und kann durch Hilfsmittel wie zum Beispiel Portfolioanalyse unterstützt werden.

## **Ursachen suchen**

In diesem Teilschritt wird die Fehlerhistorie zurückverfolgt, bis die Fehlerursache identifiziert ist. Bei hochkomplexen Fehlern ist eine geeignete methodische Unterstützung unerlässlich, um systematisch die Ursachen der Fehlerentstehung aufzufinden. Eine weitere Unterstützung bieten die bereits vorhandenen Fehlerdokumentationen, an denen sich eine Problemlösung orientieren kann.

## **Vorgesehene Prüfmaßnahmen**

Sind die Fehlerursachen bekannt, so werden die bestehenden Prüfmaßnahmen entlang des Fehlerbaumes hinsichtlich ihrer Effektivität neu bewertet. Falls durch neue Prüfungen an den Schnittstellen der Arbeitsschritte das Auftreten des Fehlers frühzeitig entdeckt werden kann, so werden neue Prüfungen in einem geeigneten Umfang implementiert.

## **Empfohlene Maßnahmen**

In diesem Prozessschritt werden alle Maßnahmen gesammelt, die einen positiven Einfluss auf die Fehlerhäufigkeit besitzen. Dabei erfolgt zunächst eine Sammlung ohne abschließende Bewertung der Maßnahmen, analog der Brainstorming-Technik.

## **Maßnahmen treffen**

Der Teilprozess „Maßnahmen treffen“ beinhaltet die Bewertung der im vorigen Prozessschritt aufgezeigten Maßnahmen. Die wirkungsvollsten Maßnahmen, die mit vertretbarem Aufwand durchzuführen sind, werden beschlossen.

## **Aktionsplan**

Der Aktionsplan regelt die Implementierung der beschlossenen Maßnahmen. Es werden Termine, verantwortliche Bereiche mit verantwortlichen Personen, sowie bei komplexen Maßnahmen mögliche Meilensteine in einer Roadmap festgelegt.

### **4.2.6 Umsetzung**

Die Aufgabe dieses Teilprozesses ist die Durchführung der eingeleiteten Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der Prozessgegebenheiten und unter Einhaltung des vorher geplanten Zeitrahmens. Anbei müssen die in jedem Betrieb unvermeidlichen Störungen und Kapazitätsengpässe betrachtet werden. Kapazitäten, Termine und finanzielle Rahmenbedingungen werden während der Durchführung immer wieder kontrolliert und angepasst. Dazu muss die Möglichkeit der Fremdvergabe der Maßnahmendurchführung in Erwägung gezogen werden.

Die Voraussetzung für die Umsetzung beschlossener Maßnahmen besteht im Vorhandensein grundlegender Kenntnisse der Mitarbeiter in den Bereichen Kommunikation, also der Vermittlung von Inhalten an beteiligte Bereiche, Fertigkeiten im Umgang mit Hilfsmitteln, sowie Wissen über das im Unternehmen existierende QM-System. Grundsätzlich muss durch Schulungen oder entsprechende Qualifikation der beauftragten Mitarbeiter die Basis für eine erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen geschaffen werden.

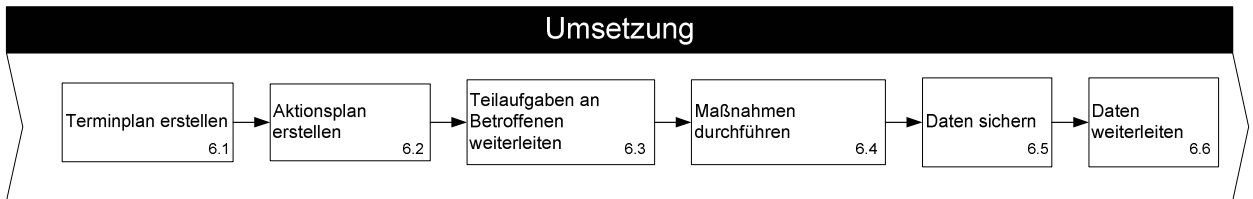


Bild 4-10: Prozess Umsetzung

### Terminplan erstellen

Zu jedem Maßnahmenpaket wird ein Terminplan erstellt. Dies kann bei einfachen Maßnahmen z.B. Fälligkeitstermin, bei komplexen Umfängen beispielsweise ein umfangreicherer Netzplan sein. Die Terminplanung wird dokumentiert und den betroffenen Mitarbeitern zugänglich gemacht.

Hilfreich in diesem Zusammenhang ist das Aufzeigen des kritischen Pfades, also die Abfolge von Vorgängen, die termingerecht erfolgen müssen, damit der Terminplan für das Gesamtprojekt eingehalten werden kann.

### Aktionsplan erstellen

Der Aktionsplan beinhaltet die durchzuführenden Tätigkeiten. In dieser Aggregierungsebene werden Verantwortlichkeiten, Befugnisse und Termine, sowie der dafür verantwortliche Mitarbeiter festgelegt. Diese Tätigkeiten stellen den Aktionsplan dar, der in Form eines Prozessablaufdiagramms o.ä. visualisiert wird.

### Teilaufgaben weiterleiten

Sofern ein komplexes Maßnahmenpaket vorliegt, wird dieses in kleinere, funktional abgeschlossene Bausteine zerlegt. Der Koordinator der Maßnahme delegiert die Teilaufgaben an andere Mitarbeiter und überwacht und koordiniert deren Abarbeitung.

Unter Umständen liegt im Unternehmen nicht genügend Know-how vor, um umfangreiche Maßnahmen zu projektieren und durchzuführen. In so einem Fall kann eine Fremdvergabe an ein externes Unternehmen sinnvoll sein. Eindeutige und nachvollziehbare Kriterien für eine Fremdvergabe sollten im Vorfeld eines umfangreichen Projektes unternehmensweit bekannt sein.

### Maßnahmen durchführen

Zwischenergebnisse in Form von Meilensteinen werden durch ein geeignetes Controlling auf deren Erreichung hin überprüft. Dabei hat das Controlling zum Einen die Aufgabe, den Zeitrahmen des Projektes einzuhalten, zum Anderen sollen frühzeitig bei auftretenden

Problemen geeignete Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Bei der Durchführung der Maßnahmen wird auf Erfahrungswissen zurückgegriffen.

Der Idealzustand ist gekennzeichnet durch den Einsatz einer Projektmanagementsoftware. Mit Hilfe der Software wird der Projektleiter im operativen Bereich in der Weise unterstützt, dass er in der Lage ist, über die Software, Projekte in den Bereichen der Aufgabenplanung, der Termin- und Ablaufplanung etc., zu steuern.

#### 4.2.7 Controlling

Durch einen geeigneten Controlling-Ansatz werden die eingeleiteten Maßnahmen analysiert und deren Schwachstellen aufgezeigt. Die Effektivität der unterschiedlichen Maßnahmen wird anhand des Vergleichs zwischen erwarteten und erreichten Zielen ermittelt. Es können dadurch neue Initiativen zur Schwachstellenbeseitigung angestoßen werden. Eine kontinuierliche Verbesserung des Prozesses wird so gesichert. Dazu informieren Berichte jede Verantwortungsebene über Fehler, Maßnahmen und deren Effektivität.

Controlling bietet einen Ansatz, bei der Umsetzung von Maßnahmen frühzeitig Abweichungen zu erkennen, und stellt damit eine leistungsfähige Wirkungskontrolle dar. Das Controlling ist als Hilfestellung für den Projektleiter zu verstehen, indem durch Kennzahlen, Diagramme o.ä. der aktuelle Stand jederzeit abrufbar ist.

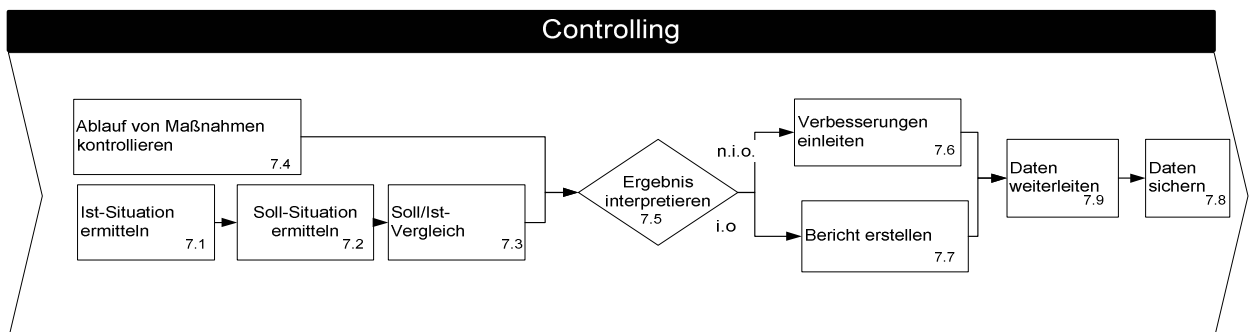


Bild 4-11: Prozess Controlling

#### Ist-Situation ermitteln

Um die Ist-Situation eindeutig zu ermitteln, muss die Fehlerdatenerfassung im Unternehmen über einheitliche, standardisierte Berichte, idealerweise über eine EDV-basierte Datenbank erfolgen. Analog zum Auftreten eines Fehlers werden auch abgeschlossene Maßnahmen auf Standardformularen mit Vorgehensweise und Grad des Erfolgs dokumentiert. Weiterhin werden Maßnahmen zur Fehlerbehebung anhand von Kennzahlen beschrieben, mit Hilfe derer die Entwicklung des Fehlermanagementprozesses über einen längeren Zeitraum beschrieben werden kann.

Ein weiterer wichtiger Schritt in der Aufnahme der Ist-Situation besteht in der Erfassung der mit den Fehlern verbundenen Kosten, die gesamtheitlich als Fehlerkosten bezeichnet werden. Die Fehlerkosten sind dabei untergliedert nach Prüfkosten, Fehlervermeidungskosten und Fehlerfolgekosten. Zusammen ergeben sich aus den Kostenarten die im Unternehmen anfallenden qualitätsbezogenen Kosten.

### **Soll-Situation ermitteln**

Dieser Teilprozessschritt beinhaltet die im Unternehmen hinsichtlich des Fehlermanagements und der Maßnahmen festgelegten Ziele. Mögliche Ziele bestehen darin, einen Kennwert zu erreichen, sowie einen definierten Zustand herzustellen bzw. abzustellen. Die Definition der Maßnahmenziele sollte so genau wie möglich erfolgen.

Der Soll-Zustand orientiert sich idealerweise an den Bedürfnissen des Kunden. Eine weitere Möglichkeit der Definition besteht im Benchmarking, sowohl mit der Konkurrenz aus dem eigenen Marktsegment, als auch mit anderen führenden Unternehmen, die über vergleichbare Prozesse, wenn auch ggf. mit anderen Anforderungen, verfügen.

### **Soll/Ist-Vergleich**

Nach Abschluss der Bestandsaufnahme wird ein Vergleich zwischen Soll- und Ist-Zustand durchgeführt. Ergeben sich daraus Abweichungen, so müssen diese durch Korrekturmaßnahmen behoben werden. Der Soll/Ist-Vergleich wird im Sinne des KVP regelmäßig durchgeführt, auch ohne dass ein konkreter Anlass dazu besteht.

### **Ergebnis interpretieren**

Dem Soll/Ist-Vergleich schließt sich die Interpretation der Ergebnisse an, also die Bewertung der Abweichungen. Entweder stimmt der Soll-Zustand mit dem Ist-Zustand überein, dann wird dies in einem Bericht vermerkt und es folgt keine weitere Aktion. Sind die Abweichungen nicht mehr tolerierbar, so müssen Maßnahmen festgelegt werden, die eine Verbesserung zur Folge haben. Diese Maßnahmen werden schon während der Umsetzung, z.B. durch Audits, auf ihre Wirksamkeit hin überprüft.

Der gesamte Hauptprozess Controlling ist als Regelkreis anzusehen, in dem in wiederkehrenden Schleifen dieselbe Vorgehensweise immer wieder durchlaufen wird.

## **4.2.8 Mitarbeitermotivation und -qualifikation**

Die Mitarbeiter eines Unternehmens konzeptionieren bzw. führen die operativen Tätigkeiten zur Beseitigung von Fehlern durch. Der Erfolg der getroffenen Maßnahmen hängt entscheidend von der Motivation und Qualifikation der Mitarbeiter ab. Dementsprechend sollte ein Hauptanliegen des Unternehmens darin bestehen, seine Mitarbeiter für die Aufgabe zu befähigen und von der Wichtigkeit zu überzeugen. Im Wesentlichen müssen die Mitarbeiter über Erfolg oder Misserfolg der durchgeführten Maßnahmen und den aktuellen Stand des Problems unterrichtet werden. Dadurch wird der Fehlermanagementprozess transparenter und leichter verständlich. Der Mitarbeiter kann nun seine Arbeit im Gesamtprozess des Fehlermanagementprozesses lokalisieren und wird sich ihrer Wichtigkeit bewusst. Das bewirkt eine Erhöhung der Arbeitsmotivation. Darüberhinaus werden anhand der Fehlerbewertung und der Fehlerschwerpunkte die Ausbildungsinhalte an die Anforderungen des FM-Prozesses angepasst, was zu einer Steigerung der Mitarbeiterqualifikation und Verbesserung des Fehlermanagements führt.

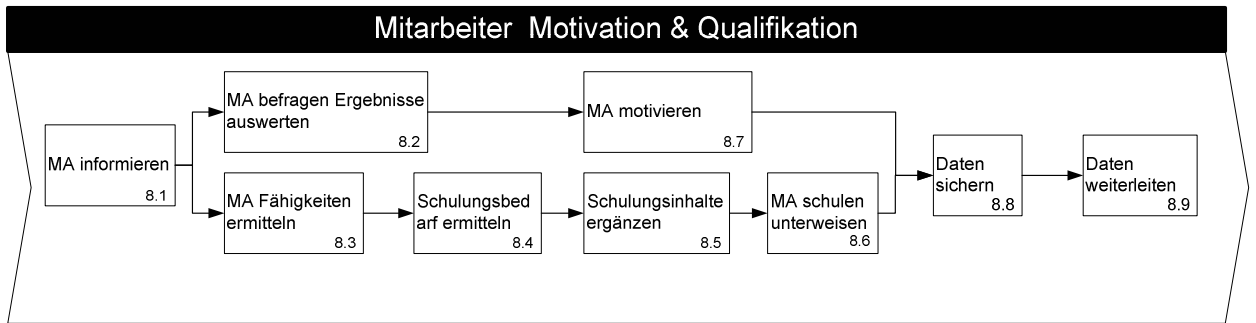


Bild 4-12: Prozess „Mitarbeiter Motivation und Qualifikation“

### Mitarbeiter befragen, Ergebnisse auswerten

Bei der Umsetzung von Maßnahmen werden die Mitarbeiter eng in den Prozess eingebunden, indem sie ihre Erfahrungen aus bisherigen Maßnahmen einbringen können. Die Kenntnisse und möglichen Verbesserungsvorschläge müssen im weiteren Verlauf umgesetzt werden. Als Plattform bieten sich Workshops an, in denen Mitarbeiter aus betroffenen Bereichen zusammenkommen.

### Fähigkeiten der Mitarbeiter ermitteln

Im Rahmen der Analyse der Ist-Situation müssen die Fähigkeiten der Mitarbeiter ermittelt werden. Mit Hilfe einer Qualifikationsmatrix, in der die Qualifikationen der Mitarbeiter dokumentiert sind, lässt sich einschätzen, welche Fähigkeiten ein Mitarbeiter besitzt.

### Schulungsbedarf ermitteln

Aus dem Soll/Ist-Vergleich der Anforderungen des Arbeitsplatzes sowie der Qualifikation des Mitarbeiters, ergibt sich bei Abweichungen ein Schulungsbedarf. So wird geprüft, ob bestimmte Fehler durch geeignete Schulungen der Mitarbeiter vermieden werden können. Außerdem ist der Schulungsbedarf der Mitarbeiter systematisch zu erfassen und zu planen, so dass die Mitarbeiter geeignete Fehlervermeidungsmaßnahmen selbstständig durchführen können.

Eine Grundvoraussetzung besteht im Vorhandensein eines unternehmensübergreifenden Qualitätsbewusstseins. Die Mitarbeiter müssen für Fehlervermeidung und Qualität sensibilisiert und motiviert werden. Mögliche Maßnahmen dazu werden im Teilprozessschritt „Mitarbeitermotivation“ erläutert.

### Schulungsinhalte ergänzen

Die Wirksamkeit und Notwendigkeit von vorhandenen Schulungen müssen regelmäßig auf Aktualität und Inhalt überprüft werden. Liegen Änderungen in den Anforderungen vor, so muss auf die neue Situation auch schulungstechnisch reagiert werden.

### Mitarbeiter schulen

Je komplexer Maßnahmen, Methoden und Prozesse zur Fehlervermeidung bzw. -beseitigung sind, desto höher ist auch der Schulungsaufwand der Mitarbeiter, die mit den komplexen Systemen umgehen müssen. So darf beispielsweise die Bedienung bestimmter Softwaresysteme zum Fehlermanagement, wie zum Beispiel Work-Flow-Management-Systeme

(WFMS), keine Schwierigkeiten bereiten. Mitarbeiter müssen im Umgang mit diesen Systemen geschult werden, wobei auf eine Anpassung an die jeweiligen Anforderungen zu achten ist.

### **Mitarbeitermotivation**

Erfahrungsgemäß stoßen neue Maßnahmen und Strategien bei 80% der Mitarbeiter auf Ablehnung, unabhängig davon, ob diese nun sinnvoll sind oder nicht /Pfei93d/. Da aber den Mitarbeitern bei der Umsetzung der Maßnahmen eine entscheidende Rolle zukommt, muss diesen Akzeptanzproblemen aktiv begegnet werden. Der erste Schritt besteht sicherlich in der Information und Schulung der Mitarbeiter, um so die Vorteile und die Notwendigkeit des Fehlermanagementprozesses darzulegen. Weiterhin erfolgt bereits in einer frühen Projektphase die Einbindung der Mitarbeiter, um diese am Prozess zu beteiligen, indem sie ihre Erfahrungen und Kenntnisse einbringen können.

Möglichkeiten, die Akzeptanz im Unternehmen zu steigern, bestehen beispielsweise in der Einrichtung eines betrieblichen Vorschlagswesens mit Prämien für Verbesserungsvorschläge oder der Auszeichnung z.B. zum „Mitarbeiter des Monats“.

## 5 Methodenunterstützung des Modells

Trotz der positiven Effekte, die aus dem Einsatz von Qualitätsmanagementmethoden zu erwarten sind, existiert keine flächendeckende Verbreitung dieser Methoden (LESMEISTER, 2001). Dies belegen Umfragen des WZL der RWTH Aachen, die als Grund für den mangelnden Methodeneinsatz dessen fehlende Problemorientierung sehen. Zudem wird die Beurteilung, welches Verfahren für eine konkrete Problemstellung anzuwenden ist, wegen der hohen Methodenkomplexität als sehr schwierig eingestuft. Ein weiterer Grund für die negative Haltung gegenüber dem Methodeneinsatz besteht in schlechten Ersterfahrungen des Anwenders im Umgang mit den Methoden.

Nachdem im Abschnitt 2.2 die Methoden, die in der vorliegenden Arbeit verwendet werden, erläutert und beschrieben wurden, sind im Abschnitt 5.1 die Forderungen an einen effizienten und wirkungsvollen Methodeneinsatz definiert, und der sich daraus ableitende Handlungsbedarf vorgestellt. Auf Basis dieser Forderungen wird ein Konzept für die Methodenkonfiguration eingeführt. Die Anpassung und Modularisierung der Methoden auf den FM-Prozess erfolgt in Abschnitt 5.2.

### 5.1 Systematik

Wie in den bisherigen Ausführungen der Arbeit gezeigt, wurden acht Hauptprozesse mit entsprechenden Teilprozessen für einen Fehlermanagementprozess identifiziert. Im folgenden Abschnitt sollen zunächst Forderungen an einen effizienten und wirkungsvollen Methodeneinsatz definiert, und der sich daraus ableitende Handlungsbedarf vorgestellt werden. Auf Basis der Forderungen wird ein Konzept für die Methodenkonfiguration eingeführt.

Ausgehend von der Analyse der in der Literatur beschriebenen Ansätze, soll die verwendete Systematik vorgestellt werden. Ziel dabei ist es, eine durchgängige, methodische Unterstützung des Fehlermanagement-Prozesses zu erreichen.

#### 5.1.1 Forderungen an den Methodeneinsatz

Im Rahmen der Umsetzung ergeben sich aufgrund bestimmter Randbedingungen Anforderungen, die zu erfüllen sind, um die Funktionalität und Handhabbarkeit des Modells zu gewährleisten. So müssen sämtliche Tätigkeiten auf die Erreichung festgelegter Ziele ausgerichtet werden, um einen effizienten und wirkungsvollen Methodeneinsatz zu gewährleisten (HEILIGER 2003, S. 42). Das Ziel besteht im vorliegenden Abschnitt in der Implementierung einer methodischen Unterstützung, die hilft, Fehler nachhaltig zu beseitigen. Dabei sollte die Bedienbarkeit der Methoden auch für Nicht-Spezialisten möglich sein, also nach Möglichkeit kein explizites Expertenwissen verlangen, und dennoch im hohen Maße leistungsfähig sein. In der Literatur treten in anderen Anwendungsfällen analoge Problemstellungen auf, die an dieser Stelle diskutiert werden sollen, um mögliche Synergien für den Einsatz beim Fehlermanagement nutzen zu können.

Nach KEUNECKE (KEUNECKE 2004) bestehen die Hauptdefizite des Methodeneinsatzes im Prozessmanagement in der Überwindung der Widersprüche „hoher Komplexitäts-/Abstraktionsgrad“, sowie „mangelnde Problemorientierung“. Die Überwindung dieses



Widerspruchs kann mit Hilfe von vier identifizierten Strategien erreicht werden. Ausgehend von bestehenden Methoden kann eine Optimierung der inhaltlichen *Erweiterung* und der *Kombination* konventioneller Methoden erfolgen. Diese Vorgehensweisen ermöglichen eine inkrementelle Verbesserung. Ein wesentlich radikalerer und tiefgreifenderer Ansatz besteht in der *Adaption* von Methoden aus anderen Disziplinen und somit einer Erweiterung des bestehenden Spektrums von QM-Methoden, und in der *Modularisierung* von Methoden mit dem Ziel der Vereinfachung und einer stärkeren Problemorientierung. Neben den vier genannten Formen sind auch beliebige Mischformen denkbar.

Um diese Ansätze verwirklichen zu können, gilt es, gewisse Rahmenbedingungen zu beachten. Der Einsatz von Methoden legt nahe, dass strukturiert und geplant vorgegangen wird. Genauer bedeutet dies, dass künftige Aktionen in Form von Prozessen „geistig“ modelliert werden, d.h. dass nachfolgende Prozessschritte noch vor dem Eintreten in den Prozessablauf vorausgedacht werden.

Der Einsatz von Methoden, unter anderem aus dem Bereich des Qualitätsmanagements, bedeutet, dass ein prozessorientierter Ablauf der einzelnen Aktivitäten erfolgt und diese untereinander vernetzt sind. Daher ist in einem komplexen System wie dem Fehlermanagement davon auszugehen, dass die Forderung, die richtigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt, in der richtigen Menge und an den richtigen Betroffenen weiterzuleiten (Paradigma der Informationstechnologie), ein leistungsfähiges informationstechnisches Konzept erfordert. Durch die Kombination verschiedener Methoden wird eine individuelle Anpassung an eine konkrete Problemstellung ermöglicht (HEILIGER, 2003, S. 42). Dieses Vorgehen zieht im Regelfall einen hohen Aufwand in der Erstellung der Module nach sich und erfordert eine große Sorgfalt in der Definition von Schnittstellen, um ein reibungsloses Zusammenspiel zu gewährleisten (GÖPFERT 1998). Das Zusammenwirken von modularen und integralen Bestandteilen in einer Prozessarchitektur wird als ideal angesehen (CORNET 2002).

Der Ansatz der Modularisierung wurde auch am WZL der RWTH Aachen bei der Entwicklung der IPO-Systematik verwendet. Zu den fünf verwendeten Prozessschritten wurde die methodische Unterstützung der Systematik über eine Modularisierung klassischer QM-Methoden und Prozessmanagementkonzepten erreicht (TILLMANN 2003, S. 19).

Eine grundsätzliche Vorgehensweise zur Überwindung des Konfliktes der mangelnden Problemorientierung, also eine exaktere Zuordnung von Methode und Problem, kann nach KEUNECKE (KEUNECKE 2004) in einer schrittweisen Detaillierung erfolgen (Bild 5-1).

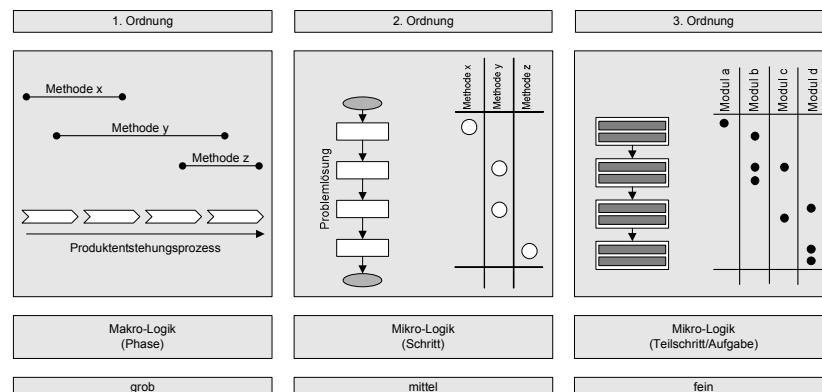


Bild 5-1: Systematik der Zuordnung von Methoden zu Problemlösungsphasen (KEUNECKE 2004)

Im ersten Schritt werden die Methoden in einem groben Rahmen einzelnen Phasen zugeordnet. Empfehlenswert ist diese Einteilung bei großen Projekten. Im zweiten Schritt werden Methoden den konkreten Elementen der Problemlösung zugeordnet. Dabei tritt die Schwierigkeit auf, dass sich komplexe Methoden nicht spezifisch auf ein Problem anwenden lassen. Ebenfalls problematisch in diesem Zusammenhang ist, dass der Anwender aufgrund der Komplexität einzelner Werkzeuge nicht die erhoffte Unterstützung erfährt, und er daher die eingesetzten Methoden nicht effektiv nutzen kann. Der dritte Schritt besteht in einer Modularisierung komplexer Methoden, die sich aus den Ansätzen der ersten und zweiten Ordnung ergibt. Die Phase dient der Aufbereitung der Methodenbestandteile in Module, die für eine konkrete Problemlösung verwendet werden können.

Im Gegensatz zu der Optimierung lokaler Probleme weist GOLDRATT in der von ihm entwickelten TOC-Systematik auf die Notwendigkeit hin, bei sämtlichen Optimierungsprozessen den Wirkungsgrad des Gesamtsystems im Fokus zu behalten, da sich dieser nicht aus den Wirkungsgraden der Einzelsysteme zusammensetzt. So kann die Steigerung des Wirkungsgrades an einer Stelle durchaus eine Verschlechterung des Gesamtsystems zur Folge haben (WEIDNER 1992, S. 51). Die im Rahmen der Theory of Constraints entwickelte Vorgehensweise bei der Optimierung von Prozessketten wurde detailliert in Kapitel 2.2.2 vorgestellt.

Der Vergleich unterschiedlicher Vorgehensweisen und Ansätze zeigt im Wesentlichen, dass für eine wirkungsvolle methodische Unterstützung Konzepte vorhanden sind, die sich grundsätzlich in ähnliche Richtungen bewegen. So scheint eine Komplexitätsreduzierung durch Modularisierung von Methoden ein zielführendes Konzept zu sein.

Weiterhin muss eine sinnvolle Verknüpfung der ausgewählten Methoden erfolgen. Das Ziel für den vorliegenden Abschnitt besteht darin, aus den bisher genannten Optimierungsstrategien und Lösungsansätzen eine Strategie abzuleiten, mit der eine ganzheitliche Optimierung des Fehlermanagementprozesses erreicht wird.

Nachfolgend werden die sich aus den eingangs genannten Ausführungen ergebenden Ableitungen dargestellt.

#### **5.1.1.1 Methodenauswahl**

Heutzutage steht eine Vielzahl von Methoden zur Verfügung. So existieren neben den sieben Qualitätswerkzeugen (Ishikawa-Diagramm, Fehlersammelliste, Histogramm etc.), den Managementwerkzeugen (Affinitätsdiagramm, Relationendiagramm, Baumdiagramm etc.) diverse QM-Methoden. Beschränkt sich die Auswahl der Methoden nicht nur auf den Bereich des Qualitätswesens, sondern wird sie auf andere Fachbereiche erweitert, so findet sich ein breites Spektrum von potentiell einsetzbaren Methoden. Die Adaption von Werkzeugen anderer Fachbereiche kam bereits in verschiedenen Arbeiten zum Einsatz. So wurden für die Erstellung eines Instrumentariums zur Beseitigung von menschlichen Fehlereinflüssen Werkzeuge der Arbeitswissenschaften eingesetzt (FRIELING 2003, S. 8ff).

Neben der Vielzahl von Methoden kommt erschwerend hinzu, dass starke Überschneidungen in den erzielten Resultaten stattfinden. So gibt es beispielsweise für die Analyse von Fehlerursachen diverse Methoden, die ähnliche Ergebnisse liefern. Der Unterschied liegt in der

Leistungsfähigkeit und dementsprechend in der Güte der erzielten Ergebnisse. Das sich abzeichnende Spannungsfeld besteht darin, dass komplexe und aufwendige Methoden sehr gute Ergebnisse liefern und daher auch für das Fehlermanagement eingesetzt werden sollen. Diese Methoden erfordern jedoch aufgrund der komplexen Anwendung, neben weitreichender Planung und frühzeitigem Einbeziehen der Mitarbeiter, einen hohen Zeitaufwand.

Es gilt daher die Fragestellung zu klären, welche Funktion in dem entsprechenden Prozessschritt unterstützt werden soll, und welche Methode bei der Umsetzung eingesetzt werden kann, so dass eine wirkungsvolle und maßgeschneiderte Unterstützung gewährleistet wird.

### 5.1.1.2 Komplexitätsreduzierung

Die Forderung nach einer leicht zu bedienenden, gleichzeitig aber sehr leistungsfähigen methodischen Unterstützung, birgt in sich einen Widerspruch. So liefert beispielsweise bei fachgerechter Anwendung die Methode FMEA hervorragende Ergebnisse, ist jedoch aufgrund ihrer Komplexität sehr aufwendig und erfordert ein hohes Maß an Fachwissen und betrieblichen Ressourcen. Gerade aber in kleinen und mittelständischen Unternehmen sind diese Voraussetzungen zur Durchführung unter Umständen nicht vorhanden, so dass sich ein Konflikt zwischen der Komplexität der Methoden und deren Handhabbarkeit ergibt, den es zu lösen gilt. Die sich aus diesem Konflikt ergebende Forderung besteht in der deutlichen Komplexitätsreduzierung der eingesetzten Methoden für den Fehlermanagementprozess, bei nahezu gleicher Leistungsfähigkeit.

### 5.1.1.3 Verknüpfung der Methoden

Eine weitere sich aus den ersten beiden Forderungen ergebende Anforderung an das Modell besteht in der sinnvollen Verknüpfung der einzelnen Methoden zu einer ganzheitlichen Methodik für das Fehlermanagement. Dies ist unabdingbar, um einen durchgängigen Ablauf zu erreichen und die Ergebnisse der Methoden nutzen zu können, die in vorigen Prozessschritten eingesetzt wurden. Bei der Auswahl der Methoden sollte die Möglichkeit einer späteren Vernetzung bereits in Betracht gezogen werden, um einen durchgängigen Ablauf des Methodeneinsatzes zu realisieren. Der Idealfall der Methodenunterstützung kann anschaulich mit einer Kette verglichen werden (Bild 5-2). Dieses Vorgehen ist angelegt an die IVO-Systematik (Input-Verarbeitung-Output). „Input“ bezeichnet dabei diejenigen Informationen, die nötig sind, um ein Methodenmodul zu nutzen. „Output“ kennzeichnet die durch den Einsatz der Module gewonnenen Informationen (JÖBSTL, 1999, S. 41).

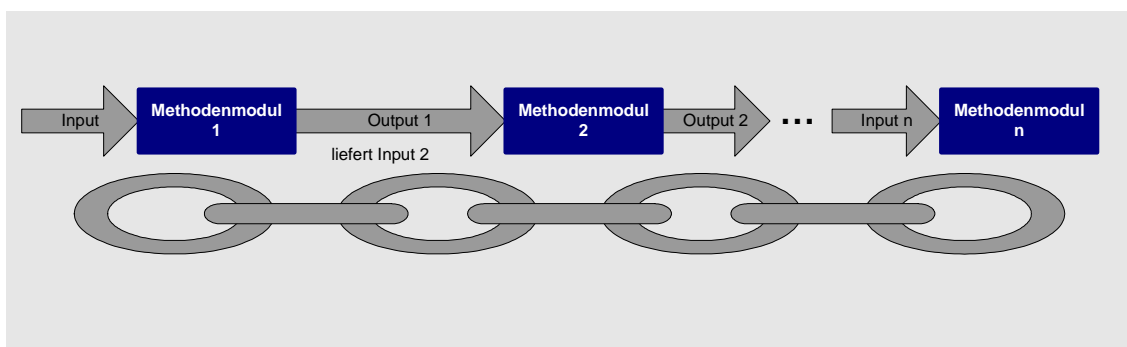


Bild 5-2: gewünschter Zielzustand der Modulverknüpfung

### **5.1.2 Ableitung des Handlungsbedarfes**

Aus den Anforderungen an das Fehlermanagementmodell leitet sich direkt Handlungsbedarf ab, den es umzusetzen gilt. Um den Fehlermanagement-Prozess optimal methodisch unterstützen zu können, muss eine Auswahl von grundsätzlich geeigneten Methoden stattfinden. Gleichmaßen ergibt sich aus Gründen der Handhabbarkeit, dass der Anwendungsaufwand bei ähnlichem Leistungsniveau der Methoden reduziert werden muss. Ferner folgt direkt aus der Forderung einer sinnvollen Verknüpfung der Methoden der Handlungsbedarf nach der Identifikation von Schnittstellen zwischen den Methoden.

Bei der Realisierung bietet sich eine an KEUNECKE (KEUNECKE 2004) angelehnte Vorgehensweise an, die eine sukzessive Detaillierung des Lösungsweges beinhaltet. So sollen für den Fall des Fehlermanagements in einer ersten Stufe die verwendeten Methoden festgelegt und den einzelnen Hauptprozessen zugeordnet werden. Im zweiten Schritt erfolgt die Eingrenzung der verwendeten Methoden sowie deren Anpassung an die Bedürfnisse des Fehlermanagements. Im abschließenden dritten Schritt werden die Methoden sowohl innerhalb der gebildeten Module als auch prozessübergreifend verknüpft.

Im Folgenden soll der aus den Forderungen an das Modell abgeleitete Handlungsbedarf detailliert erläutert werden.

#### **5.1.2.1 Zuordnung der Methoden**

In Bezug auf die vorliegende Arbeit besteht die erste Forderung in der Auswahl geeigneter Methoden und deren Zuordnung zu den entsprechenden Hauptprozessen. Das Ziel besteht dabei in der Bildung von Modulen, die inhaltlich den entsprechenden Hauptprozess unterstützen. Zu jedem Prozessschritt wird eine Analyse durchgeführt, die beinhaltet, was erreicht werden soll. Dementsprechend erfolgt die Auswahl der Werkzeuge.

Der erste Schritt bei der Implementierung der Methoden in den Fehlermanagement-Prozess besteht in der Auswahl geeigneter Werkzeuge. Wie bereits erwähnt, soll bei der Auswahl der Methoden eine anforderungsgerechte Selektion erfolgen. Durch diesen Ansatz beschränkt sich die Auswahl der Methoden nicht nur auf diejenigen, die aus dem Qualitätsmanagement bekannt sind. Vielmehr rücken durch die vorgenommene Bedarfsanalyse auch Methoden anderer Bereiche ins Blickfeld. So sei an dieser Stelle die TRIZ-Methodik erwähnt, die ihren Ursprung als starkes Werkzeug zur Lösungsfindung im Bereich der Entwicklung hat, sowie die Theory of Constraints, die ursprünglich der Prozesskettenoptimierung entstammt.

Zu jedem Hauptprozess soll ein korrelierendes Methodenmodul gebildet werden, welches den Prozessschritt unterstützt (Bild 5-3).

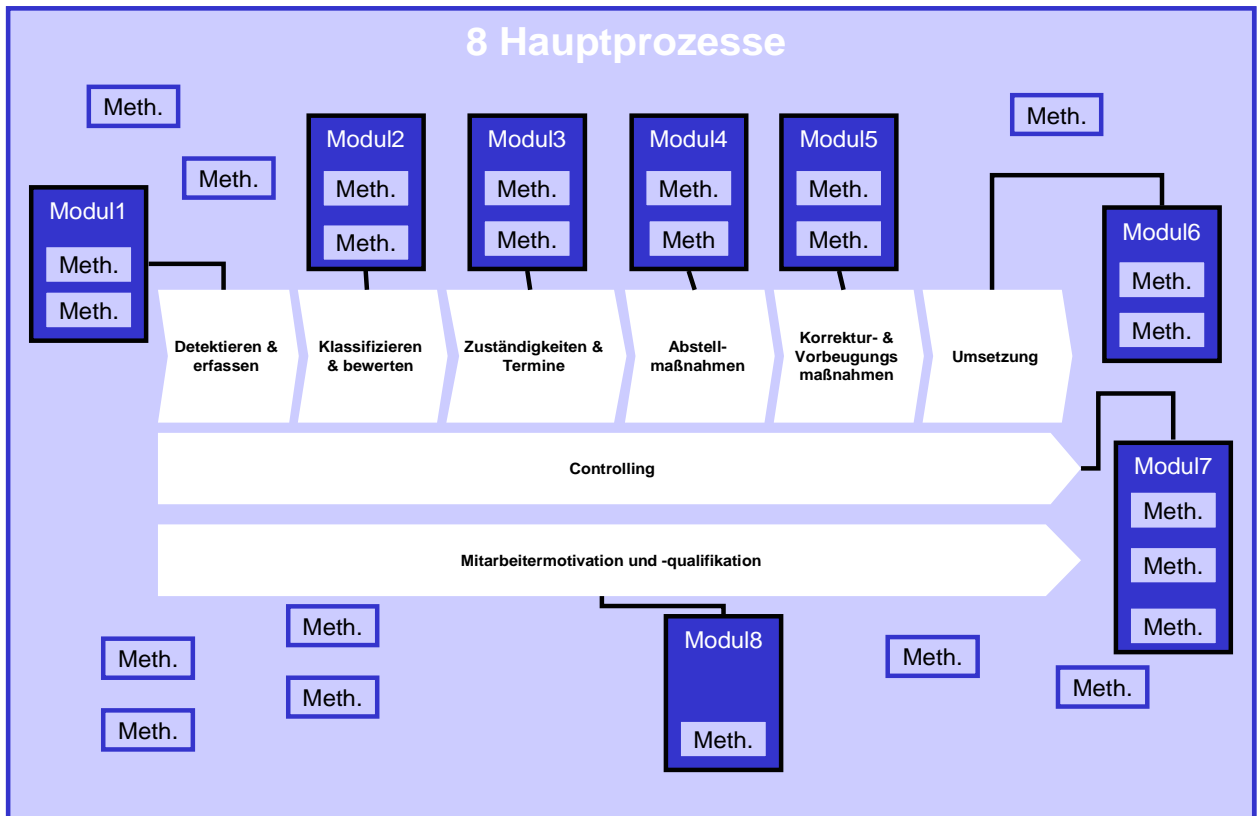


Bild 5-3: Prinzip der Modulbildung

Es sollen dabei Methoden zum Einsatz kommen, die Ergebnisse hoher Güte liefern, da im Rahmen dieser Arbeit eine leistungsfähige Unterstützung für den Fehlermanagementprozess realisiert werden soll, die in der Lage ist, schwerwiegende Fehler zu beseitigen.

### 5.1.2.2 Modularisierung der Methoden

Aus der Forderung, nur leistungsfähige Werkzeuge und Methoden einzusetzen, ergibt sich die Problematik, dass komplexe Methoden zum Einsatz kommen. Um nun bei vertretbarem Aufwand dennoch möglichst effizient und schnell Ergebnisse zu erhalten, muss die Forderung der Komplexitätsreduktion erfüllt werden. Dies wird erreicht, indem komplexe Methoden in funktionale Bausteine zerlegt werden, so dass nur die Elemente verwendet werden, die man für das jeweilige Modul benötigt. Dies ermöglicht eine schnelle und zielorientierte Ergebnissfindung und erhöht dabei die Akzeptanz der Nutzung dieser Methoden bei den Mitarbeitern. Durch diese Vorgehensweise wird der Schwerpunkt auf einen problemorientierten Prozess gelegt (HEILIGER 2003, S. 47). In Analogie zu den in der Literatur diskutierten Konzepten scheint es sinnvoll, diese für die Lösung des Widerspruchs einzusetzen.

Dieser Ansatz der Modularisierung wird in vielen Veröffentlichungen als ein Schlüssel für eine sprunghafte Verbesserung gesehen (vgl. TILLMANN, KEUNECKE, HEILIGER etc.). Der Einsatz dieses Instrumentariums verfolgt das Ziel, bei gleichbleibender Güte der Ergebnisse den Grad des einzusetzenden Fachwissens zu reduzieren, und dadurch bei den Mitarbeitern die Hemmschwelle abzubauen, die Methodik einzusetzen. Neben der Reduktion des Arbeitsaufwandes bei der Durchführung lässt sich ein größerer Mitarbeiterkreis in die Umsetzung einbeziehen, was sowohl deren Motivation erhöht, als auch neue Potentiale zur Lösungsfindung erschließt, da ein größerer Personenkreis einbezogen wird.

### 5.1.2.3 Identifikation von Schnittstellen

Nachdem eine Auswahl der Methoden getroffen wurde und diese nach den benötigten Funktionen getrennt wurden, bleibt in dem abschließenden Schritt die Identifikation von Schnittstellen. Dieses Vorgehen findet sowohl innerhalb der Module, als auch zwischen den einzelnen Prozessschritten statt. Ziel dieses Prozesses besteht in der Generierung einer durchgängigen Methodik, so dass die einzelnen Hauptprozesse derart miteinander verknüpft werden, dass die Ergebnisse eines vorangegangenen Methodenmoduls Input für das nächste liefern, und so ein stringenter Prozess mit hoher Transparenz geschaffen wird.

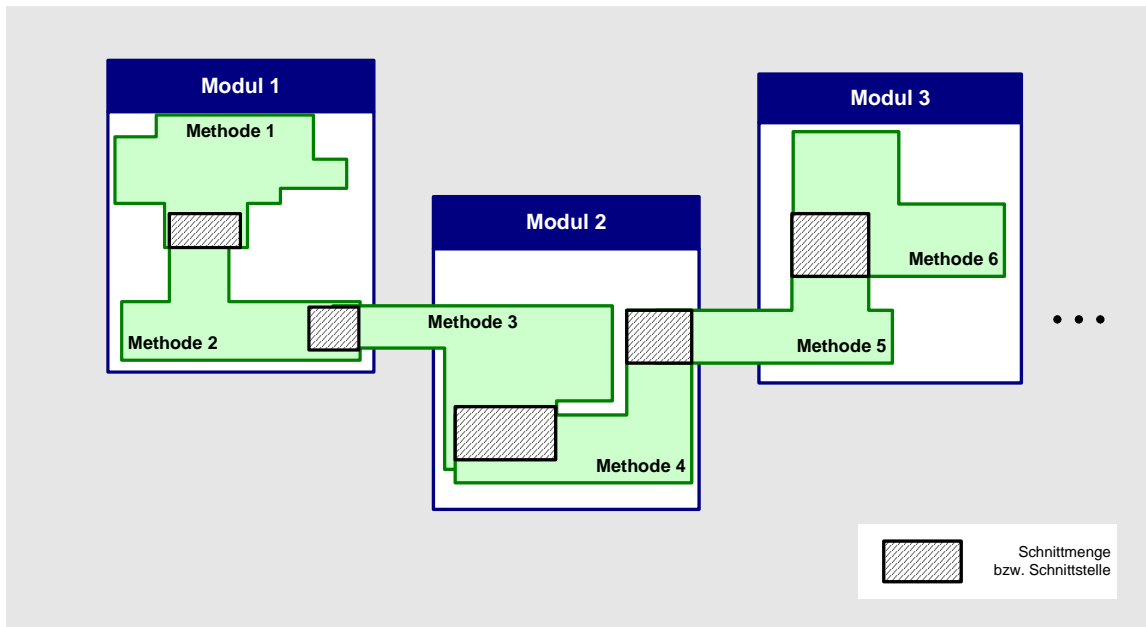


Bild 5-4: Verknüpfung der Module und Methoden

Um ein durchgängiges Prozessmodell zu generieren, müssen die Verbindungen zwischen den Modulen identifiziert werden. Dieser Schritt kann als der wichtigste überhaupt angesehen werden, da erst durch die Verknüpfung ein ganzheitlicher Zusammenhang und Nutzen erzeugt werden kann. Anschaulich dargestellt wird die Verknüpfung von Methoden bzw. Modulen in Bild 5-4.

### 5.1.2.4 Zusammenfassung

In Bild 5-5 sind die drei Forderungen, die an das Prozessmodell zur Methodenunterstützung des Fehlermanagements gestellt werden, zusammengefasst. Der korrespondierende Handlungsbedarf ergibt sich direkt aus diesen Forderungen. Die konkrete Umsetzung für den Fehlermanagementprozess wird im anschließenden Kapitel vorgenommen.

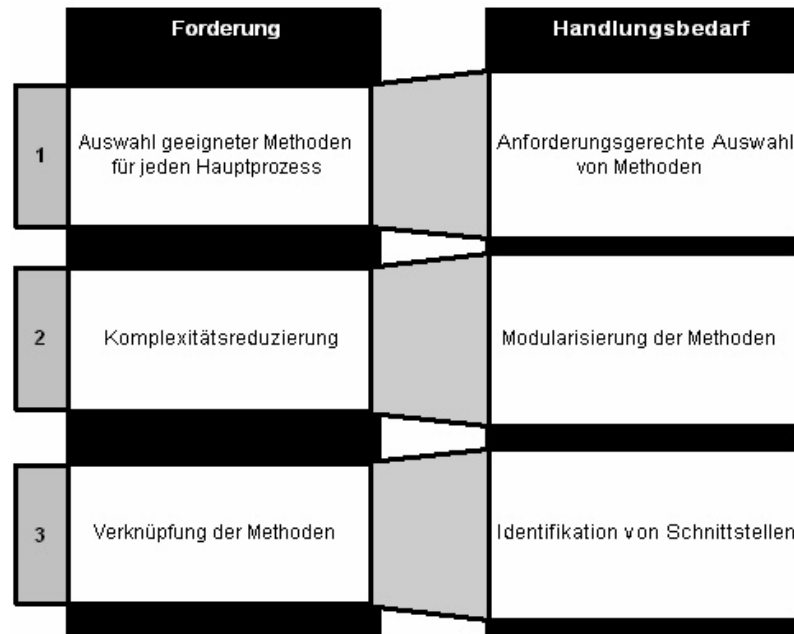


Bild 5-5: Umzusetzende Forderungen mit korrespondierendem Handlungsbedarf (vgl. HEILIGER 2003)

## 5.2 Implementierung in den Fehlermanagementprozess

Das im vorigen Abschnitt dargelegte Konzept sowie die ermittelten Handlungsbedürfnisse werden im folgenden Abschnitt umgesetzt und konkret auf das Referenzmodell des Fehlermanagements übertragen.

### 5.2.1 Auswahl der Methoden

Das grundsätzliche Ziel dieses Schrittes besteht in der Auswahl der Methoden und deren Zuordnung zu den jeweiligen Teilprozessen. Die Zuordnung der Methoden erfolgt hinsichtlich des Ziels, schwerwiegende Fehler zu beseitigen. Daher werden Methoden ausgesucht, die im ersten Schritt eine Priorisierung des Fehlers ermöglichen, und im weiteren Verlauf „starke“ Werkzeuge bereitstellen, damit auch die gravierendsten Fehler nachhaltig abgestellt werden können. Sofern die Methoden nicht bereits in Abschnitt 2.2 genauer erläutert wurden, erfolgt dieser Schritt im folgenden Teil der Arbeit.

#### 5.2.1.1 Fehler detektieren und erfassen

Das auslösende Ereignis des FM-Prozesses besteht im Erkennen einer unzulässigen Abweichung. Die Entdeckung des Fehlers resultiert in der Regel aus dem Ergebnis einer Prüfung, die entweder am fertigen Produkt oder einer Produktkomponente durchgeführt wird. Je nach Art des Produktes, des damit verbundenen Aufwandes und diverser anderer Faktoren, kann eine 100-Prozent-Prüfung oder aber nur eine Sortierprüfung (mit beliebigem Stichprobenumfang) durchgeführt werden.

Wichtig nach dem Auftreten des Fehlers ist dessen vollständige Erfassung mit allen zugehörigen Details. Für die Erfassung bieten sich Standardformulare an, die die sechs „W-

Fragen“ beantworten. Für eine einfache Schwerpunktbildung ist der Einsatz von *Fehlersammellisten* (FSL) sinnvoll. Eine FSL dient der rationellen Erfassung und übersichtlichen Darstellung von Fehlerdaten. Beispielsweise werden Fehleranzahl, Fehlerart oder Anzahl fehlerhafter Produkte erfasst.

Generell sollte eine Fehlererfassung EDV-basiert erfolgen, um einen späteren Zugriff zu erleichtern und Fehlerdaten systematisch auswerten zu können. Die FSL kann immer da sinnvoll eingesetzt werden, wo keine direkte Eingabe in ein EDV-System möglich ist (z.B. Maschinenarbeitsplatz). Eine anschließende Übertragung der Daten der papierbasierten FSL in das EDV-System muss gewährleistet sein.

Eine andere Möglichkeit, Abweichungen frühzeitig zu erkennen, besteht im Einsatz von SPC (Statistical Process Control). Dies setzt einen hohen Entwicklungsstand des QM-Systems voraus. Durch die Festlegung einer oberen und unteren Eingriffsgrenze (vgl. Abschnitt 2.2.6) lässt sich der Zeitpunkt ermitteln, an dem fehlerhafte Teile produziert werden. Diese Erfassungsmethode dient der Erkennung von Trends, also sich langsam ändernden Abweichungen, wie sie beispielsweise durch Verschleißerscheinungen hervorgerufen werden.

Unabhängig davon, wie die Daten aufgenommen werden, sollten diese in einer computergestützten Datenbank archiviert werden, um eine spätere Auswertung zu erleichtern. Die sorgfältige Fehlererfassung ist die Voraussetzung für eine wirksame Fehlerbeseitigung.

#### **5.2.1.2 Fehler klassifizieren**

Für den zweiten Hauptprozess gilt es Methoden zu finden, die eine Klassifizierung und Bewertung des aufgetretenen Fehlers ermöglichen. Insbesondere der Fall des unbekanntem Fehlers ist dabei zu betrachten, da bereits aufgetretene Fehler aufgrund des vorhandenen Erfahrungswissens schnell einzuteilen sind und keine eingehendere Klassifizierung benötigen.

Ein gutes Instrument für eine grobe Einteilung der Fehler ist die ABC-Analyse, die auf dem Pareto-Prinzip basiert. Übertragen auf das Fehlermanagement besagt dieses, dass 20 Prozent der Fehler, 80 Prozent der Fehlerfolgen verursachen. Mit Hilfe der vorliegenden Fehlerdaten und ggf. eines Expertenteams lassen sich die sogenannten A-Fehler identifizieren, so dass eine erste Abschätzung der bedeutendsten Fehler vorliegt.

Eine weitere Methode ist die FMEA, die ebenfalls eine Einteilung der Fehler vornimmt. Im Gegensatz zur ABC-Analyse, die eine relativ grobe Analyseform darstellt, liefert die FMEA in Form einer Risikoprioritätszahl ein genau quantifizierbares Ergebnis. Eine mögliche Verknüpfung der Methoden wird bei der Umsetzung des dritten Handlungsbedarfes betrachtet.

#### **5.2.1.3 Zuständigkeiten**

Für den Hauptprozess „Zuständigkeiten“ lassen sich keine bzw. nur schwer Methoden finden. Aufgrund des organisatorischen Charakters erfolgt hier keine Weiterverarbeitung von Fehlerdaten, so dass daher eine methodische Unterstützung nicht zu realisieren ist. Eine mögliche Unterstützung besteht im Einsatz von Ablaufplänen und Netzdiagrammen, um den Prozess zu visualisieren. Die zuständigen Mitarbeiter können ferner mit Hilfe der Aufbauorganisation identifiziert werden.



#### 5.2.1.4 Abstellmaßnahmen

Der Hauptprozessschritt „Abstellmaßnahmen“ dient der kurzfristigen Beseitigung von Fehlern. So werden fehlerhafte Einheiten in Sperrlager überführt und danach wird entschieden, ob die Teile zur Nacharbeit, als Ausschuss oder als Sonderfreigabe weitergegeben werden. Diese unmittelbaren Aktionen bieten keine Möglichkeit der methodischen Unterstützung. Interessant sind in dieser Hinsicht die Teilprozessschritte „Fehlerfolge ermitteln“ und „Fehlerfolge eliminieren“.

Ein QM-Werkzeug, mit dem Fehlerfolgen aufgezeigt werden können, ist die Ereignisablaufanalyse. Ausgehend von einem Ereignis, in diesem Fall einem Fehler, werden in einer Baumstruktur alle möglichen Folgen betrachtet und mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit verknüpft. Das Ergebnis der Ereignisablaufanalyse besteht im Aufzeigen aller möglichen Folgen eines Fehlerereignisses über die Systemgrenzen hinweg, wie beispielsweise bestimmte Produktionsbereiche, Abteilungen oder Werke. Die Ereignisablaufanalyse scheint daher ein passendes Werkzeug zu sein, um diese Teilprozessschritte zu unterstützen.

Desgleichen kann die Methode FMEA eingesetzt werden, da diese Elemente enthält, die für eine genauere Risikoabschätzung der Folgen eines Fehlers eingesetzt werden können.

#### 5.2.1.5 Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen

Der Prozessschritt „Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen“ befasst sich mit der langfristigen, d.h. nachhaltigen, Fehlerbeseitigung. Ziel dieses Prozesselements ist die Beseitigung der Fehlerursachen und die Implementierung von Maßnahmen, die ein Wiederauftreten der Fehler verhindern.

Um dieses Ziel erreichen zu können, bedarf es leistungsfähiger Werkzeuge mit Hilfe derer sich Fehlerursachen ermitteln lassen. In einem nächsten Schritt müssen Lösungen generiert und nach Möglichkeit bewertet werden.

Die für diesen Prozessschritt ausgewählten Methoden enthalten Elemente, die zur Ermittlung der Fehlerursachen beitragen. Mittels der FTA lassen sich ausgehend von einem Fehler (Anfangsereignis) deduktiv die potentiellen Ursachen dieses Fehlers bestimmen, bis der Kern des Problems identifiziert ist. Weiterhin bietet sich die Fehlerbaumanalyse aufgrund des logischen Aufbaus und der systematischen Vorgehensweise an. Bei vertretbarem Aufwand liefert sie gute Ergebnisse (ALGEDRI 1998, S. 155). Ein weiterer Vorteil der Methode besteht in der Anwendung einer Baumstruktur, die bei anderen potentiell interessanten Methoden ebenfalls eingesetzt wird, und so auf diese Weise eine spätere Verknüpfung der Methoden untereinander erleichtert wird.

Die Möglichkeit der Analyse von Fehlerursachen bietet zudem die FMEA. Der Vorteil im Einsatz der FMEA, die bereits in anderen Modulen Verwendung findet, besteht im Vorhandensein eines interdisziplinären Expertenteams. Dadurch existiert die Möglichkeit, auf ein sehr breites Wissensspektrum bei der Lösungsfindung zurückzugreifen.

Die Theory of Constraints (TOC) stellt ebenfalls Werkzeuge für die Aufstellung von Ursache-Wirkungsbeziehungen bereit. In gleicher Weise bietet die TOC die Möglichkeit, getroffene Verbesserungsmaßnahmen und deren Auswirkungen für alle beteiligten Elemente und

Prozessschritte, auf deren Wirksamkeit und Nutzen für das Gesamtsystem hin, zu untersuchen und zu validieren.

Wie in Kapitel 5.1 bereits ausgeführt, soll eine methodische Unterstützung für den Fehlermanagementprozess konzipiert werden, die den Anwender in die Lage versetzt, selbst größte Probleme zu identifizieren und diese idealerweise zu lösen. Mit der ursprünglich im Bereich der Produktentwicklung eingesetzten TRIZ-Methodik steht ein sehr starkes Instrument mit unterschiedlichen Werkzeugen zur Verfügung, um Lösungen für bisher nicht lösbar scheinende Konflikte zu generieren. Da diese Methode auch im Bereich der Prozessoptimierung (TILLMANN 2003) erfolgreich Einzug gefunden hat, ist es naheliegend, eine Adaption für das Fehlermanagement vorzunehmen.

#### **5.2.1.6 Umsetzung**

Im Prozessschritt „Umsetzung“ werden die im vorigen Prozessschritt erarbeiteten Lösungsansätze in Strukturen überführt, die in einem Unternehmen vorhandenen sind. Zu diesem Zweck bietet sich die Erstellung eines Projektplanes an, in dem Termine, Maßnahmen und verantwortliche Mitarbeiter festgelegt werden. Bei komplexen Aufgabenpaketen sollten Zwischenziele durch Meilensteine definiert werden.

Eine Hilfestellung bei der Erstellung des Projektplanes besteht im Einsatz von Netzplänen, durch die sich eine genaue Zeitplanung der einzelnen Arbeitspakete ermitteln lässt. Durch den Einsatz eines Netzplans lässt sich ferner der kritische Pfad darstellen, so dass kritische Stellen und Engpässe in der Umsetzung identifiziert werden.

Neben der Netzplantechnik bietet sich aus der TOC-Systematik der Transition Tree als Werkzeug an, um die Umsetzung von Maßnahmen methodisch zu unterstützen. Durch ein schrittweises Vorgehen bei der Erstellung des Transition Trees erfolgt eine strukturierte Umsetzung, und verhindert auf diese Weise, dass mögliche Schwachpunkte übersehen werden.

#### **5.2.1.7 Controlling**

Der wesentliche Aspekt in diesem Prozessschritt besteht in der Wirkungskontrolle der einzusetzenden Maßnahmen. Diese erfolgt im Rahmen einer Ergebnisbewertung. Aufgrund der Möglichkeit, die erhaltenen Ergebnisse schnell und durch Abschätzungen zu beurteilen, finden sich wenige Wege, eine methodische Ergebnisbeurteilung vorzunehmen. Lediglich die Fehler-Möglichkeiten- und Einflussanalyse enthält Elemente, die eine Bewertung der getroffenen Maßnahme ermöglichen. Die FMEA wird in den folgenden Abschnitt 5.2.2 auf die Eignung hin untersucht, ob sie einen wirkungsvollen Beitrag für dieses Prozesselement leisten kann.

#### **5.2.1.8 Mitarbeitermotivation**

Die Mitarbeiter eines Unternehmens sind zweifellos die wichtigsten Ressourcen. Motivierte Mitarbeiter tragen wesentlich dazu bei, dass der Unternehmenserfolg gesichert und vergrößert wird. Es ist unabdingbar, eine positive Grundstimmung zu vermitteln und eine Arbeitsumgebung zu schaffen, in der sich die Mitarbeiter wohl fühlen. Dieser Anspruch gilt natürlich auch für den Fall des Fehlermanagements. So sind es die Mitarbeiter, die Fehler entdecken, beseitigen und

nach Lösungen suchen, um eine kontinuierliche Verbesserung des Fehlermanagementprozesses zu erreichen. Eine konkrete methodische Unterstützung der Motivation wird hier nicht weiterverfolgt. Jedoch existieren durchaus geeignete Maßnahmen, die eine Erhöhung der Zufriedenheit und Motivation zur Folge haben.

Der wichtigste Aspekt besteht in der Einbindung betroffener Mitarbeiter, d.h. alle direkt von den Auswirkungen eines Fehlers betroffenen Personen werden aktiv bei der Fehlerbeseitigung einbezogen. Dies kann beispielsweise durch Gespräche mit den Fehlerbeauftragten oder aber in Form von Qualitäts-Zirkeln erfolgen. Durch diese Maßnahmen wird dem Personal das Gefühl gegeben, dass es ernstgenommen, und seine Meinung sowie auch Erfahrung benötigt wird.

Einen positiven Effekt ruft eine solche Einbindung allerdings nur hervor, wenn die Anregungen und Vorschläge der Mitarbeiter berücksichtigt und honoriert werden. Geschieht dies nicht, so wird genau der gegenteilige Effekt erreicht. Eine Möglichkeit des Unternehmens, die positiven Aspekte zu verstärken, besteht in der Einführung eines betrieblichen Vorschlagswesens, bei dem durch ein Prämiensystem Verbesserungsvorschläge belohnt werden. Das Unternehmen muss es sich zur Aufgabe machen, eine Kultur zu schaffen, die die Mitarbeiter dazu anhält, selbstständig Verbesserungsvorschläge einzureichen.

Eine weitere Maßnahme besteht darin, Mitarbeiter über den Erfolg oder Misserfolg durchgeführter Maßnahmen zu unterrichten, und so eine transparente Informationspolitik zu betreiben. Durch diese Rückmeldung wird erreicht, dass sich die Mitarbeiter für ihr Handeln verantwortlich fühlen, was zu einer stärkeren Identifikation mit ihrer Aufgabe führt.

### 5.2.1.9 Zwischenfazit 1

In Bild 5-6 sind die verwendeten Methoden dargestellt und den jeweiligen Hauptprozessen zugeordnet. Angepasst an die Komplexität der Prozessschritte wird eine unterschiedliche Anzahl von Methoden eingesetzt. So setzt sich das Modul 5, wie aus der Abbildung ersichtlich, aus vier Methoden zusammen, die, jede für sich betrachtet, einerseits einen hohen Komplexitätsgrad aufweisen. Andererseits liefern sie jedoch Ergebnisse sehr hoher Güte, wie bereits in der Zielsetzung formuliert. Nach Abschluss dieses ersten Schrittes muss nun eine Komplexitätsreduzierung vorgenommen werden, um die Methodik insgesamt transparenter und einfacher zu gestalten. Dieses Vorgehen wird im folgenden Abschnitt durchgeführt.

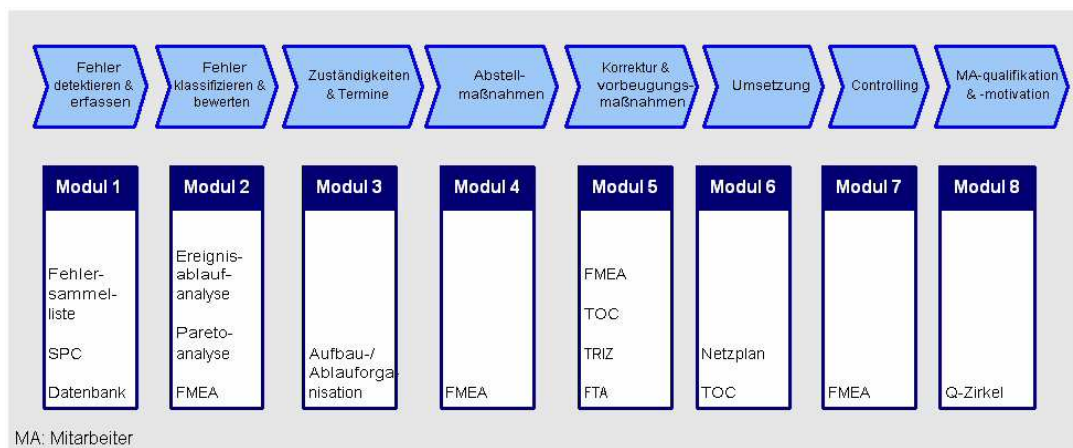


Bild 5-6: Verwendete Methoden und Modulbildung

### 5.2.2 Modularisierung

Nachdem im ersten Schritt eine Auswahl der Methoden für die Hauptprozesse getroffen wurde, erfolgt in diesem Abschnitt die Komplexitätsreduzierung mit Hilfe der Modularisierung der ausgewählten Methoden. Die Notwendigkeit ergibt sich aus der Forderung, eine handhabbare und problemorientierte Methodik bereitzustellen. Viele der Werkzeuge liefern weitaus mehr Ergebnisse als tatsächlich für den konkreten Fall des Fehlermanagements benötigt werden. Diese Eigenschaften resultieren aus der Historie und dem ursprünglichen Anwendungszweck. Ziel dieses Kapitels ist es daher, nur die verwertbaren Elemente der Methoden herauszufiltern und so eine „maßgeschneiderte“ und problemorientierte Unterstützung zu generieren.

Eine Komplexitätsreduktion lässt sich nicht immer durchführen. Auf der einen Seite ist diese Tatsache darin begründet, dass einige der Methoden bereits für das Prozesselement in der originären Form geeignet sind, auf der anderen Seite liegt es aber auch daran, dass die Methoden von vornherein bereits einen geringen Komplexitätsgrad besitzen.

Die verwendeten Methoden wurden bereits in Abschnitt 2.2 ausführlich beschrieben. An dieser Stelle wird ergänzend zu den bisherigen Ausführungen die Spezifikation für den Fehlermanagementprozess vorgenommen.

#### 5.2.2.1 FMEA

Wie aus Bild 5-6 zu erkennen ist, finden sich für die FMEA in diversen Fehlermanagementmodulen Einsatzmöglichkeiten. Diese Tatsache lässt bereits darauf schließen, dass die FMEA eine Vielzahl an Elementen enthält, die für die Methodenunterstützung verwendet werden können. Weiterhin deutet dieser Zusammenhang darauf hin, dass eine Modularisierung der Methode aufgrund der unabhängigen Funktionselemente mit relativ geringem Aufwand möglich ist und so eine signifikante Aufwandsreduzierung erreicht werden kann.

Firma	Fehler - Möglichkeits- und Einfluss – Analyse								Teil-Name		Teil-Nummer			
	Konstruktions-FMEA ( )				System-FMEA ( )				Model/System/Fertigung		Techn. Änderungszustand			
	Bestätigung durch Betroffene Abteilung Und / oder Lieferant		Name/Abt./Lieferant		Name/Abt./Lieferant		Erstellt durch (Name/Abt.)		Datum	Überarbeitet Datum				
Systeme / Merkmale	Potentieller Fehler	Potentielle Folgen des Fehlers	D	Potentielle Fehler-ursachen	Derzeitiger Zustand				Empfohlene Abstell-maßnahmen	Verantwort-lichkeit	Verbesserter Zustand			
					Vorgesehene Prüfmaßnahmen	RB	RA	RE			RPZ	Getroffene Maßnahmen	RB	RA

Bild 5-7: Beispiel für ein FMEA-Formblatt (PFEIFER 2001)

Die funktionalen Elemente lassen sich bereits aus Bild 5-7 ablesen. Die Modularisierung der FMEA sowie deren Zuordnung zu den Methodenmodulen wird im Folgenden vorgenommen.

### Modul 2: Fehler klassifizieren und bewerten

In diesem Prozessschritt wird eine Bewertung eines Fehlers vorgenommen. Dass die FMEA eine quantifizierbare Bewertung eines potentiellen Fehlers in Form einer Risikoprioritätszahl (RPZ) liefert, legt den Einsatz dieser Methode nahe. Wie in Bild 5-8 dargestellt, wird nur der Baustein der Risiko-Bewertung eingesetzt. Die nun aufgetretenen unbekanntes Fehler lassen sich mit Hilfe dieser Methode von einem Expertenteam einschätzen und durch die RPZ in eine Rangordnung bringen. Die Bewertung der Einflusszahlen kann sich aufgrund der unterschiedlichen Einschätzung durch unterschiedliche subjektive Wahrnehmung eines Fehlers im Expertenteam unterscheiden. Um diese Schwankungen zu vermeiden, sollte das FMEA-Team aussagekräftig besetzt sein, d.h. alle beteiligten Bereiche sollten vertreten sein. Desweiteren sollte sich die Zusammensetzung des Teams nicht laufend ändern, um so eine gewisse Konstanz so gewährleisten.

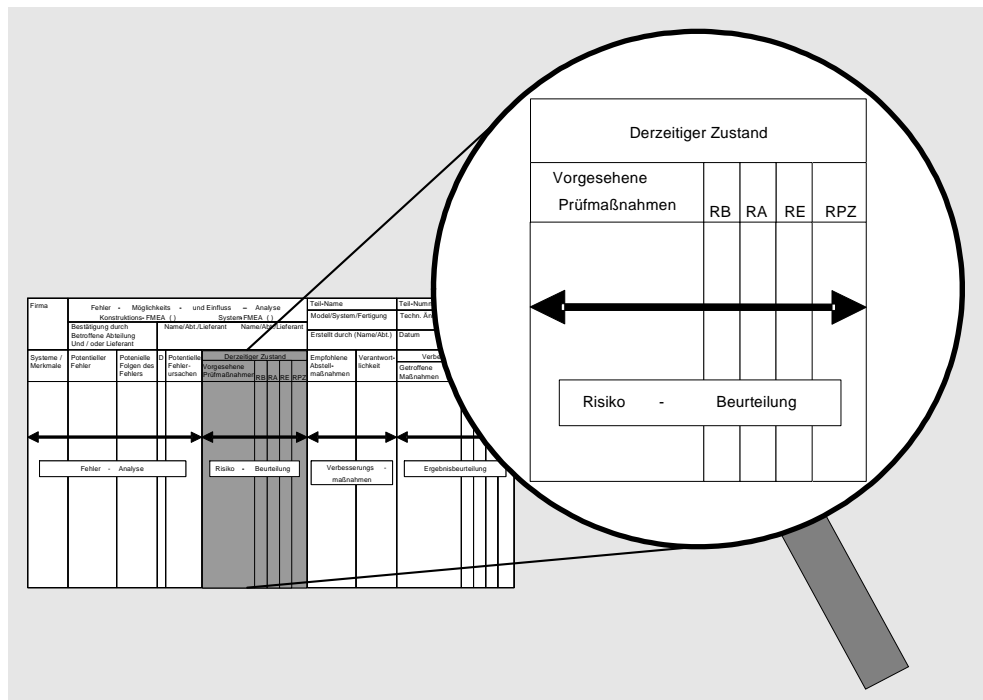


Bild 5-8: Baustein Risikobewertung

Der ursprüngliche Einsatz der Methode bezieht sich auf die präventive Entdeckung von potentiellen Fehlern. Denkbar ist dieser Ansatz auch für das Fehlermanagement, um durch eine durchgeführte FMEA noch nicht aufgetretene Fehler aufzudecken, die jedoch schwerwiegende Auswirkungen auf das Gesamtsystem haben. Aufgrund des Aufwandes, mit dem eine FMEA verbunden ist, empfiehlt es sich, diese Stufe erst anzuwenden, wenn der Reifegrad des Fehlermanagementsystems weit fortgeschritten ist. Zuvor sollte der Schwerpunkt auf der Betrachtung der vorliegenden Fehler liegen.

Als Ergebnis des Einsatzes dieser Methode liegt eine quantifizierte Rangfolge der Fehler sowie eine Identifizierung der Hauptfehler, vor.

### Modul 4: Abstellmaßnahmen

Die in Modul 2 vorgenommene Ermittlung der RPZ kann zur Beseitigung der mittelfristigen Fehlerfolgen herangezogen werden. So lässt sich aus den Komponenten der RPZ, also der Auftretenswahrscheinlichkeit, der Bedeutung des Fehlers und der Entdeckungswahrscheinlichkeit, ableiten, an welcher Stelle in verstärktem Maße Prüfungen einzusetzen sind, um eine frühzeitige Entdeckung des Fehlers zu gewährleisten.

### Modul 5: Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen

Die FMEA findet erneut Verwendung in Modul 5, in dem Maßnahmen ergriffen werden, die auf eine Beseitigung der Fehlerursachen abzielen. Hier bietet sich der aus dem Gesamtkonzept separierte Baustein der Fehler-Analyse an, der sich mit Ursachen von Fehlern befasst. Wie schon in Modul 2 erwähnt, zielt die FMEA originär auf potentielle Fehler und deren potentielle Ursachen ab. Die Vorgehensweise lässt sich problemlos auf bereits aufgetretene Fehler erweitern. So lassen sich durch den Baustein „Fehler-Analyse“ (siehe Bild 5-9) Fehler, deren Auswirkungen, sowie deren Ursachen, systematisch erfassen.

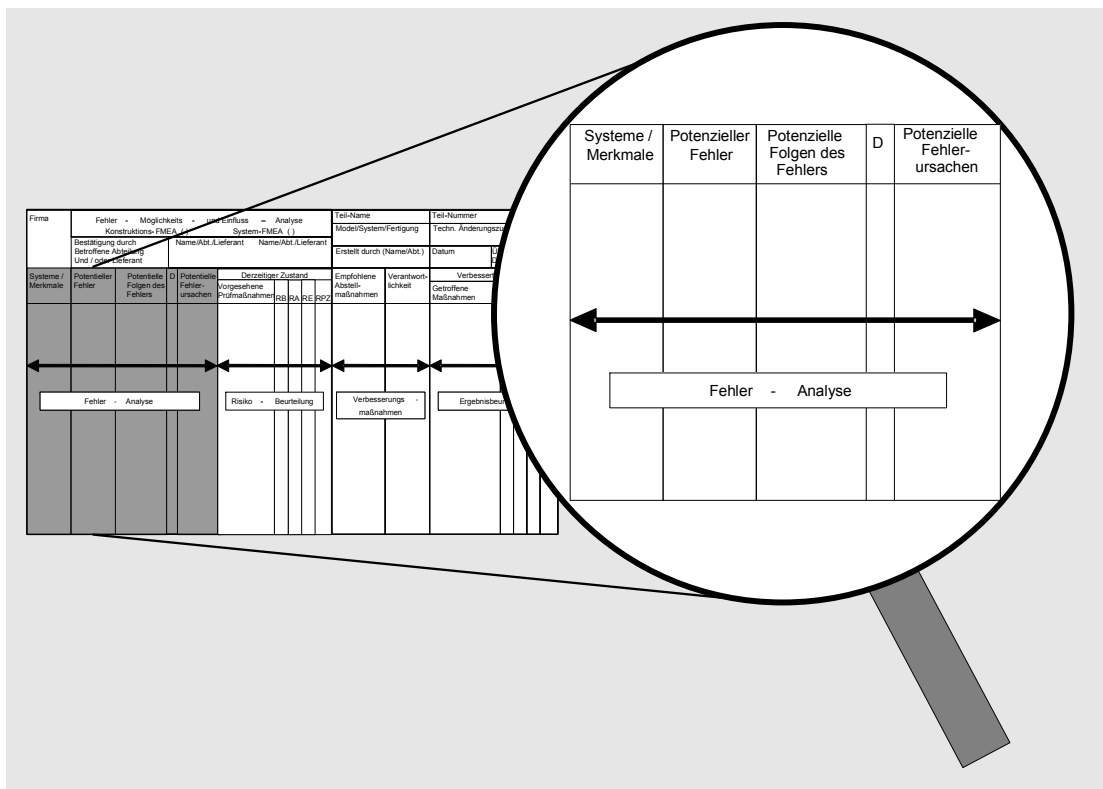


Bild 5-9: Baustein Fehleranalyse

In der Regel beziehen sich diese Auswirkungen auf den Kunden, der das Produkt verwendet oder anderweitig von dem Produkt im Fehlerfall betroffen sein könnte. Einem möglichen Fehler können in der FMEA auch mehrere Fehlerursachen zugeordnet werden.

### Modul 7: Controlling

Für den Prozessschritt Controlling wurde die Methode FMEA gewählt, da sie, aufbauend auf den vorherigen Modulen, eine relativ einfache Möglichkeit bietet, den Erfolg getroffener

Maßnahmen zu überprüfen. Dazu wird der Baustein „Ergebnisbewertung“ aus dem Formblatt herangezogen (siehe Bild 5-10).

Die im Modul 5 (Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen) beschlossenen Maßnahmen werden nun auf ihre Wirksamkeit hin überprüft. Dies geschieht nach Möglichkeit mit Hilfe des Expertenteams, dass bereits die vorherigen Bausteine der FMEA erstellt hat, um eventuell vorhandene, subjektive Einschätzungen bei der erneuten Beurteilung zu vermeiden. Die durchgeführten Maßnahmen werden durch Bildung einer neuen RPZ auf deren Reifegrad hin überprüft. Auf diese Weise lässt sich eine realistische Wirkungskontrolle durchführen, sowie die Effektivität der getroffenen Maßnahmen bewerten.

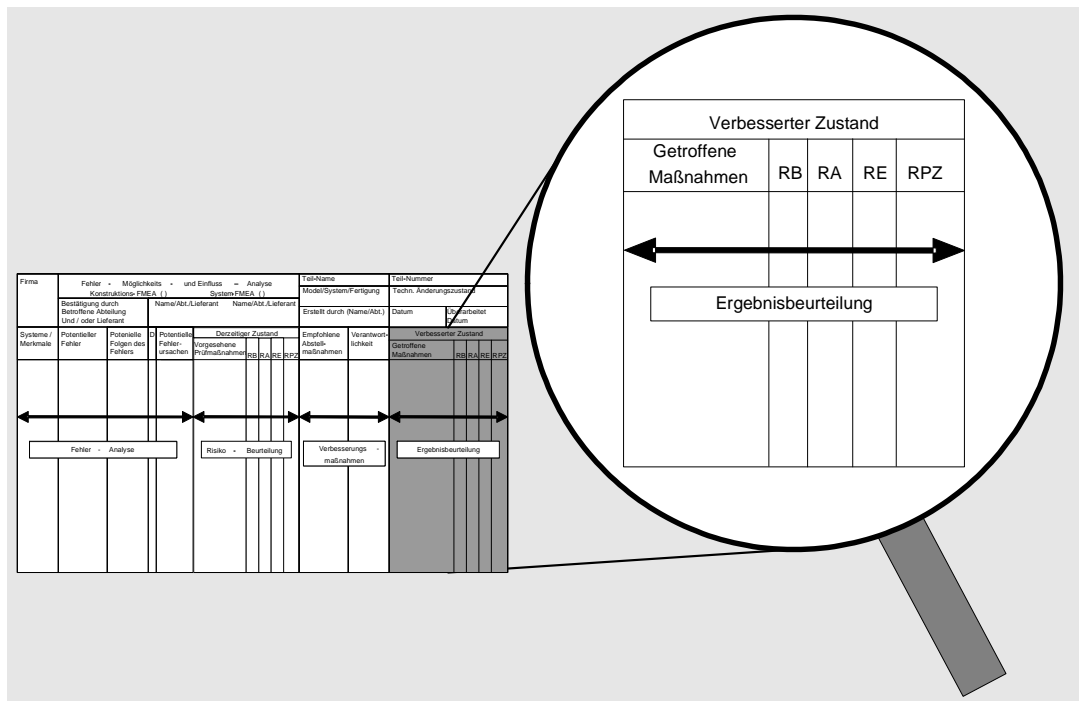


Bild 5-10: Baustein Ergebnisbewertung

### 5.2.2.2 TRIZ

Die TRIZ-Methodik stellt diverse Werkzeuge zur Überwindung von Konflikten und Problemen unterschiedlicher Stärke bereit. Insofern wird die TRIZ ausschließlich in Modul 5 verwendet. Dabei gilt für die Werkzeuge, je mächtiger und stärker deren Problemlösungspotential ist, desto aufwendiger ist die Anwendung der Methode. Aus diesem Grund lässt sich eine Modularisierung bzw. eine Zuordnung der einzelnen Methoden zu konkreten Problemen nicht im Vorfeld vornehmen, da je nach Problem über den Einsatz von TRIZ-Werkzeugen entschieden werden muss. Da die TRIZ zur Unterstützung bestehender Problemstellungen herangezogen wird, kann man das Einsatzgebiet insofern eingrenzen, als dass keine Neuentwicklungen vorgenommen werden sollen, und damit voraussichtlich die Werkzeuge der Gruppe Wissen und Analogien für den Fehlermanagementprozess genutzt werden können.

Unter Umständen ist der Einsatz der TRIZ-Methodik nicht erforderlich und die in Modul 5 verwendeten Methoden reichen aus, eine zielführende Lösung zu generieren. Sollte jedoch keine andere Methode eine zufriedenstellende Lösung produzieren, so stellt die TRIZ-Methodik

Möglichkeiten bereit, schwerwiegende Konflikte zu überbrücken und Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

### 5.2.2.3 TOC

Die Theory of Constraints stellt einen für die Prozessoptimierung durchgängigen Werkzeugkasten zur Verfügung, der von der Ursachenfindung von Problemen bis hin zur Implementierung von Verbesserungsmaßnahmen reicht. Die Methodik und Vorgehensweise der TOC wurden in Abschnitt 2.2.2 erläutert, so dass an dieser Stelle nur auf ausgewählten Werkzeugen (Future Reality Tree, Transition Tree) eingegangen werden soll.

## Modul 5: Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen

Die in diesem Teilschritt durch andere Methoden generierten Lösungsmöglichkeiten müssen in das unter Umständen sehr komplexe betriebliche Umfeld integriert werden. Dabei darf der Blick für den Gesamtzusammenhang nicht verloren werden. Eine Lösung, die lokal ein Problem behebt, hat eventuell Auswirkungen auf andere Systembereiche, so dass der Gesamtnutzen einer Maßnahme nicht dem des an der lokalen Stelle eingebrachten Nutzens entspricht. Im schlimmsten Fall sind die Auswirkungen auf die betrieblichen Abläufe insgesamt gesehen sogar negativ, so dass ursprünglich Erfolg versprechende Maßnahmen den gegenteiligen Effekt zur Folge haben.

Diesem Spannungsfeld stellt sich die TOC, die konzeptionell bereits auf den Gesamtnutzen und einen ganzheitlichen Ansatz fokussiert ist. Mit dem Future Reality Tree stellt sie ein Werkzeug bereit, mit dem es möglich ist, die Auswirkungen von Änderungen und Lösungsvorschlägen auf das Gesamtsystem abzuleiten, bevor diese implementiert werden. Dabei werden ausgehend von dem Ist-Zustand eines Systems, dargestellt durch eine Baumstruktur, durch gezielte Injektionen (hier: Lösungsvorschläge) die daraus folgenden logischen Auswirkungen auf das Umfeld über Systemgrenzen hinweg untersucht. Mögliche Konflikte in anderen Bereichen lassen sich so frühzeitig erkennen, so dass diesen dann bei Bedarf durch neue Maßnahmen begegnet werden kann.

## Modul 6: Umsetzung

Für die Umsetzung von Maßnahmen bietet die TOC mit dem Transition Tree ein Werkzeug an, welches die Umsetzung eines Aktionsplanes von Maßnahmen unterstützt. Die Wirkweise der Methode wurde in Abschnitt 5.1 beschrieben.

Mit dem Transition Tree (TT) lassen sich die einzelnen Teilschritte, die für die Erreichung eines Zieles notwendig sind, in diesem Fall die erfolgreiche Implementierung einer Maßnahme, in Form eines Baumdiagramms darstellen. Ähnlich wie bei dem Future Reality Tree werden durch Maßnahmen bestimmte Reaktionen hervorgerufen, deren Ergebnis abgewartet werden muss, um die Wirksamkeit der Maßnahme zu überprüfen. Der TT lässt sich einerseits dazu einsetzen, eine Vorgehensweise für die Umsetzung von Maßnahmen zu planen, andererseits bietet er bereits in der Umsetzung eine Wirkungskontrolle, ob der eingeschlagene Weg auch wirklich zielführend ist.

Durch diese Vorgehensweise wird die Umsetzung sukzessiv begleitet, sinnvoll geplant und eventuelle Konflikte, die durch den Einsatz des Future Reality Trees nicht aufgedeckt wurden,



werden erkannt und beseitigt. Durch die Wirkungskontrolle übernimmt dieses Werkzeug bereits teilweise Aufgaben des Controllings, jedoch auf einer operativen Ebene, so dass der Baustein als Hilfestellung für die Mitarbeiter zu sehen ist, die für die Umsetzung verantwortlich sind.

### 5.2.2.4 Zwischenfazit 2

Das Ergebnis der Modularisierung der verwendeten Methoden ist in Bild 5-11 dargestellt. Erwartungsgemäß zeigt sich, dass nur bei den komplexen Methoden wie der FMEA und der TOC eine signifikante Komplexitätsreduzierung über die Modularisierung zu erreichen ist. Die aus vielen einzelnen, in sich geschlossenen Bausteinen, bestehende TRIZ kann vor einer konkreten Problemstellung nicht modularisiert werden. Die Entscheidung darüber, welches Werkzeug verwendet werden kann, und inwieweit der Einsatz sinnvoll ist, muss in jedem konkreten Anwendungsfall individuell getroffen werden.

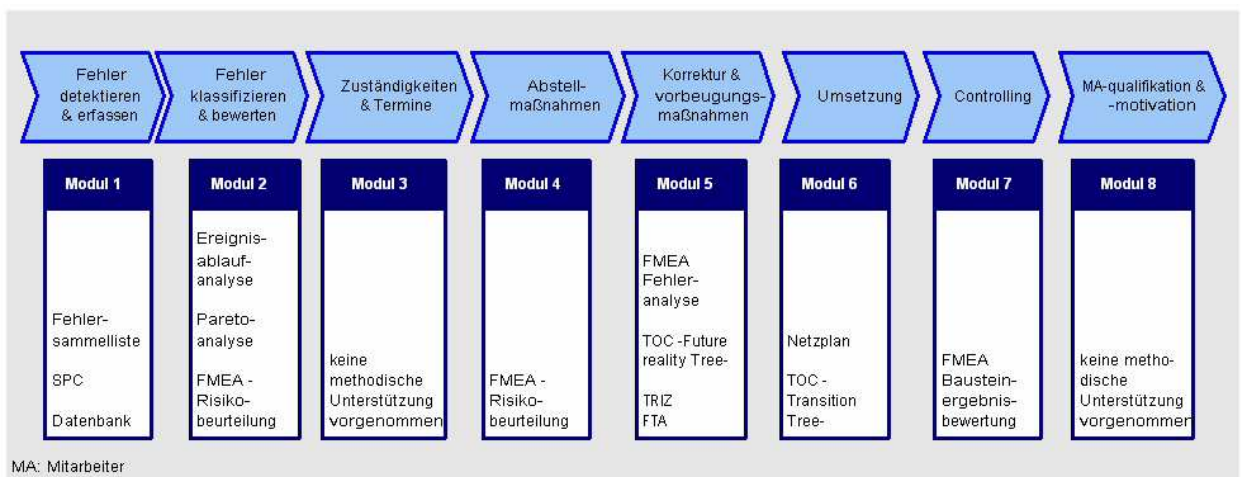


Bild 5-11: Methodenmodule nach Komplexitätsreduzierung

Nachdem in diesem Abschnitt Vereinfachungen auf mikroskopischer Ebene vorgenommen wurden, sollen im folgenden Kapitel durch die makroskopische Betrachtung des gesamten Prozesses weitere Synergien hinsichtlich einer Komplexitätsreduzierung erschlossen werden.

## 5.2.3 Verknüpfung von Modulen und Methoden

In diesem Kapitel erfolgt sowohl die Verknüpfung der Methoden innerhalb der Methodenmodule, als auch die Vernetzung der Module zu einem durchgängigen Prozess. Um dies zu erreichen, müssen die Schnittstellen zwischen den Modulen und Methoden identifiziert werden. Dadurch werden die logischen Verknüpfungen zwischen den Methoden erstellt und in einen Gesamtzusammenhang gebracht. Weiterhin wird bei der Erstellung der Module die in Kapitel 5.1 beschriebene IVO-Systematik verwendet.

### 5.2.3.1 Verknüpfung innerhalb der Module

Zunächst wird die Verknüpfung innerhalb der Methodenmodule vorgenommen. Dadurch wird jedes Modul zu einem thematisch in sich geschlossenen Funktionselement.

## Modul 1

Die verwendeten Methoden im ersten Modul, welches für die Erfassung der Fehler zuständig ist, lassen sich einfach verknüpfen. Die Detektion eines Fehlers löst eine standardisierte Erfassung durch Fehlersammellisten aus. Diese papiergestützte Erfassung mit allen relevanten Angaben wird in ein EDV-Datenbanksystem übertragen, in dem die Daten zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung stehen.

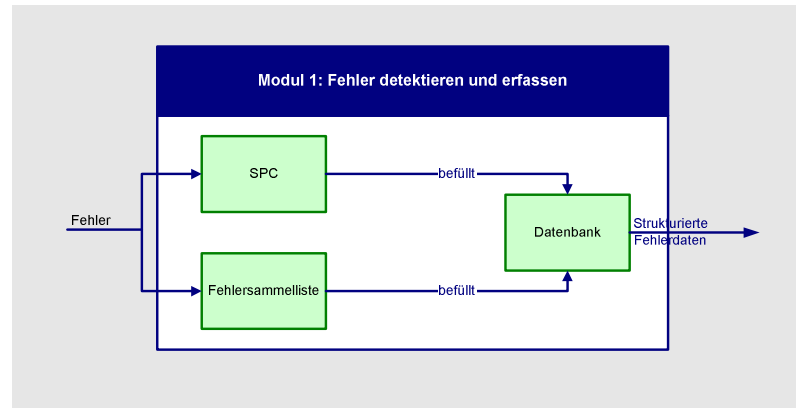


Bild 5-12: IVO-Darstellung Modul 1

Die Befüllung der Datenbank erfolgt desweiteren durch die durch SPC erfassten Fehlerdaten. Die SPC wird an dieser Stelle stellvertretend für Fehlererkennungssysteme genannt, die in der Lage sind, automatisch Fehlerdaten in eine Datenbank einzuspeisen. Die Ergebnisse dieses Hauptprozesses bestehen in der Existenz von strukturiert vorliegenden Fehlerdaten mit allen relevanten Angaben (vgl. 6-W-Fragen), so dass nun eine Weiterverarbeitung auf dieser Basis erfolgen kann.

## Modul 2

Die in Modul 1 gesammelten Fehlerdaten werden im Prozessschritt „Fehler klassifizieren“ bewertet. Die Bewertung der Fehler, in diesem Fall sind lediglich unbekannte und neu aufgetretene Fehler relevant, erfolgt zunächst mit der Paretoanalyse. Die Paretoanalyse liefert in einer ersten Abschätzung ungefähr 20 Prozent der Fehler, die 80 Prozent des Schadens erzeugen. Die Auswahl der Kriterien kann dabei unternehmensspezifisch verschieden sein, im Rahmen dieser Arbeit wird der Fokus auf die Fehlerfolge gelegt, dementsprechend werden die Fehler betrachtet, deren Beseitigung die höchste Wirksamkeit zur Folge hat.

Mit der Paretoanalyse wird ein Schwerpunkt gebildet. Um nun die Fehler in eine Rangfolge zu bringen, kommt der Baustein der Risikoanalyse der FMEA zum Einsatz. Mit Hilfe eines interdisziplinären Expertenteams wird eine Bewertung der identifizierten Hauptfehler hinsichtlich der Auftretenswahrscheinlichkeit, der Entdeckungswahrscheinlichkeit und der Bedeutung vorgenommen. Das Ergebnis dieser Bewertung besteht in einer Rangfolge der gravierensten Fehler, die in den folgenden Prozessschritten beseitigt werden sollen. Bild 5-13 zeigt den Ablauf entsprechend der IVO-Systematik.

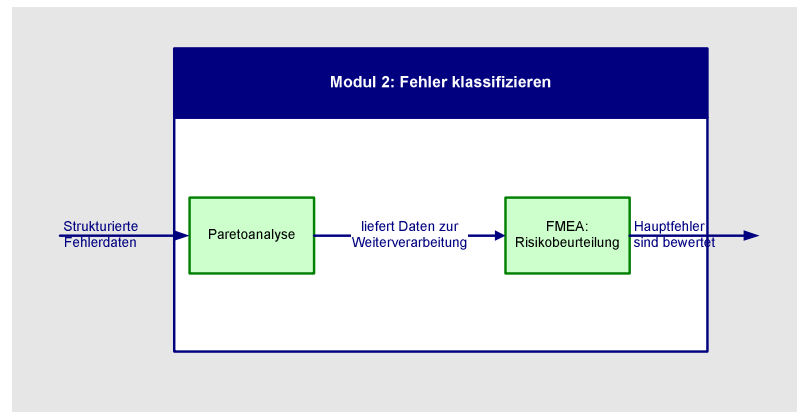


Bild 5-13: IVO-Darstellung Modul 2

### Modul 3

Das Modul 3 befasst sich mit dem Bereich der Zuständigkeiten und klärt, welche Bereiche, Abteilungen und Mitarbeiter von den Auswirkungen der betrachteten Fehler betroffen sind. Wie im Abschnitt „Methodenauswahl“ bereits bemerkt, findet sich zu diesem Prozess keine methodische Unterstützung. Anhand von Ablaufdiagrammen und Organigrammen lassen sich die Zuständigkeiten ermitteln und bieten so eine Hilfestellung.

### Modul 4

Die im vierten Modul unterstützten Teilprozesse lauten „Fehlerfolge ermitteln“ und „Fehlerfolge eliminieren“. Das Ziel besteht in der mittelfristigen Beseitigung der Auswirkungen eines Fehlers und geeigneten Maßnahmen, um die Auswirkungen des Fehlers möglichst schnell zu entdecken. Bild 5-14 stellt die logische Vernetzung der verwendeten Methoden dar.

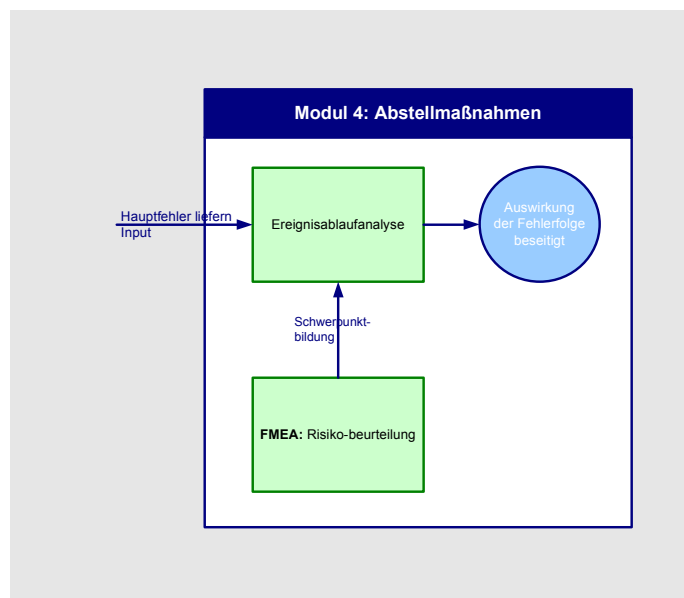


Bild 5-14: IVO-Darstellung Modul 4

Ein Hilfsmittel besteht in der Analyse der identifizierten Hauptfehler mit der Ereignisablaufanalyse. Diese Methode liefert eine Aufschlüsselung der Fehlerfolgen in Form

eines Baumdiagramms. Die Auswirkungen des Fehlers auf alle Systembereiche werden auf diese Weise erfasst und visualisiert.

Unterstützend hinzugezogen wird an dieser Stelle der Baustein „Risikoanalyse“ der FMEA. Nachdem die Auswirkungen des Fehlers bekannt sind, bietet die Risikoanalyse eine Möglichkeit, entsprechend der drei Wahrscheinlichkeiten Schwerpunkte bei den Abstellmaßnahmen zu bilden. So impliziert beispielsweise eine schlechte Bewertung der Entdeckungswahrscheinlichkeit (Wert  $\geq 7$ ), dass Prüfmaßnahmen unzureichend sind und die Auswirkungen des Fehlers erst spät entdeckt werden. Liegt eine hohe Auftretswahrscheinlichkeit des Fehlers vor, so muss neben einer geeigneten Prüfung zur Entdeckung des Fehlers unter Umständen die Prozessführung überprüft werden.

## Modul 5

Die Inputdaten des Hauptprozesses „Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen“ liefert das Modul 2. Während der Schwerpunkt im Modul 4 darin bestand, die mittelfristigen Auswirkungen eines Fehlers zu beseitigen, soll in diesem Prozess die Ursache des Fehlers gefunden und gleichzeitig Lösungsmöglichkeiten generiert werden.

Wie aus Bild 5-15 ersichtlich, sind die ermittelten Hauptfehler Grundlage für die Durchführung einer Fehlerbaumanalyse (FTA). Mit Hilfe dieser Methode lassen sich deduktiv die Fehlerursachen ermitteln. Das Ergebnis besteht in einem Baumdiagramm, das die aktuelle Ist-Situation und die Ursache-Wirkungsbeziehung des Fehlers beschreibt. Für eine ausführliche Beschreibung der Methode sei an dieser Stelle auf Abschnitt 2.2 verwiesen.

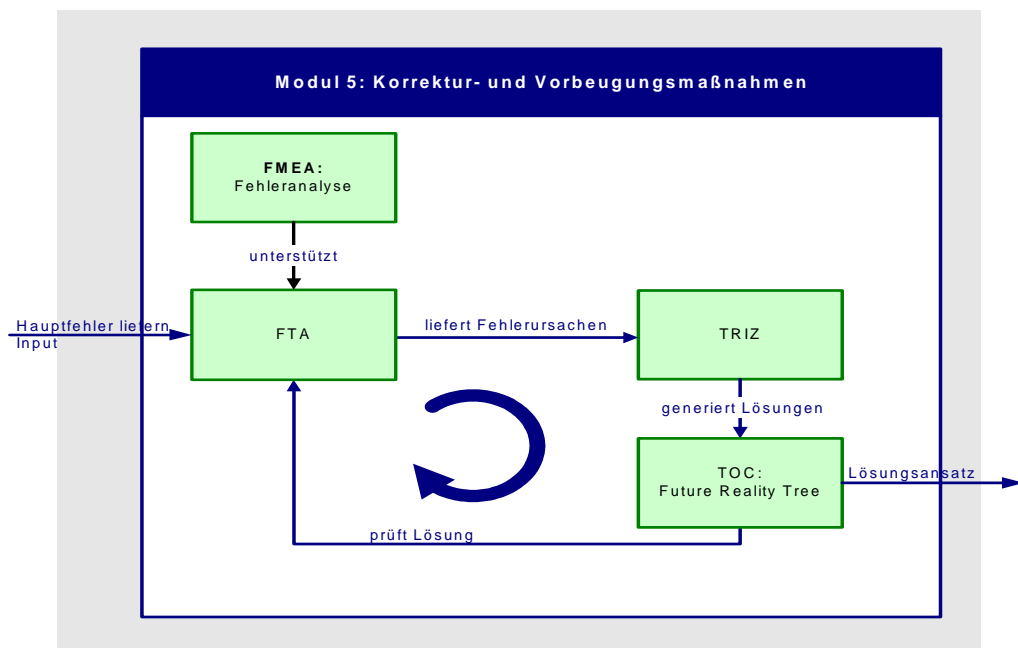


Bild 5-15: IVO-Darstellung Modul 5

Die Erstellung des Fehlerbaums wird durch den Einsatz des Bausteins „Fehleranalyse“ der FMEA unterstützt. Dieses Element befasst sich mit dem Auffinden von potentiellen Fehlerursachen. Obwohl die Vorgehensweise dieser Methodik nicht so ausgiebig strukturiert erfolgt wie in der FTA, ist sie dennoch in der Lage, Ansatzpunkte und Input für die Erstellung

des Fehlerbaums zu liefern. Dies gilt insbesondere dann, wenn die FMEA bereits im Unternehmen eingesetzt wird und auf frühere Analysen zurückgegriffen werden kann.

Das Ergebnis des Einsatzes der Methoden FTA und FMEA besteht im Aufzeigen der Ursachen, die zu einem Ausfallereignis führen. In einem nächsten Schritt geht es nun darum, die Ursachen abzustellen und eine nachhaltige Fehlerbehebung einzuleiten. Neben offensichtlichen Ansätzen zur Behebung von Fehlern besteht die hohe Wahrscheinlichkeit, dass Probleme aufgedeckt werden, die aufgrund von wechselseitigen Beziehungen sehr schwer zu lösen sind. Die Lücke zwischen den auf diese Weise identifizierten Widersprüchen und Lösungsansätzen zur Überwindung dieser Widersprüche wird durch die TRIZ-Werkzeuge geschlossen. Der Einsatz der TRIZ-Methodik ermöglicht bahnbrechende Lösungen, die auf konventionellem Weg bisher nicht generiert werden konnten, und erlaubt so eine sprunghafte Verbesserung.

Das Ziel dieser Arbeit besteht in einer Verbesserung des gesamten Fehlermanagementprozesses. Wie bereits in Abschnitt 5.1 bei der Beschreibung der Theory of Constraints (TOC) ausgeführt wurde, setzt sich der Gesamtnutzen von Maßnahmen nicht aus der Summe der Einzelnutzen zusammen. Die TRIZ-Methodik ist zwar hervorragend geeignet, komplexe Problemstellungen zu lösen, allerdings werden die Ergebnisse nicht in einen Gesamtzusammenhang überführt. Es ist daher erforderlich, den Einfluss der durch TRIZ generierten Lösungsansätze auf das Gesamtsystem zu überprüfen. Eben dies leistet der Future Reality Tree (FRT) der TOC. Grundlage dieses Werkzeuges ist der bereits erstellte Fehlerbaum. Die Lösungsansätze werden in Form von Injektionen in die Baumstruktur eingetragen. Anschließend werden die gesamten sich daraus ergebenden logischen Verknüpfungen eingetragen. Durch diese Vorgehensweise lassen sich sämtliche Auswirkungen einer Maßnahme auf das Gesamtsystem erfassen und gegebenenfalls aus der Implementierung der Maßnahme resultierende Konflikte frühzeitig erkennen. Dabei neu auftretende Konflikte lassen sich durch neuerliche Injektionen beseitigen. Je nach Schwierigkeitsgrad können dabei auch wieder TRIZ-Werkzeuge zum Einsatz kommen.

Die Systematik dieses Methodenmoduls ist als Schleife zu verstehen, die so lange durchlaufen wird, bis eine befriedigende Lösung gefunden ist. Die mit Hilfe der aufgezeigten Methodik ermittelten Lösungsansätze kennzeichnen das Ergebnis dieses Prozessschrittes und werden im folgenden Hauptprozess „Umsetzung“ weiterverarbeitet.

## **Modul 6**

Das Ziel des Moduls 6 „Umsetzung“ besteht in der Erstellung eines Projektplanes, der die Lösungsansätze aus dem vorhergehenden Modul in den betrieblichen Ablauf implementiert. Wie in Bild 5-16 gezeigt, wird die Aufstellung des Projektplanes durch zwei Werkzeuge methodisch unterstützt.

Die TOC stellt mit dem Transition Tree (TT) ein Werkzeug bereit, das bei der Erstellung eines Aktionsplanes hilft. Dies geschieht, indem die einzelnen Schritte, die zur Zielerreichung führen, sehr genau betrachtet werden. Jede Phase der Umsetzung wird mit dem TT kontrolliert, indem das Ergebnis des Schrittes abgewartet wird und überprüft wird, ob die durchgeführten Maßnahmen zur Zielerreichung beigetragen haben. Der TT ist somit ein Instrument, das bereits während der Umsetzung eine Wirkungskontrolle der durchzuführenden Maßnahmen vornimmt.

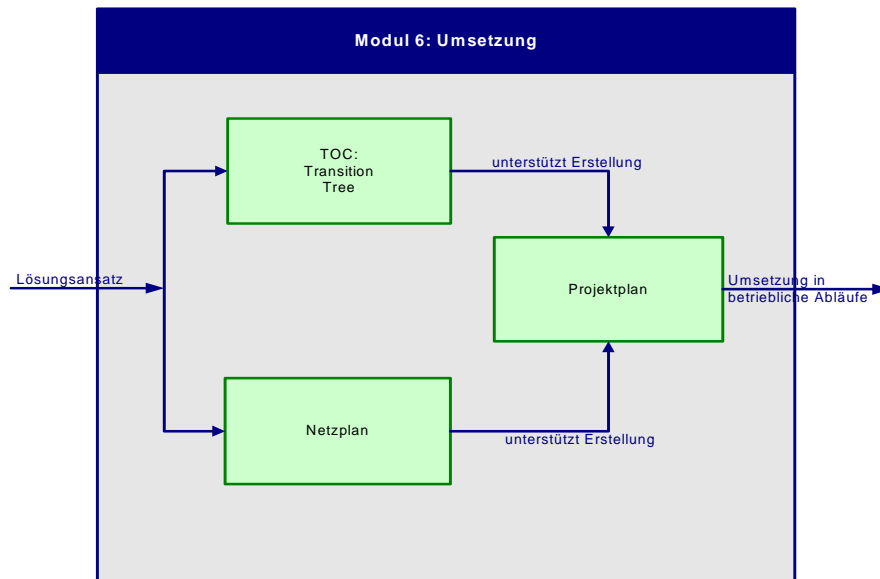


Bild 5-16: IVO-Darstellung Modul 6

Ein anderes Werkzeug, welches sich besonders gut für die Abschätzung des Zeitbedarfes, sowohl von einzelnen Teilabläufen, als auch von dem Gesamtprojekt anbietet, ist der Netzplan. Die umzusetzenden Arbeitspakete werden benannt, hinsichtlich ihres Ressourceneinsatzes bewertet und logisch miteinander verknüpft. Durch den Einsatz der Netzplantechnik wird die Umsetzung erleichtert, da eine frühzeitige Planung der benötigten Betriebsmittel und des Zeiteinsatzes vorgenommen wird. Das Ergebnis dieses Hauptprozesses besteht in einem Projektplan, in dem die Umsetzung der Maßnahmen, die zu einer Fehlerbeseitigung führen, detailliert dargestellt wird, so dass die Umsetzung festgelegt ist und beginnen kann.

## Modul 7

In Modul 7 wird eine Wirkungskontrolle der durchgeführten Maßnahmen vorgenommen. Die methodische Unterstützung wird im Hauptprozess „Controlling“ durch den Baustein „Ergebnisbewertung“ der FMEA realisiert. Mit Hilfe dieses Bausteins werden die Maßnahmen mit einer erneuten Erstellung einer Risikoprioritätszahl (RPZ) bewertet. Durch den Vergleich mit der in Modul 2 gebildeten RPZ können Rückschlüsse über die Wirksamkeit der durchgeführten Maßnahmen gezogen werden.

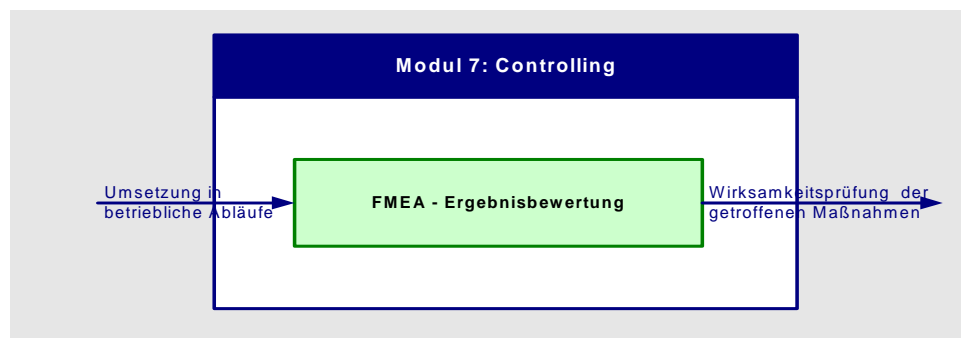


Bild 5-17: IVO-Darstellung Modul 7

Für den Fall, dass die Korrekturmaßnahmen nicht den gewünschten Erfolg haben, wird der Gesamtprozess beginnend mit Modul 5 erneut durchlaufen, um basierend auf dem Erfahrungswissen eine neue Lösung für das bestehende Problem zu generieren.

## **Modul 8**

Die Rolle der Mitarbeiter als Schlüssel zum Erfolg wurde bereits in vorhergehenden Abschnitten erläutert. Eine spezielle methodische Unterstützung ist nicht realisierbar, dennoch zeigt sich entlang des Fehlermanagementprozesses, dass interdisziplinäre Expertenteams gebildet werden müssen, die gemeinsam Lösungsmöglichkeiten finden. Neben dieser aktiven Einbeziehung der Mitarbeiter muss auch die Rückmeldung über Erfolg und Misserfolg der getroffenen Maßnahmen erfolgen, um die Transparenz über die Auswirkungen der eingebrachten Leistungen aufzuzeigen. Die Visualisierung und die entwickelten Prozesse tragen zu einem besseren Verständnis der Aktivitäten bei und fördern dadurch die Motivation der Mitarbeiter.

### **5.2.3.2 Verknüpfung der Module**

An dieser Stelle werden die Methodenmodule zu einem Gesamtprozess verknüpft, indem die Schnittstellen zwischen den Modulen aufgezeigt und vernetzt werden. Bild 5-18 zeigt das Ergebnis dieser Verknüpfungen.

In Modul 1 werden die Fehlerdaten erfasst und strukturiert aufgearbeitet. Anschließend bewertet Modul 2 die Fehlerdaten. Für das Modul 3 lassen sich im Rahmen einer methodischen Unterstützung keine Werkzeuge finden. Der Prozess „Fehler klassifizieren und bewerten“ liefert dann sowohl ein Input für Modul 4 als auch für Modul 5. Während sich der Hauptprozess „Abstellmaßnahmen“ mit der Beseitigung der Fehlerfolgen befasst, geht es im Prozess „Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen“ um die Beseitigung der Fehlerursachen.

Die in diesem Schritt gefundenen Lösungsansätze fließen in das Modul 6 „Umsetzung“ ein, in dem ein Projektplan für die Umsetzung der Maßnahmen erstellt wird. Nach der Umsetzung der Maßnahmen können diese bewertet werden und durch einen Vergleich mit den Eingangsdaten die Wirksamkeit überprüft werden. Bei einer unzureichenden Wirksamkeit der getroffenen Abstellmaßnahmen wird das Modul 5 erneut durchlaufen, um eine Lösung zu generieren.

Für das Modul 8 „Mitarbeitermotivation“ findet sich keine explizite methodische Unterstützung. Die Mitarbeiter werden entlang des Prozesses durch die interdisziplinären Teams in den Fehlerbehebungsprozess eingebunden. Durch die auf diese Weise realisierte enge Bindung ergibt sich eine Transparenz und Bindung zu den erzielten Ergebnissen.

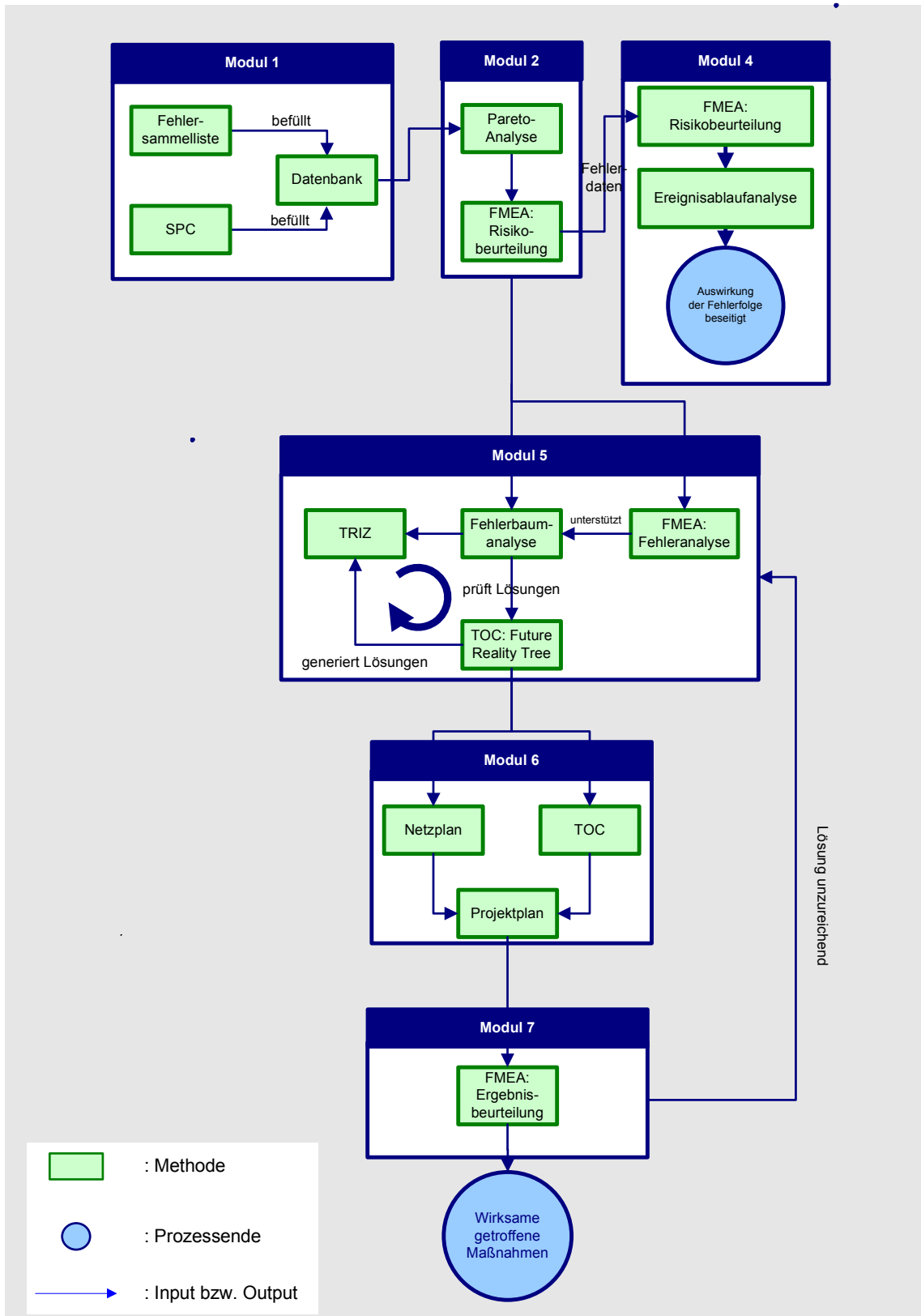


Bild 5-18: Gesamtprozess mit Methodenkonfiguration



## 6 Auswahlssystematik zur EDV-Unterstützung

Der aus im Unternehmen entstehenden ungeplanten Prozesszuständen und Störungen resultierende erhöhte Zeitdruck, die häufig fehlende Systematik und eine unüberschaubare Menge von störungs- und prozessbezogenen Daten führen häufig zu spontanen, individuellen und unzureichenden Lösungen, die häufig weitere Störungen nach sich ziehen und so zu Produktivitätsverlusten führen. Diesem Zustand kann im Rahmen eines umfassenden Fehlermanagements durch den gezielten Einsatz von EDV – Systemen entgegengewirkt werden. Um ein erfolgreiches und vor allem schnelles Handeln im Rahmen des Fehlermanagements zu ermöglichen, müssen diese Systeme, basierend auf einer systematischen Vorgehensweise, eine Rahmenstruktur für die Abläufe der Fehlerbehandlung definieren und automatisiert zum Ablauf bringen. Weiterhin ist es erforderlich, dass die richtigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt allen Prozessbeteiligten zur Verfügung gestellt werden. Diese Aufgaben können von Workflow-Management-Systemen (WfMS) übernommen werden, die ursprünglich für andere Unternehmensbereiche, wie z.B. die Verwaltung, konzipiert wurden und dort bereits seit längerem eingesetzt werden. Mit Hilfe dieser Systeme ist eine Handhabung und Verwaltung selbst größerer Mengen fehlerbezogener Daten durch deren Erfassung, Aufbereitung, Archivierung und einer anwendungsorientierten Verteilung ebenso möglich, wie die Visualisierung komplexer Unternehmensabläufe. WfMS unterstützen eine effektive Geschäftsprozess-Modellierung, das Geschäftsprozess- Reengineering und mittels Workflow-Automation die Kontrolle der Geschäftsabläufe (vgl. ABECKER 2001).

Die Wahl der richtigen Software wird immer mehr zu einer erfolgskritischen Entscheidung für die Anwender. Gleichzeitig ist der Markt sehr unübersichtlich. Falsch ausgesuchte Software verursacht hohe Personalkosten und führt zu unzufriedenen Anwendern. Bei komplizierter Bedienung steigt die Fehlerrate und die Abhängigkeit von EDV-Spezialisten. Einer Studie der Standish Group ist zu entnehmen, dass 18% aller IT-Unternehmenseinführungen scheitern und 53% der Einführungen die Zeit- und Kostenvorgaben überschreiten (vgl. Standish Group 2004). Demzufolge müssen die Anforderungen an die Software zielorientiert und an den realen Bedürfnissen der einzuführenden Funktionen ausgerichtet sein. Einer systematischen Auswahlssystematik kommt daher eine strategische Bedeutung zu.

Vor diesem Hintergrund soll dieses Kapitel einen Überblick über die Grundlagen des Workflow Managements und der Workflow-Management-Systeme geben und anschließend eine Systematik, die der Auswahl einer auf das Fehlermanagement abgestimmten Software dient, erläutern.

### 6.1 Grundlagen der Workflow-Management-Systeme

#### 6.1.1 Begriffsdefinitionen

Anbei sind die Definitionen der im Rahmen dieser Arbeit besonders bedeutenden Begriffe Workflow, Workflow-Management und Workflow-Management-Systeme. Des Weiteren soll eine Abgrenzung des Begriffes Workflow zu dem häufig synonym gebrauchten Begriff Geschäftsprozess erfolgen.

### **Definition Workflow**

„Ein Workflow verbindet die einzelnen Aufgaben (Aktivitäten) eines Prozesses zu einem Ablauf und definiert, wer (welche Rolle) welche Aufgabe mit welchen Mitteln und welchen Informationen durchführt. Eine Aufgabe kann selber in einzelne Arbeitsschritte aufgeteilt werden, welche manuell oder mit Hilfe von Anwendungen abgearbeitet werden.“ (HALTER 1996)

### **Definition Workflow-Management**

„Workflow-Management ist die Automatisierung von Prozessen oder Arbeitsabläufen, bei denen, anhand von Dokumenten, Informationen oder Aufgaben nach bestimmten Regeln oder Prozeduren von einem Mitarbeiter zum nächsten weitergereicht werden.“ (WFMC 1999)

### **Definition Workflow-Management-Systeme**

„A system that defines, creates and manages the execution of workflows through the use of software, running on one or more workflow engines, which is able to intercept the process definition, interact with workflow participants and, where required, invoke the use of IT tools and applications.“ (WFMC 1999)

Ein Workflow Management System wird demnach durch die Workflow Management- Coalition als ein System definiert, das unter dem Einsatz von Software die Ausführung von Workflows definiert, erzeugt und managt. Das System läuft auf einer oder mehreren Workflow- Maschinen, die darauf ausgelegt sind, die Prozessdefinition zu interpretieren. Falls es erforderlich ist kann das System mit den Workflow-Teilnehmern interagieren und die Benutzung von informationstechnologischen Tools und Applikationen veranlassen.

Im Rahmen der Beschreibung von Workflow-Management und Workflow-Management-Systemen wird neben dem Workflow auch häufig der Geschäftsprozess genannt. Da die beiden Begriffe dabei nicht synonym verwendet werden können, soll im Folgenden eine Definition und Abgrenzung des Geschäftsprozesses erfolgen.

### **Definition Geschäftsprozess**

„Ein Geschäftsprozess ist eine Zielgerichtete, zeitlich logische Abfolge von Aufgaben, die arbeitsteilig von mehreren Organisationen oder Organisationseinheiten unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien ausgeführt werden können. Er dient der Erstellung von Leistungen entsprechend den vorgegebenen, aus der Unternehmensstrategie abgeleiteten Prozesszielen.“ (GADATSCH 2001, S.29)

Eine Abgrenzung dieses Begriffes gegen den Begriff des Workflow ist, wie schon in der Einleitung dieses Kapitels beschrieben, notwendig und soll im Folgenden durchgeführt werden.

Die Begriffe Workflow sowie Geschäftsprozess werden im Zusammenhang mit der Beschreibung von Arbeitsabläufen in Unternehmen und Verwaltungen genannt. Das gemeinsame Tätigkeitsfeld erschwert dabei häufig eine klare Abgrenzung und führt trotz der unterschiedlichen Zielsetzung zu einer synonymen Auslegung der Bedeutung von Workflow und Geschäftsprozess.

Ein Ansatz, der dieser Tatsache entgegenwirkt indem die Unterschiede der beiden Begrifflichkeiten hervorgehoben werden, ist in der nachfolgenden Tabelle 6-1 dargestellt:

Merkmale	Geschäftsprozess	Workflow
Zielsetzung	Analyse und Gestaltung von Arbeitsabläufen im Sinne gegebener (strategischer) Ziele	Spezifikation der technischen Ausführung von Arbeitsabläufen
Gestaltungsebene	Konzeptionelle Ebene mit Verbindung zur Geschäftsstrategie	Operative Ebene mit Verbindung zu unterstützender Technologie
Detaillierungsgrad	In einem Zug von einem Mitarbeiter an einem Arbeitsplatz ausführbare Arbeitsschritte	Konkretisierung von Arbeitsschritten hinsichtlich Arbeitsverfahren sowie personeller und technologischer Ressourcen

*Tabelle 6-1: Unterscheidungsmerkmale zwischen Geschäftsprozess und Workflow (vgl. GADATSCH 2000, S.258)*

Geschäftsprozess und Workflow werden zwar, wie beschrieben, im gleichen Aufgabenfeld eingesetzt, verfolgen dabei jedoch unterschiedliche Zielrichtungen. Aus dieser Tatsache ergibt sich ein wichtiges Abgrenzungsmerkmal. Während die Gestaltung von Arbeitsabläufen im Sinne gegebener strategischer Ziele im Mittelpunkt des Geschäftsprozesses steht, verfolgt der Workflow eine Spezifikation der technischen Ausführung von Arbeitsabläufen. D.h., dass der Geschäftsprozess auf der fachlich konzeptionellen Ebene die Verbindung zur Geschäftsstrategie herstellt und in erster Linie beschreibt, „was“ zu tun ist, während der Workflow in der operativen Ebene mit der Beschreibung, „wie“ dies konkret erfolgen soll, die Verbindung zu der unterstützenden Technologie herstellt.

Der Grad der Detaillierung, in dem die Beschreibung des Arbeitsablaufes ausgeführt ist, bildet ein weiteres Abgrenzungskriterium von Workflow zu Geschäftsprozess. Die Auflösung des Geschäftsprozesses endet mit der Beschreibung derjenigen Arbeitsschritte, die von einem Mitarbeiter in einem Zug an einem Arbeitsplatz ausgeführt werden können. Eine über diese Auflösung hinausgehende Konkretisierung erfordert der Workflow für seine Ausführung auf der operativen Ebene. Die Workflow- Ebene ist demnach mit dem Detaillierungsgrad erreicht, der von den ausführenden Mitarbeitern als konkrete Arbeitsanweisung verstanden werden kann. Für die Ausführung Computergestützter Arbeiten bedeutet dies, dass diese so konkret beschrieben werden, dass sie von einem Anwendungssystem ausgeführt werden können. Als ein eindeutiges Unterscheidungsmerkmal zwischen einem Geschäftsprozess und einem Workflow ist somit die Ausführbarkeit durch einen menschlichen Aufgabenträger (Mitarbeiter) oder ein Datenverarbeitungsprogramm anzusehen (vgl. Gadatsch 2000, S.258).

### 6.1.2 Das Workflow Reference Modell der WfMC

Das Workflow Reference Modell ist die derzeit bekannteste Referenzarchitektur für WfMS und wurde von der Workflow Management Coalition (WfMC) erarbeitet. Die WfMC ist ein von WfMS-

Anbietern und –Anwendern gegründeter Interessenverband. Die Zielsetzung ist es, Standards für die Inkompatibilität von WfMS und Standards für eine gemeinsame Terminologie zu erarbeiten und damit die Verbreitung der Workflow- Management- Technologie zu fördern. Intention der Referenzarchitektur der WfMC ist es, Schnittstellen zu definieren und zu standardisieren, damit WfMS kompatibel werden bzw. dass Komponenten eines WfMS durch die eines anderen Herstellers ersetzt oder ergänzt werden können. Über den internen Aufbau eines WfMS soll dagegen bewusst nichts ausgesagt werden. Die Definition der Kompatibilität als alleiniges Ziel des Referenzmodells wird von den meisten Herstellern und Anbietern als notwendig angesehen, da zu Zeit in aller Regel keine Zusammenarbeit zwischen den WfMS der verschiedenen Hersteller möglich ist.

Im Folgenden soll das Schnittstellenmodell der WfMC beschrieben werden. Es definiert aktuell fünf Schnittstellen, damit WfMS unterschiedlicher Hersteller zusammenarbeiten können. Diese Schnittstellenspezifikationen existieren erst in Vorversionen und werden laufend überarbeitet. So ist der Standardisierungsprozess keineswegs als abgeschlossen zu bezeichnen. Konkrete Aussagen über den endgültigen Standard können deshalb nur unter Vorbehalt getroffen werden. Bild 6-1 zeigt das Referenzmodell der WfMC.

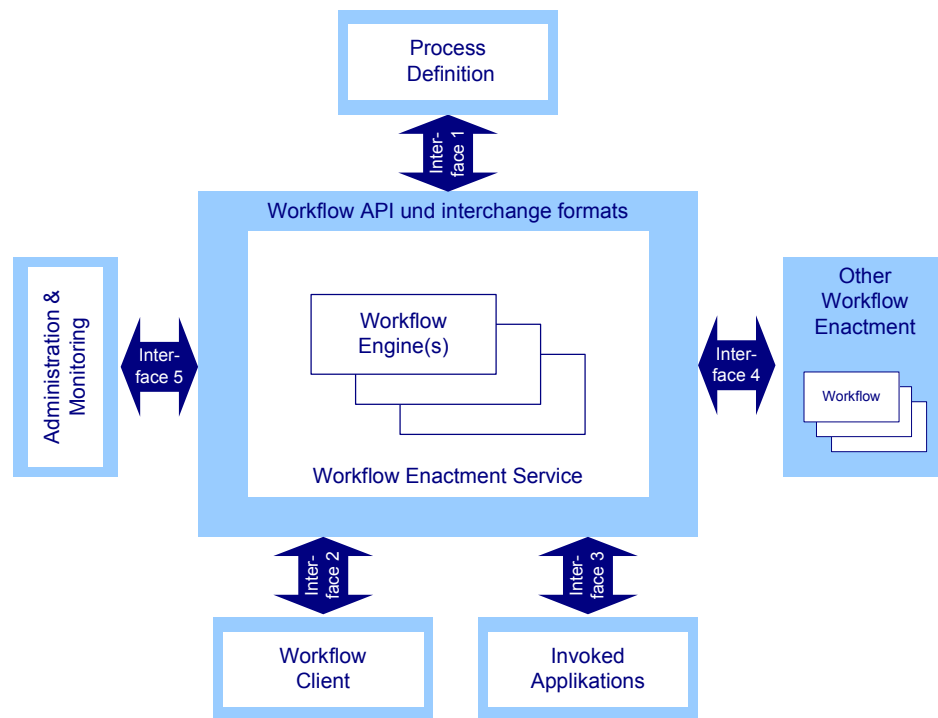


Bild 6-1: Referenzmodell der WfMC (DERSZTELER 2000, S.155)

Im Mittelpunkt der Referenzarchitektur der WfMC steht die Komponente zur Abwicklung und Koordination laufender Workflows (Workflow Enactment Service). Dabei wird offen gehalten, ob dieser Dienst durch eine oder mehrere Workflow-Engines realisiert wird und wie diese Komponenten intern strukturiert sind. Sie verfügt über fünf Schnittstellen, mit der Komponenten anderer Hersteller verbunden werden können.

Workflow –Modellierungswerkzeuge (Process Definitions Tools) werden über die *Schnittstelle 1* (Interface - workflow Process Definition Read/Write Interface) mit der zentralen Komponente verbunden. Ausgetauscht werden hier Workflow-Schemata. Dazu muss eine Workflow-

Sprache allgemein verbindlich festgelegt werden, in der die Workflow- Schemata formuliert sind. Diese muss von allen WfMS verarbeitet werden können. Der erste Entwurf dieser Sprache, „Workflow Process Definitions Language“ (WPDL) genannt, befindet sich gegenwärtig in einem frühen Entwicklungsstadium. Definiert ist daher im Rahmen der Schnittstelle 1 zurzeit lediglich das sogenannte Read/Write Interface.

Für den Notifikationsdienst auf Clientseite ist eine Programmierschnittstelle mit der Schnittstelle 2 spezifiziert worden (Interface 2 – Workflow Client Application Programming Interface). Dies ist sinnvoll, da ein Benutzer in der betrieblichen Praxis häufig nicht nur mit einem Notifikationsdienst (Posteingangskorb) konfrontiert ist. E-Mail- oder Workgroup- Computing- Systeme, die wie etwa Lotus Notes eine zunehmende Verbreitung finden, besitzen ebenfalls Notifikationssysteme. Für den Benutzer bedeutet dies konkret, dass er in vielen verschiedenen Posteingangskörben nachsehen muss, ob eine Aufgabe zu erledigen ist. Bei einer Standardisierung und Zusammenführung der unterschiedlichen Notifikationsdienste kann dieser zusätzliche Aufwand für den Benutzer vermieden werden.

Eine Programmierschnittstelle für den Applikationsaufruf soll mit der *Schnittstelle 3* (Interface 3 - Inkoved Applications) standardisiert werden. Diese Interface-Beschreibung ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht verfügbar. Dies ist insofern problematisch, da ein nicht geringer Teil des Aufwands bei der Implementierung von Workflow- Anwendungen darin besteht, Schnittstellen zu Anwendungsprogrammen zu entwickeln, damit sie vom WfMS aufgerufen werden können, um Daten zurückzuliefern. Falls diese Schnittstelle nicht vollständig normiert ist, kann ein WfMS nicht durch das System eines anderen Herstellers ersetzt werden, da der Aufwand, die Schnittstellen neu zu schreiben, in einem unverhältnismäßigen Aufwand steht.

Für den Austausch von workflow- relevanten Daten zwischen verschiedenen Workflow- Engines wird die *Schnittstelle 4* standardisiert. Sie beschreibt Standards, die der „Interoperability“, d.h. der Einbindung weiterer Workflow-Ausführungsservices, dienen. Hierüber können Workflow- Engines unterschiedlicher Hersteller kombiniert werden.

Um in standardisierter Form Informationen über den aktuellen Ausführungszustand erfragen zu können und um laufende Workflows zu administrieren, sollten die Administrations- und Monitoringwerkzeuge anderer Hersteller über die *Schnittstelle 5* (Interface 5 - Draft Audit Specification) angeschlossen werden.

Das größte Problem der Referenzarchitektur liegt zu Zeit darin, dass die Schnittstellen nicht völlig unabhängig voneinander spezifiziert werden können. Die Schnittstelle 1 legt die Funktionalität des WfMS fest, d.h. stellt Anforderungen, welche Typen von Workflows abgearbeitet werden können. Hiernach müssen sich die anderen Schnittstellen richten. Da die Schnittstelle 1 zu Zeit nicht sehr konkret definiert ist, können auch die anderen Schnittstellen nicht allzu konkret festgelegt werden (vgl. JABLONSKI 1997, S.243 ff.; DERSZTELER 2000, S.151 ff.; HASTEDT-MARKWARDT 1999, S.202 f.).

## 6.2 Aufbau der Auswahlssystematik

Die zur Ermittlung der für den Einsatz im Fehlermanagement geeigneten WfMS gewählte Systematik besteht grundsätzlich aus zwei Stufen, die insgesamt aus drei aufeinander folgenden Schritten aufgebaut sind.

Im ersten Schritt werden die zur Durchführung der Auswahlssystematik erforderlichen Inputdaten gesammelt. Sollen WfMS effektiv im Fehlermanagement eingesetzt werden, müssen die in diesem Anwendungsgebiet an sie gestellten Anforderungen ausreichend erfüllt werden. Die allgemeinen Anforderungen des Fehlermanagements können dabei aus dem Kapitel 2 abgeleitet werden, und bilden den ersten Teil der Inputdaten für die Auswahlssystematik. Die Umsetzung der durch das Fehlermanagement gestellten Anforderung erfolgt durch verschiedene Funktionen die ein WfMS charakterisieren. Diese Funktionen können dem Abschnitt 6.1 entnommen werden und bilden den zweiten Teil der Inputdaten. Die Auswahlssystematik bedarf weiter der Ergebnisse einer aktuellen Marktuntersuchung, die jedoch erst im dritten Schritt von Bedeutung sind und daher erst an dieser Stelle behandelt werden sollen.

Der zweite Schritt verfolgt das Ziel, die erlangten Inputdaten in Relation zueinander zu setzen. Auf diese Weise soll ermittelt werden, in welchem Grad die einzelnen Funktionen eines WfMS zur Erfüllung der jeweiligen Anforderung beitragen. Die Auswahlssystematik bedient sich zu diesem Zweck des Quality Funktion Deployment, einer weit verbreiteten Methodik des Qualitätsmanagements. Die Funktionen werden dabei in das über der Matrix im „House of Quality“ liegende Feld und die Anforderungen in das links neben der Matrix befindliche Feld übernommen. Das daraus resultierende Ergebnis ist eine Gewichtung der Funktionen. Mit dem zweiten Schritt ist auch die erste Stufe der Auswahlssystematik abgeschlossen. Das Ergebnis der ersten Stufe ist ein Profil, das die Bedeutung der Funktionen von WfMS in Bezug auf die Anwendung im Fehlermanagement wiedergibt. Dieses Profil ist dabei temporär nahezu unabhängig, d.h. zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführte Untersuchungen, unter Berücksichtigung einer aktuellen Marktsituation, können an dieser Stelle einsetzen, und auf eine erneute Durchführung der ersten beiden Schritte kann verzichtet werden.

Der dritte Schritt bildet gleichzeitig die zweite Stufe der Auswahlssystematik. Die Einbeziehung einer Marktuntersuchung als zusätzliche Informationsquelle macht diese Stufe temporär von der aktuellen Marktsituation abhängig. Die mittels der Marktuntersuchung ausgewählten WfMS Systeme werden in diesem Schritt bezüglich ihrer Funktionserfüllung untersucht. Dazu wird im Rahmen einer zweiten QFD das über der Matrix im „House of Quality“ liegende Feld mit den aus der Marktuntersuchung hervorgehenden WfMS belegt. (Wie werden die Anforderungen erfüllt?). Die Funktionen hingegen werden in das links neben der Matrix liegende Feld (Was sind die Anforderungen?) übernommen und verkörpern bei dieser QFD die Anforderung. Wichtig dabei ist, dass die aufgrund des zweiten Schrittes ermittelten Wertigkeiten dabei berücksichtigt werden. Mit dem Ergebnis der zweiten QFD ist auch die Auswahlssystematik endgültig durchlaufen. Das Ergebnis ist eine Wertung der ausgewählten WfMS bezüglich der Funktionserfüllung unter Beachtung der Anwendung im Fehlermanagement.

Das nachfolgende Bild 6-2 zeigt den schematischen Aufbau der im Rahmen dieser Untersuchung verwendeten Auswahlssystematik.

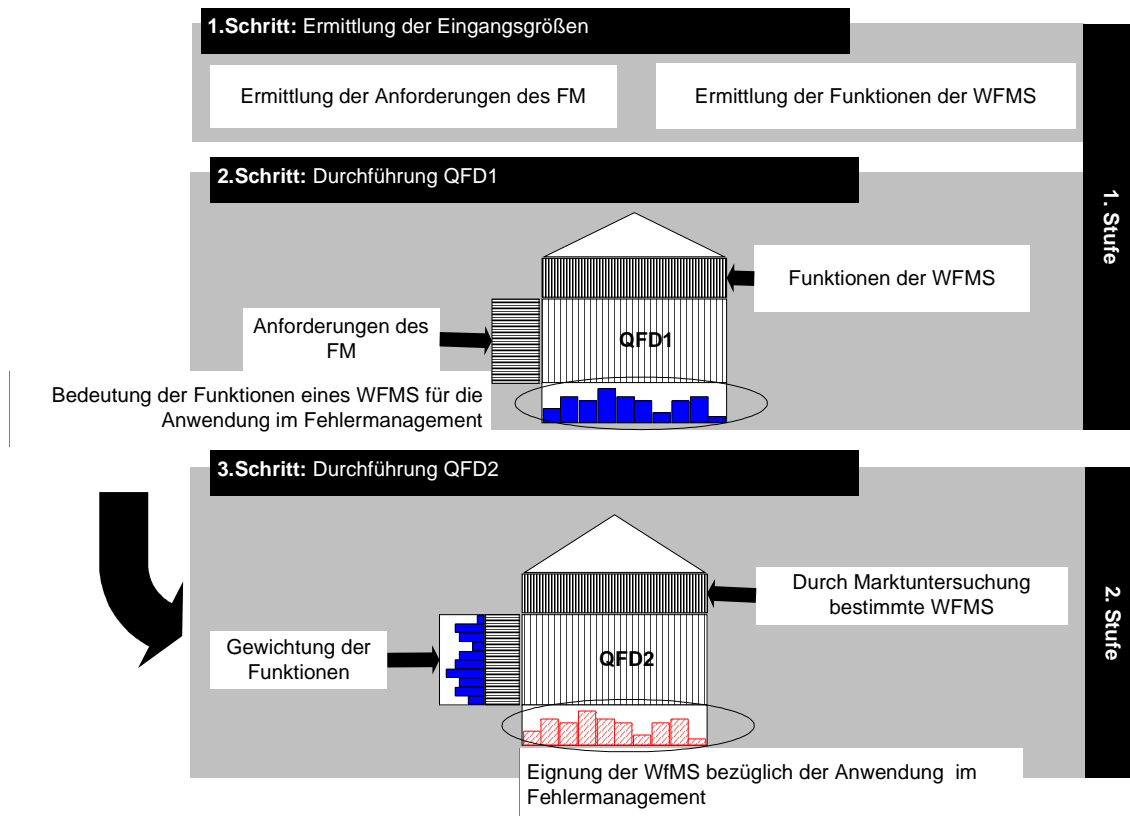


Bild 6-2: Aufbau der Auswahlssystematik

Nachdem der grundlegende Aufbau der Auswahlssystematik in diesem Abschnitt dargestellt wurde, soll im Folgenden näher auf die Ermittlung der für die Durchführung benötigten Inputdaten eingegangen werden. Dazu wird im nächsten Abschnitt zunächst auf die Ermittlung der Anforderungen eingegangen.

### 6.2.1 Ermittlung der Anforderungen aus dem Fehlermanagement

Wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben, erfordert die Durchführung des QFD im Rahmen der Auswahlssystematik unter anderem die Anforderungen des Fehlermanagements als Inputdaten. Diese lassen sich auf Basis des im Vorfeld beschriebenen Referenzmodells ableiten. Zwei Arten, die prozessspezifischen und die prozessübergreifenden Anforderungen, lassen sich hier ableiten.

#### 6.2.1.1 Prozessspezifische Anforderungen

Prozessspezifische Anforderungen orientieren sich an jeder der acht Prozessschritte des Fehlermanagement-Referenzmodells. Ein effektives Fehlermanagement erfordert zunächst die notwendige Prozessüberwachung. Dies kann durch während des Prozesses angesetzte Prüfungen ebenso wie in den Prozessfluss integrierte Methoden unterstützt werden. Durch die Prozessüberwachung werden Produktdaten aufgenommen, die in einem darauf folgenden Schritt dem Vergleich des Ist-Zustandes mit dem geforderten Soll-Zustand des Produktes unterzogen werden müssen. Auf diese Weise ist die Feststellung unzulässiger Abweichungen im Prozessablauf gewährleistet. Die Aufnahme des Ist-Zustandes und der Vergleich mit dem

Soll-Zustand kann manuell oder durch geeignete Techniken, wie z.B. Sensoren in Verbindung mit Monitoring und Alarmen, automatisch durchgeführt werden. Aufgrund dieser Tatsache erfolgt auch die anschließende Fehlererfassung manuell mittels eines rechnergestützten Dialoges, oder automatisch. Die manuelle Fehlererfassung ist dabei erforderlich, um eine Reaktion auf außerhalb der vorgesehenen Prüfungen aufgetretene Fehler zu ermöglichen. Um im Bereich der Fehlererkennung auch dem externen Fehlermanagement gerecht zu werden, müssen außerdem Erkenntnisse aus Kundenbeobachtungen und -beanstandungen mit in die Erfassung aufgenommen werden. Mit der Prozessüberwachung, der Feststellung von Abweichungen und der Fehlererfassung, sind alle Anforderungen, die die Phase der Fehlererkennung an das FM stellt, dargelegt.

Um eine Standardisierung des Fehlermanagementprozesses zu ermöglichen, ist eine systematische Fehlerbeschreibung unabdingbar. Dies ermöglicht auch einen Vergleich mit der Falldatensammlung. Diese Sammlung enthält alle Erkenntnisse aus bereits abgeschlossenen Fehlerbehandlungsprozessen. Ein Vergleich mit diesen Daten ist erforderlich, um den Aufwand für die Fehlerbehandlung zu minimieren, und die Klassifizierung des Fehlers zu erleichtern. Die Klassifizierung des Fehlers ist wiederum erforderlich, um die Fehlerbedeutung und das damit verbundene Risiko einzuschätzen. So soll in diesem Rahmen gegebenenfalls bei einem kritischen Fehler die Möglichkeit bestehen, in den laufenden Prozess einzugreifen. In Hinblick auf das externe Fehlermanagement ist in diesem Fall ein Produktrückruf zu initiieren. Nach der Klassifikation des Fehlers ist die Ermittlung der für die weitere Fehlerbearbeitung zuständigen Personen erforderlich. Nach Bestimmung der Zuständigen werden Abstellmaßnahmen durchgeführt. Neben diesem reaktiven Teil soll anhand von Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen der präventive Charakter des Fehlermanagements verstärkt werden. Ist die Fehlerursache identifiziert, muss unter erneuter Berücksichtigung der Falldatensammlung ein geeignetes Verfahren zur Ursachenbehebung ermittelt werden. Nach Durchführung des gewählten Verfahrens ist die daraus hervorgehende Lösung umzusetzen. Die Einleitung von geeigneten Maßnahmen ist dafür ebenso notwendig, wie die Information der an der Fehlerbehebung beteiligten Personen. Der Lösungsumsetzung schließt sich eine Wirksamkeitsprüfung (Controlling) an, bei welcher der Erfolg der Fehlerbehebung durch erneute Aufnahme des Ist-Zustandes überprüft wird. Die bei dieser Prüfung erlangten Ergebnisse müssen wiederum an die am FM Prozess beteiligten Personen verteilt werden. Bei einem Misserfolg des Fehlerbehebungsprozesses kann der FM Prozess so an geeigneter Stelle neu angestoßen werden. Im Sinne eines Feedbacks, dass zur Motivation und Qualifikation des Mitarbeiters beitragen soll, wird der Regelkreis des Fehlermanagements geschlossen.

Zusammenfassend existieren folgende Anforderungen: Fehlererkennung, Einleitung von Sofortmaßnahmen, Fehlerbeschreibung, Fehlerbewertung und Vergangenheitsdatenabgleich, Fehlerklassifizierung, Bestimmung von Zuständigkeiten, Ermittlung von Abstellmaßnahmen, Analyse der Fehlerursachen, systematische Auswahl und Durchführung eines Ursachenbehebungskonzeptes und dessen Umsetzung, Controlling und Informierung der betroffenen Personen. Neben Anforderungen aus den Phasen des FM-Prozesses entstehen zusätzlich Anforderungen aus den prozessübergreifenden Abläufen.

### **6.2.1.2 Prozessübergreifende Anforderungen**

Die prozessübergreifenden Abläufe des Fehlermanagements stellen hauptsächlich Anforderungen in Bezug auf die Informationsverarbeitung dar. Sie wirken dem in der Praxis



häufig bestehenden Problem des unvollständigen Informationsflusses entgegen. Die Anforderung, die sich hieraus ergibt, ist die funktionsübergreifende Bereitstellung von Informationen. Damit können die räumlichen, zeitlichen und fachlichen Barrieren zwischen den unternehmensexternen Wissensquellen (Kunden, Händler und Servicemitarbeitern) und den unternehmensinternen Mitarbeitern, die ihr Wissen zur Beseitigung und Vermeidung von Fehlern einbringen, überwunden werden. Neben der Bereitstellung der Informationen ist eine kontinuierliche prozessbegleitende Erfassung erforderlich. Diese dient zum Einen der Nachvollziehbarkeit der Fehlerbehandlung, und muss in Bezug auf die Produkthaftung auch juristischen Ansprüchen genügen. Zum Anderen bildet sie eine wichtige Voraussetzung für die Qualitätsdatenauswertung. Diese Auswertung der gesammelten Daten bildet eine weitere wichtige Anforderung des Fehlermanagements, indem sie die Umsetzung des Grundprinzips der Wiederholungsvermeidung („aus Fehlern lernen“), ermöglicht. Zur Auswertung der Qualitätsdaten gehört so beispielsweise die Erstellung der Falldatensammlung, auf die an einer Vielzahl von Stellen des FM-Prozesses zurückgegriffen wird. Da während des gesamten FM-Prozesses die Wirtschaftlichkeit überwacht werden muss, ist eine zusätzliche Erfassung und Verarbeitung der Fehlerkosten erforderlich. Mit den Anforderungen an die Informationsverarbeitung sind auch die Anforderungen des Fehlermanagements, und damit ein Teil der Inputdaten des QFD, vollständig erfasst.

Das folgende Bild 6-3 zeigt eine Übersicht über die Anforderungen des Fehlermanagements:

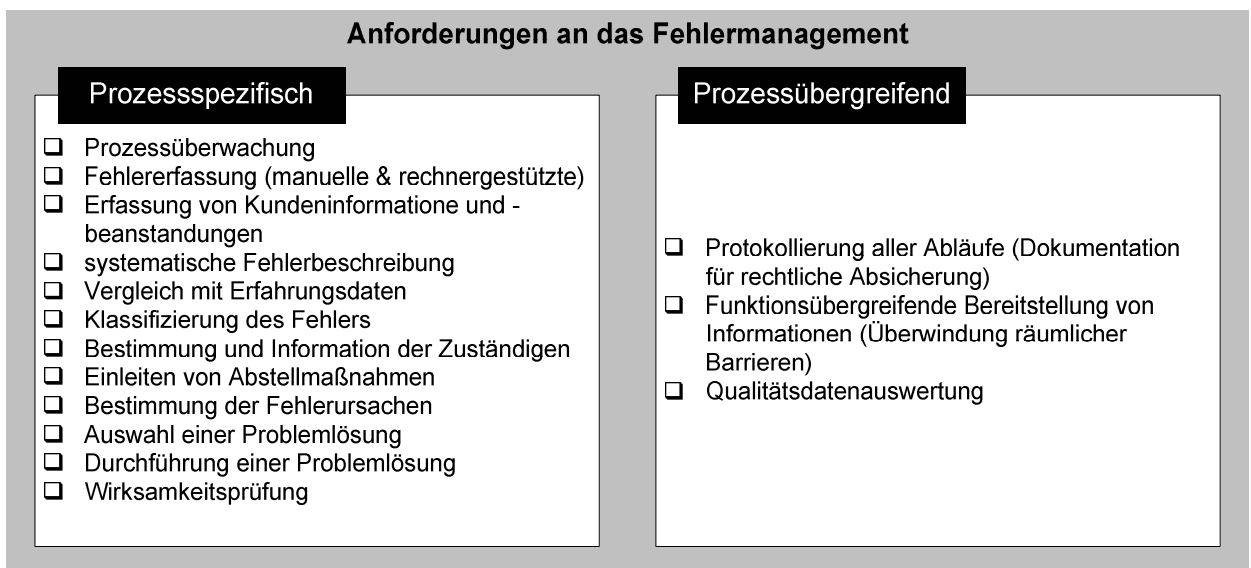


Bild 6-3: Anforderungen des Fehlermanagements

Für einen erfolgreichen Einsatz von WfMS (Workflow-Management-Systeme) im Rahmen des Fehlermanagements müssen die eben ermittelten Anforderungen ausreichend erfüllt werden. Die Funktionen, der sich die WfMS dabei bedienen sollen, werden im folgenden Abschnitt aufgeführt.

### 6.2.2 Ermittlung der Funktionen von WfMS

Die Funktionen eines WfMS's, für die, unter Beachtung der im vorhergehenden Abschnitt ermittelten Anforderungen, eine Gewichtung erstellt werden soll, bilden den zweiten Teil der Inputdaten im Rahmen der Auswahlsystematik. Die Funktionen von WfMS lassen sich in die

drei Gruppen *Modellierung und Simulation*, *Instanziierung und Ausführung* sowie *Monitoring laufender Vorgänge* und nachträgliche *Analyse* von Workflows unterteilen (VGL. GADATSCH 2001, S. 217). Eine Übersicht über die eben dargelegten Funktionen bietet Bild 6-4

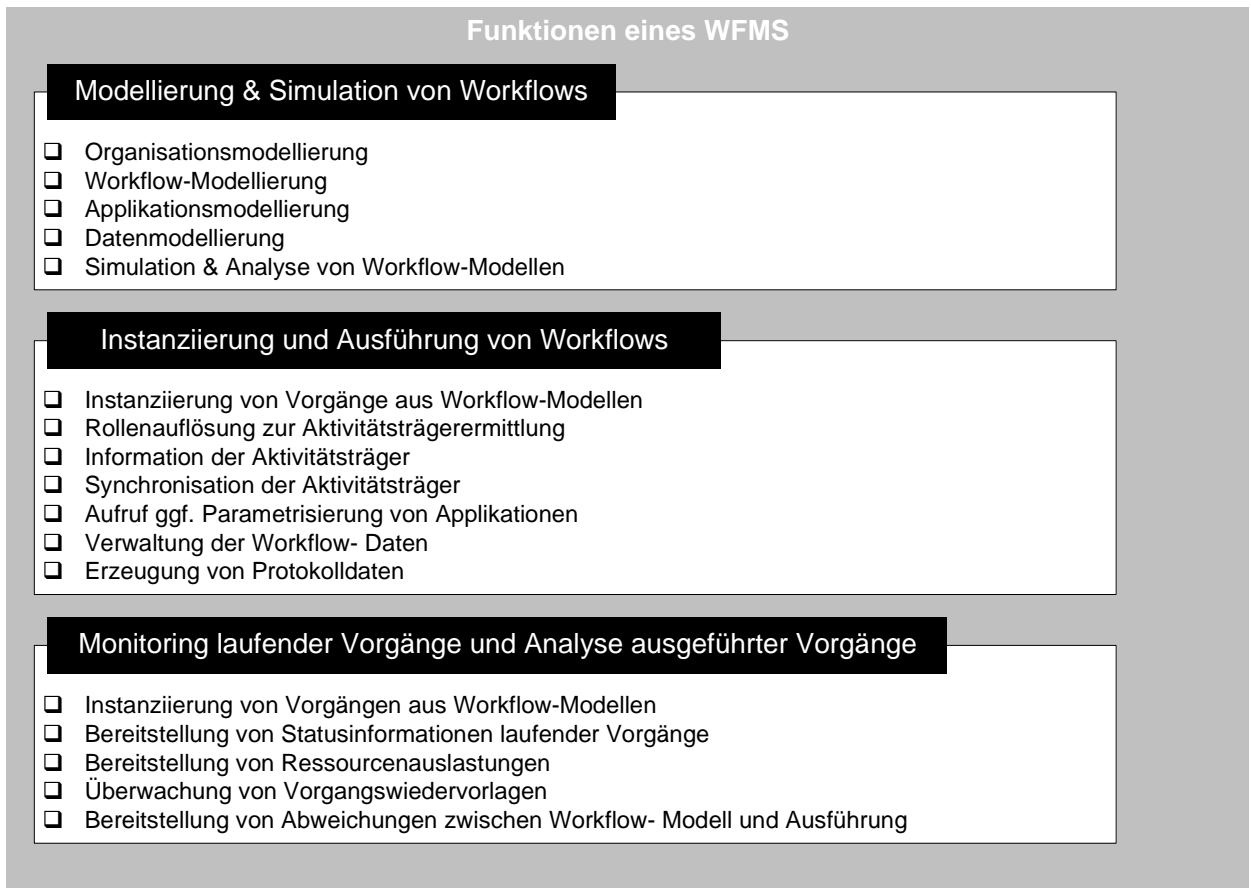


Bild 6-4: Funktionen eines WfMS (GADATSCH 2001, S.217)

### **Modellierung und Simulation von Workflows**

Als erstes Aufgabenfeld des WfMS steht vor der Workflow- Ausführung die Spezifizierung der notwendigen Workflow- Modelle. Mit Hilfe der Funktion Organisationsmodellierung wird die Aufbauorganisation des gesamten Unternehmens abgebildet und detailliert spezifiziert. Auf diese Weise können dem WfMS Informationen über Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten innerhalb des Unternehmens bereitgestellt werden. Die Funktion der Workflow- Modellierung übernimmt die Darstellung der Ablauforganisation und stellt so detaillierte Informationen über die im Unternehmen ablaufenden Prozesse bereit. Die Applikationsmodellierung unterstützt in ihrer Funktion das WfMS, indem es in Abhängigkeit von der zu erfüllenden Aufgabe zur Laufzeit Informationen darüber bereitstellt, welche Programme zur Unterstützung des Anwenders geladen werden können. Die Datenmodellierung liefert dem WfMS Informationen darüber, welche Daten in Abhängigkeit von der zu erfüllenden Aufgabe zur Laufzeit dem Anwender zur Verfügung gestellt werden müssen. Die durch die WfMS erstellten Workflow- Modelle können mit Hilfe der Funktionalität „Simulation und Analyse“ hinsichtlich der Zielvorgaben einer formalen Prüfung der Lauffähigkeit und der Ermittlung der Effizienz eines Workflow- Modells unterzogen werden.

## **Instanziierung und Ausführung von Workflows**

Um die modellierten Workflows fehlerfrei ausführen zu können ist es erforderlich konkrete fallbezogene Vorgänge zu „instanzieren“. Personelle Aktivitätsträger werden vom WfMS über anstehende Aufgaben informiert. Für den Fall, dass mehrere Bearbeiter in Frage kommen, muss eine Synchronisation der Bearbeiter vorgenommen werden. Die maschinell unterstützten Workflows erfordern es, dass unter Kontrolle des WfMS Programme gestartet und gegebenenfalls benötigte Parameter bereitgestellt werden. Damit verbunden ist auch die Verwaltung der aufkommenden Workflow- Daten, die teilweise durch die aufgerufenen Applikationen bereitgestellt werden. Während der Ausführung von Workflows werden durch das WfMS Protokolldaten (Audit Trall) erzeugt, die Basisinformationen für die spätere Analyse der durchgeführten Arbeitsabläufe liefern. Die Funktion „Instanziierung und Ausführung von Workflows“ unterstützt die Ausführung der Workflow- Modelle durch die Erzeugung konkreter, fallbezogener Vorgänge, indem die allgemein definierten Attribute der Workflow- Modelle mit konkreten Ausprägungen belegt werden. Mit Hilfe der Funktion der Rollenauflösung zur Aktivitätsträgerermittlung ist es dem WfMS für jeden Teilschritt des Workflows möglich, geeignete und verfügbare Bearbeiter zu ermitteln. Dies geschieht unter der Berücksichtigung des Anwesenheitsstatus der Mitarbeiter, der Störungen bei der Applikationsverfügbarkeit und anderer dynamischer Restriktionen. Die mit Hilfe der Rollenauflösung ermittelten personellen Aktivitätsträger werden -durch die Funktion der Information der Aktivitätsträger- über ihre Aufgaben in Kenntnis gesetzt. Die Synchronisation der Aktivitätsträger übernimmt eine koordinative Funktion und findet in dem Fall Anwendung in dem ein Workflow die Bearbeitung durch mehrere Aktivitätsträger erfordert. Maschinell unterstützte Workflows erfordern den Aufruf ggf. Parametrisierung von Applikationen. Mit Hilfe dieser Funktion können unter Kontrolle des WfMS Programme gestartet und ggf. mit Parametern versorgt werden. Aufgrund der Unterstützung des Workflows durch die elektronische Datenverarbeitung kommt es zu großen Datenströmen. Eine weitere Funktion des WfMS übernimmt daher die Verwaltung der Workflow-Daten die von den aufgerufenen Applikationen bereitgestellt werden. Um während der Ausführung des Workflows Basisinformationen zusammenzustellen und eine spätere Analyse der durchgeführten Arbeitsabläufe zu ermöglichen, werden Protokolldaten vom WfMS erzeugt.

## **Monitoring laufender Vorgänge und nachträgliche Analyse**

Während die Bereitstellung von Statusinformationen über die laufenden Vorgänge, sowie die Auslastung der Ressourcen, insbesondere des Personals und der integrierten Applikationen eine passive Funktion einnimmt, sind vom WfMS auch aktive Überwachungsaufgaben auszuführen. Dies sind insbesondere die Kontrolle der Start- und End- Termine von Vorgängen sowie von vorgangsbezogenen Wiedervorlagen, die durch die Bearbeiter erzeugt wurden. Von der Überwachung zu unterscheiden ist die nachträglich durchgeführte Prozessanalyse. Sie erstreckt sich z.B. auf die angefallenen Prozesskosten der instanziierten Workflows, die mit den auf Grund des Workflow- Modells kalkulierten Sollkosten verglichen werden können und im Falle der Überschreitung vorgegebener Schwellwerte die Veranlassung von Maßnahmen zur Folge haben können (vgl. GADATSCH 2000, S.261 f.)

Durch die Bereitstellung von Statusinformationen laufender Vorgänge werden dem WfMS Informationen zur Laufzeit des Workflows wie z.B. der Arbeitsfortschritt bereitgestellt. Auf Informationen über die Auslastung von integrierten Applikationen und Personal kann das WfMS mit Hilfe der Funktion Bereitstellung der Ressourcenauslastungen zugreifen. Eine weitere

Funktion sorgt für die Überwachung von Vorgangswiedervorlagen, zu denen es bei der Ausführung einiger Workflows kommt. Gegenstand der letzten für WfMS Kennzeichnenden Funktion ist die Bereitstellung von Abweichungen zwischen Workflow- Modell und Ausführung. Durch sie werden dem WfMS wichtige Informationen zum Ablauf des Workflows und eventuelle Abweichungen vom Workflow- Modell geliefert, die dem System eine Bewertung der Ausführung ermöglichen. (vgl. GADATSCH 2001 S.217ff.).

Mit der Aufführung der Funktionen von WfMS und der Anforderungen des Fehlermanagements sind die Daten für die erste Stufe der Auswahlsystematik bereitgestellt. Im zweiten Schritt müssen diese Daten in Abhängigkeit zueinander gebracht werden. Dies geschieht im Rahmen der Auswahlsystematik wie bereits beschrieben mit Hilfe der Methodik QFD.

Der Hauptvorteil, der die Methodik des QFD (vgl. Revelle 1998; Terminko 1997) für die Anwendung im Rahmen dieser Arbeit empfiehlt, ist der systematische und standardisierte Ablauf. Die systematische Vorgehensweise unterstützt dabei eine vollständige Erfassung der Abhängigkeiten zwischen Funktionen und Anforderungen. Weiter ermöglicht sie zusammen mit der Standardisierung eine hohe Transparenz und dadurch eine gute Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse. Dies wird auch durch die Visualisierung der Ergebnisse im House of Quality unterstützt.

Nachdem in diesem Abschnitt die Beschreibung aller vorbereitenden Maßnahmen der gewählten Auswahlsystematik und der sie unterstützenden Software erfolgt ist, kann im nächsten Abschnitt die Durchführung der erforderlichen Schritte behandelt werden.

### **6.2.3 Marktanalyse**

Für die Durchführung dieser Arbeit erfolgte eine Marktuntersuchung, um die Vielfalt der von den unterschiedlichen Anbietern angebotenen Workflow-Management-Systeme zu erfassen. Die nachfolgenden Untersuchungen in Bezug auf die Anwendbarkeit im Fehlermanagement erforderten eine Reduzierung der ermittelten WfMS auf zehn zur Untersuchung am besten geeignete Systeme.

WfMS werden in den verschiedensten Bereichen eingesetzt. Die Produkte sind dabei äußerst heterogen und der Markt sehr weitläufig. Studien, die sich mit der Auflistung und Bewertung der wichtigsten auf dem Markt verfügbaren WfMS erfassten, waren nicht verfügbar. Lediglich eine veröffentlichte Studie des Arbeitsbereiches Fertigungstechnik der TU Hamburg Harburg mit dem Titel „Workflow-Management-Systeme am Beispiel des Beteiligungscontrollings - Eine Marktuntersuchung“ beschäftigt sich damit, eine Auswahl von 18 WfMS in Bezug auf den Controllingbereich aus fünf verschiedenen Sichten zu bewerten (ÜBERHORST 2003). Für die Marktanalyse im Rahmen dieser Dissertation liegt die eigentliche Bedeutung der Studie der TU Hamburg-Harburg darin, eine Übersicht über die am Markt angebotenen WfMS zu gewinnen. Das qualitative Abschneiden der Produkte soll dabei lediglich eine unterstützende, jedoch nicht entscheidende Funktion bei der Auswahl der Systeme für die Bewertung bezüglich des Fehlermanagements aufweisen.

Um die Marktuntersuchung im Rahmen dieser Arbeit möglichst umfassend anzulegen, wurden zwei weitere Auflistungen hinzugezogen. Das ist zum einen eine im Internet veröffentlichte Auflistung der DSK Unternehmensberatung (DSK BERATUNG 2004) und zum Anderen eine

Auflistung von WfMS aus dem „Softwarereport 2000. Unter der Berücksichtigung der Studie der TU Hamburg-Harburg, der Auflistung der DSK-Unternehmensberatung und des Softwarereports 2000 ergibt sich eine Auflistung der 62 zu untersuchenden WfMS.

Um den Aufwand der für diese Arbeit erforderlichen weiteren Untersuchungen einzugrenzen, sollten die so ermittelten WfMS-Produkte auf eine Auswahl von zehn Systemen reduziert werden. Da diese WfMS nicht willkürlich bestimmt werden sollten, wurden Eingrenzungskriterien bestimmt, die eine objektive Reduzierung auf die zehn, für die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen am besten geeigneten WfMS ermöglichen. Bei der Bestimmung der Eingrenzungskriterien wurde darauf geachtet, dass die für die Anwendung der WfMS im Fehlermanagement zwingend erforderlichen Sollkriterien eingehalten werden. Weiter wurden die Eingrenzungskriterien so bestimmt, dass nur wirtschaftlich stabile Produkte zu den weiteren Untersuchungen zugelassen werden. Dabei stellen die Datenbankunterstützung und die universelle Einsetzbarkeit Eingrenzungskriterien bezüglich des Fehlermanagements dar, während die wirtschaftliche Situation und die Verfügbarkeit von Informationen eher allgemeine Anforderungen darstellen.

- Datenbankunterstützung: In Hinblick auf die Anwendbarkeit von den WfMS Produkten im Fehlermanagement unbedingt zu erfüllendes Kriterium ist die Datenbankunterstützung. Unter den auf dem Markt erhältlichen WfMS arbeiten einige mit reinen E-Mail basierte Strukturen, die dieser erhöhten Anforderung an die Datenverwaltung nicht gerecht werden können. Für die weitere Auswertung sollen daher nur Systeme ausgewählt werden, die in Verbindung mit einer Datenbank arbeiten.
- Universelle Einsetzbarkeit: Da diese Arbeit den Anspruch erhebt, die Aufgabenstellung bezüglich der Einsatzmöglichkeit von WfMS im Fehlermanagement möglichst umfassend zu bearbeiten, muss ein WfMS in allen Bereichen (Dienstleistung, Produktion und Verwaltung...) einsetzbar sein, in denen auch Fehlermanagement betrieben wird.
- Marktposition des Anbieters: Neben den für das Fehlermanagement zwingend zu erfüllenden Kriterien hatte auch die wirtschaftliche Situation der Firma, die das WfMS an den Markt bringt, entscheidenden Einfluss auf die Auswahl. So wurde die Größe der Firma, sowie die Erfahrung und die Referenzen mit in die Auswahlentscheidung einbezogen. Damit soll erreicht werden, dass nur Produkte betrachtet werden, die sich stabil verhalten, d.h. die auch in absehbarer Zukunft noch unter dem in der Untersuchung verwendeten Namen und mit den gleichen Spezifikationen angeboten werden. Nicht zuletzt wurde die Bedeutung der Anbieter und der WfMS in dieser Arbeit statistisch daran festgemacht, in wie vielen der ausgewerteten Quellen das Produkt genannt wurde.
- Verfügbarkeit von Informationen: Die für die Anwendung der Eingrenzungskriterien benötigten Informationen müssen direkt bei den Anbietern bzw. Herstellern der WfMS beschafft werden. Als Informationsquelle dient hier vor allem die Internetpräsenz des Anbieters, durch die Interessierte Informationen über das Unternehmen und seine Produkte erhalten. Eine weitere wichtige Informationsquelle ist in diesem Zusammenhang die direkte Ansprache des Unternehmens. Aufgrund des sich im Verlauf dieser Arbeit ergebenden detaillierten Informationsbedarfs wurden alle Produkte von den weiteren Untersuchungen ausgeschlossen, über die zu wenig oder undetaillierte Informationen vorlagen und zu deren Anbietern kein direkter Kontakt aufgebaut werden konnte.

Während die meisten Produkte die Sollkriterien bezüglich der Anwendbarkeit im Fehlermanagement erfüllen, stellte sich als Hauptausfallkriterium die wirtschaftliche Lage heraus. So entfielen alleine 41% der Produkte aufgrund von Umstrukturierungen der Produktpalette, Verkauf an eine andere Firma oder Insolvenz. Das zweitgrößte Eingrenzungskriterium stellte der Mangel an Informationen dar. So lagen bei ca. 22% der Produkte keine oder ungenügende Informationen vor, ein Zustand, dem auch durch ein direktes Anschreiben der Firmen nicht entgegenzuwirken war. Am dritthäufigsten hatte das Eingrenzungskriterium der universellen Einsetzbarkeit Einfluss auf die Auswahl: In 20% der Fälle war anhand der Referenzen der Firmen auf eine branchenspezifische Ausrichtung des Produktes zu schließen. Das folgende Bild 6-5 zeigt prozentual die Auswirkung der einzelnen Eingrenzungskriterien.

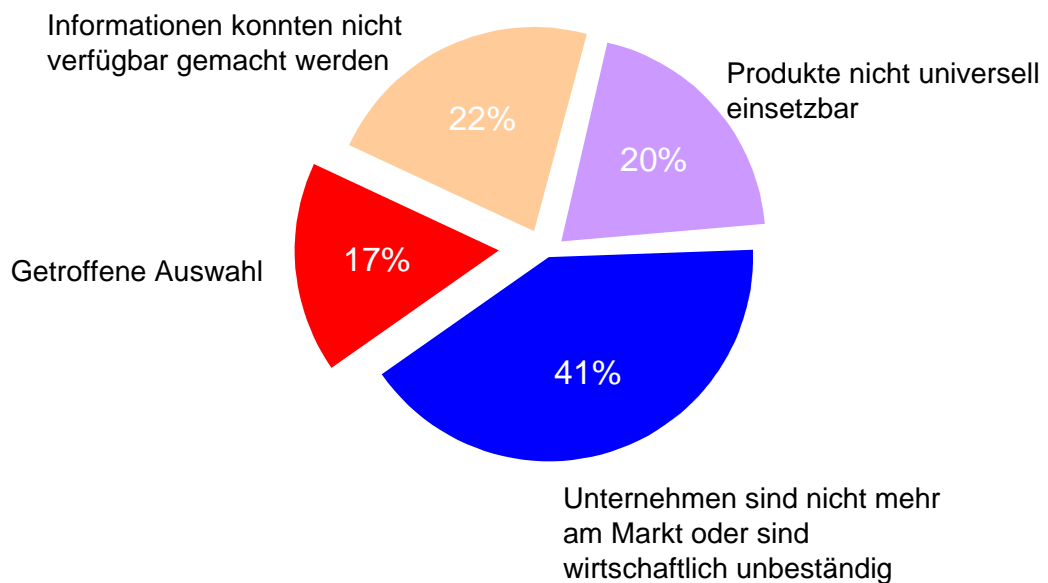


Bild 6-5: Auswirkungen der Eingrenzungskriterien auf die Auswahl

Zehn WfMS, die die für eine weitere Untersuchung erforderlichen Kriterien am geeignetsten erfüllen, wurden ausgesucht. Mit der Auswahl der für die weiteren Untersuchungen geeigneten Systeme ist der Abschnitt Marktanalyse abgeschlossen. Die erlangten Ergebnisse bilden die Inputdaten einer Systematik, mit deren Hilfe die Auswahl der WfMS in Hinblick auf die Anwendbarkeit im Fehlermanagement weiter differenziert werden soll.

### 6.3 Umsetzung der Auswahlssystematik

Nachdem im vorhergehenden Abschnitt die grundlegende Beschreibung der Auswahlssystematik erfolgt ist und mit der Ermittlung der benötigten Inputdaten alle vorbereitenden Maßnahmen für die Durchführung der QFD getroffen sind, behandelt dieser Abschnitt die eigentliche Umsetzung mit allen dafür erforderlichen Schritten.

#### 6.3.1 Ermittlung der Bedeutung der WfMS Funktionen

Nach der Bestimmung der Anforderungen des Fehlermanagements und der Funktionen von WfMS wird im zweiten Schritt der Auswahlssystematik die erste QFD durchgeführt. Hauptgegenstand ist dabei die Ermittlung der Korrelationen zwischen den Funktionen und den

Anforderungen. Die Funktionen werden bezüglich ihrer Einflussnahme bei der Erfüllung der Anforderungen in drei Kategorien unterteilt. In diesem Zusammenhang werden *Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen*, innerhalb der Matrix durch einen ausgefüllten Kreis (●) gekennzeichnet. Programmintern (QFD Capture) entspricht dies einer Wertigkeit von neun und gleichzeitig dem höchsten Grad der Einflussnahme. Diese Funktionen leisten einen entscheidenden Beitrag zur Erfüllung der jeweiligen Anforderung oder können innerhalb bestimmter Grenzen sogar komplette Aufgaben des Fehlermanagements übernehmen.

*Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen*, werden hingegen durch einen unausgefüllten Kreis gekennzeichnet (○) und mit einer Wertigkeit von drei belegt. Diese Funktionen können die jeweiligen Anforderungen des Fehlermanagements zwar nicht komplett abdecken, erfüllen jedoch entscheidende Nebenaufgaben und schaffen so wichtige Voraussetzungen für die Anforderungserfüllung, oder unterstützen auf diese Weise die Ausführung anderer Funktionen.

*Funktionen des WfMS, die zur Erfüllung der Anforderungen nur indirekt beitragen*, werden im House of Quality durch ein Dreieck gekennzeichnet (△), was einer mathematischen Wertigkeit von eins entspricht. Diese Funktionen sind zur direkten Erfüllung der Anforderung nicht notwendig, tragen jedoch indirekt zur Anforderungserfüllung bei, indem sie steuernde, verarbeitende oder koordinierende Aufgaben übernehmen und so die Abläufe innerhalb des Fehlermanagements unterstützen. Funktionen, die in diesem Sinne innerhalb der Matrix mit keiner Kennzeichnung versehen sind, haben bezüglich der jeweiligen Anforderung des Fehlermanagements keinen, oder einen nur vernachlässigbar kleinen, Einfluss. Im Folgenden soll die Festlegung der Korrelationsbeziehung anhand der eben beschriebenen Grade vorgenommen werden.

Zur Darlegung der Korrelationsbeziehungen sind für jede Anforderung die Funktionen aufgeführt, die in einer der oben beschriebenen Weise zu deren Erfüllung beitragen. Die Funktionen sind dabei nach dem Grad der Anforderungserfüllung geordnet, und mit dem entsprechenden Symbol, wie es auch im House of Quality verwendet wird, gekennzeichnet. Die bezüglich der jeweiligen Anforderung getroffenen Annahmen werden im Anhang A kurz erläutert.

Abschließend mit der Festlegung der Korrelationsbeziehungen zwischen den Funktionen eines WfMS, und der Anforderung der Wirtschaftlichkeitsprüfung, sind alle Abhängigkeiten zwischen Funktionen und Anforderungen systematisch bewertet, und können wie in Bild 6-6 im House of Quality dargestellt werden.

Das Verfahren der QFD sieht darüber hinaus in der Regel eine Darlegung der Korrelationsbeziehungen innerhalb der Funktionen vor, um die Auswirkung sich gegenseitig positiv oder negativ beeinflussender Funktionen gezielt hervorzuheben und im Berechnungsverfahren zu berücksichtigen. Dies geschieht üblicherweise im sogenannten „Dach“ des House of Quality. Im Rahmen dieser Arbeit wird auf die Untersuchung der Korrelationsbeziehungen der Funktionen von WfMS verzichtet, da zu einem davon ausgegangen werden kann, dass bei der Entwicklung der Systeme durch die Hersteller bereits eine optimierte Abstimmung erreicht wurde, und zum anderen die Zusammenstellung der Funktionen im Zusammenhang mit dieser Untersuchung als vorgegeben anzusehen ist und

daher keine modifizierbare Variable darstellt. Um eine gleichwertige Berücksichtigung der Anforderungen zu gewährleisten, wird während der Durchführung der QFD auf deren unterschiedliche Gewichtung verzichtet.

Mit den so getroffenen Eingaben kann das Ergebnis der ersten QFD der Auswahlsystematik als Gewichtung der WFMS - Funktionen ermittelt werden. Zu diesem Zweck wird durch das verwendete Programm die Summe der Einzelbewertungen der jeweiligen Funktion gebildet und im „Fuß“ des House of Quality als Zahlenwert dargestellt. Neben der absoluten Wertigkeit wird vom Programm auch der Anteil an der Gesamtfunktionalität ausgegeben.

Dieses Zwischenergebnis geht als Gewichtung in Verbindung mit den Funktionen eines WfMS, neben den durch die Marktanalyse ermittelten WfMS Anbietern, als Input in die zweite QDF ein und ist temporär unabhängig. Die weitere Verfolgung der Auswahlsystematik durch die Ausführung der zweiten QFD, mit dem Ziel, die Funktionserfüllung durch unterschiedliche WfMS zu untersuchen, wird im folgenden Abschnitt beschrieben.



Standard 9-3-1	
Stark	◆ 9,0
Mittel	○ 3,0
Schwach	△ 1,0

	Modellierung und Simulation von Workflow										Instanzierung und Ausführung von Workflows										Monitoring laufender Vorgänge und Analyse ausgeführter Vorgänge				
	Organisationsmodellierung	Workflow-Modellierung	Applikationsmodellierung	Datenmodellierung	Simulation und Analyse der Workflow-Modelle	Instanzierung von Vorgängen aus Workflow-Modellen	Rollenafösung zur Aktivitätsträgerermittlung	Information der Aktivitätsträger	Synchronisation der Aktivitätsträger	Aufruf, ggf. Parametrisierung von Applikationen	Verwaltung der Workflow-Daten	Erzeugung von Protokollaten	Bereitstellung von Statusinformationen laufender Vorgänge	Bereitstellung von Ressourcenauslastungen	Überwachung von Vorgangswiedervorlagen (zeitbezogene Trigger)	Bereitstellung von Abweichungen zwischen Workflowmodell und Ausführung	Gewichtung								
<b>Anforderung an Fehlererkennung</b>																									
Prozessüberwachung	○	◆	○	○	◆		△	△	△	△	△	◆		○	◆		1,0								
Fehlererfassung - automatisch						△			◆	◆		◆			◆		1,0								
Fehlererfassung - rechnergestützter Dialog	△		○	○		△	△	△	◆	◆		○			○		1,0								
Erfassung von Kundenbeanstandungen	△		○	○			△	△	◆	◆							1,0								
<b>Anforderung an Fehlerisolierung</b>																									
Systematische Fehlerbeschreibung	△	◆	○	◆			△	△	△	○	◆	◆					1,0								
Vergleich mit Erfahrungsdaten			○	◆						△	○	△					1,0								
Klassifizieren des Fehlers		◆	○	◆						△	△	○	◆	◆			1,0								
Einleitung von Sofortmaßnahmen	○	◆	◆	○	◆	◆	○	◆	◆	◆		○	○	○	○		1,0								
Systematische Bestimmung der Fehlerursache		◆	○	◆		○				△	○	△		○			1,0								
Bestimmung und Information der Zuständigkeiten	◆	○	○	◆		○	◆	◆	○	△	△			○			1,0								
<b>Anforderung an Fehlerbehebung</b>																									
Auswahl einer systematischen Problemlösung		◆	○	◆	○					△	△	△	△	△	△		1,0								
Durchführung einer systematischen Problemlösung	○	◆	◆	○	◆	◆	○	◆	◆			○	○	○	○		1,0								
Wirksamkeitsprüfung		◆	○	○	◆	△				○	○	○	◆	◆	◆	◆	1,0								
Rückmeldung an alle Beteiligten	○	○	△	△			◆	◆	◆			△	△	◆			1,0								
<b>Prozessübergreifende Anforderungen</b>																									
Protokollierung aller Abläufe										◆	○	◆	○	○	○		1,0								
Funktionsübergreifende Bereitstellung von Informationen	△	△		◆			△	△		◆	◆	○	○		○		1,0								
Qualitätsdatenauswertung			◆	◆					◆	○	○						1,0								
Wirtschaftlichkeitsprüfung	○	○	◆	◆	◆		○			○	○	△	○	○			1,0								
<b>Bedeutung der Funktionen</b>		3,4	28																						
<b>Prozentuale Bedeutung</b>		3,4	10,1	8,2	6,7	12,3	10,0	5,9	4,8	3,3	2,7	3,9	3,2	5,0	4,1	3,0	2,4								
Max = 12,3																									
Min = 3,0																									

Bild 6-6: House of Quality 2.Schritt

### 6.3.2 Ermittlung der Funktionserfüllung durch die WfMS

Im dritten und damit letzten Abschnitt der Auswahlssystematik, werden die unter Beachtung der aktuellen Marktsituation ausgewählten WfMS der unterschiedlichen Anbieter bezüglich ihres Erfüllungsgrades und der im zweiten Schritt gewichteten Funktionen, untersucht. Wie im vorhergehenden Schritt, wird die Voraussetzung einer systematischen Vorgehensweise durch die Methodik des QFD geschaffen.

Die Inputdaten, die innerhalb der QFD bestimmen was zu erfüllen ist, und deren Eintragung im House of Quality, in der Liste auf der linken Seite neben der Korrelationsmatrix, erfolgt, werden in diesem Fall durch die Funktionen der WfMS gebildet. In die über der Korrelationsmatrix angeordnete Liste werden als zweite Gruppe von Inputdaten die zehn auf Basis der Marktuntersuchung ermittelten WfMS eingetragen (siehe hierzu Bild 6-7). Im Gegensatz zur Ausführung des ersten QFD wird in diesem Fall eine Gewichtung der Anforderungen vorgenommen, indem das Ergebnis des ersten Abschnitts der Auswahlssystematik in die QFD eingebunden wird. Diese Verknüpfung kann mit Hilfe des zur Unterstützung verwendeten Programms QFD Capture automatisch ausgeführt werden. Da die WfMS nicht in Kombination miteinander im Fehlermanagement eingesetzt, und voneinander unabhängig untersucht werden, haben sie folglich auch keine Korrelationsbeziehungen zueinander, und die Darstellung im „Dach“ des House of Quality bleibt aus.

Analog zur Durchführung der QFD im zweiten Schritt besteht der Hauptgegenstand dieses Abschnittes in der Bestimmung der Korrelationsbeziehungen. In diesem Fall werden die WfMS den zu erfüllenden Funktionen gegenübergestellt. Die Bewertung basiert hierbei auf einem Evaluationsbogen, der den an der Untersuchung beteiligten WfMS-Anbietern zugesandt und anschließend ausgewertet wurde.

Die Darstellung und Festlegung der Korrelationsbeziehungen erfolgt grundsätzlich wie in Abschnitt 6.3.1 beschrieben. Dazu wird ermittelt, zu welchem Grad die in der Marktanalyse ausgewählten WFMS die geforderten Funktionen erfüllen. Die Bewertung der Systeme im Rahmen dieser zweiten QFD erfolgt dabei anhand einer relativen Betrachtungsweise. Auch hier werden wieder drei Grade unterschieden, die entsprechend ihrer Wertigkeit durch Symbole analog zum ersten QFD gekennzeichnet werden. *WfMS, die die geforderte Funktion in besonderem Maße erfüllen*, werden in diesem Zusammenhang mit der höchsten Wertigkeit von neun versehen und durch einen ausgefüllten Kreis gekennzeichnet (●). Hierbei handelt es sich um Systeme, die im geforderten Bereich eine hohe Funktionalität besitzen und dazu häufig eigens dafür konzipierte Module bereitstellen.

Im Folgenden sollen die aufgrund der Auswertung der Bögen getroffenen Korrelationsbeziehungen wiedergegeben werden. *WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen*, werden programmintern (QFD Capture) mit einer Wertigkeit von drei belegt und mit einem unausgefüllten Kreis gekennzeichnet (○). Diese Systeme besitzen in Relation zu den höher bewerteten WFMS, eine geringere Funktionalität in dem geforderten Bereich, erfüllen die vom Fehlermanagement gestellte Anforderung jedoch ausreichend. *WfMS, die die geforderte Funktion partiell erfüllen*, werden mit der geringsten Wertigkeit von eins belegt und durch ein Dreieck gekennzeichnet (△). Die Systeme können die geforderte Funktion im Sinne des Fehlermanagements ohne programmtechnische Modifizierung oder den Einsatz zusätzlicher Systeme nur teilweise oder indirekt erfüllen. WfMS, die in Bezug auf eine Funktion

mit keiner Wertung versehen wurden, erfüllen die Anforderungen nicht, oder es lagen hierzu keine ausreichenden Informationen vor.

Zur Darlegung der Korrelationsbeziehungen sind für jede Funktion die WfMS aufgeführt, die in einer der oben beschriebenen Weise zu deren Erfüllung beitragen. Die Funktionen sind dabei nach dem Grad der Anforderungserfüllung geordnet und mit dem entsprechenden Symbol, wie es auch im House of Quality verwendet wird, gekennzeichnet. Die zur Erfüllung der jeweiligen Anforderung durch die WfMS bereitgestellten Funktionalitäten werden im Anhang B kurz erläutert.

Nachdem die Funktionalitäten der WfMS bezüglich der durch das Fehlermanagement gestellten Anforderungen vollständig erfasst und bewertet wurden, können die Ergebnisse in das House of Quality übernommen, und mit dessen Hilfe weiterverarbeitet werden. Das folgende **Bild 6-7** zeigt das im Rahmen des dritten Schrittes der Auswahlsystematik erstellte House of Quality:

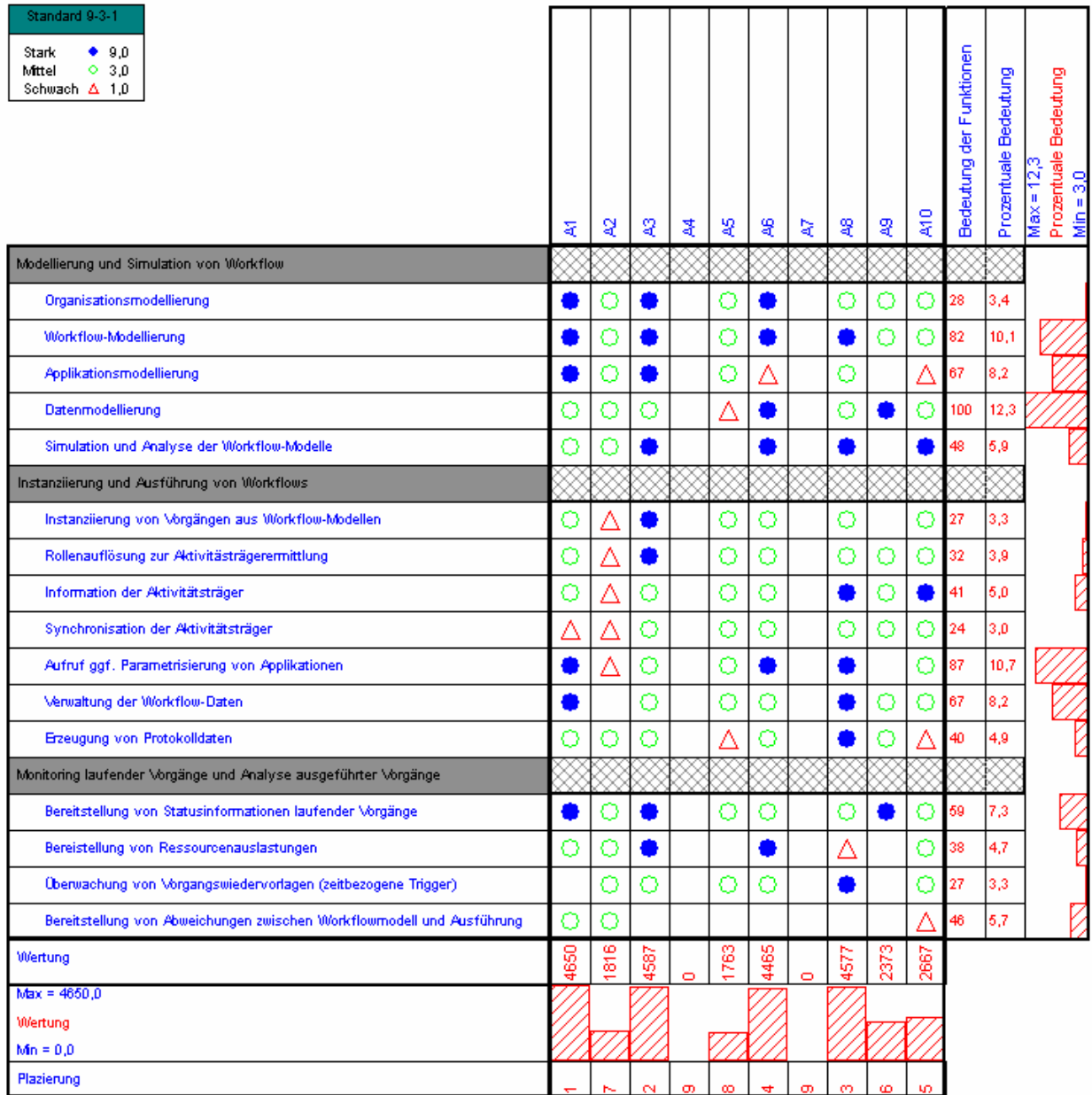


Bild 6-7: House of Quality, 3.Schritt

Die Verarbeitung der getroffenen Einzelbewertungen innerhalb der zweiten QFD erfolgt, wie schon beschrieben, unter Berücksichtigung einer unterschiedlichen Gewichtung der Funktionen. Dazu wird das Ergebnis der ersten QFD in die rechts neben der Korrelationsmatrix stehende Spalte übertragen (**Bild 6-7**). Die Gesamtwertigkeit eines WfMS in Bezug auf die Anwendung im Fehlermanagement wird mittels einer mathematischen Operation ermittelt, die durch das Programm QFD Capture durchgeführt wird. Dabei wird die Summe aus den Produkten der Bewertung der Funktionserfüllung und ihrer jeweiligen Gewichtung gebildet. Das Ergebnis wird, wie schon in der ersten QFD, im Fuß des House of Quality als absoluter Zahlenwert und als Balkendiagramm dargestellt. Zusätzlich wird die erreichte Platzierung innerhalb der Wertung angegeben. Mit der Durchführung der zweiten QFD ist die Auswahlssystematik vollständig durchlaufen und damit auch das Kapitel abgeschlossen. Die abschließende Auswertung des Ergebnisses erfolgt im nächsten Abschnitt.

## 6.4 Auswertung

Durch den im vorhergehenden Kapitel beschriebenen Einsatz der Auswahlssystematik konnte eine Gewichtung der für das Fehlermanagement bedeutenden WfM-Funktionen vorgenommen werden um, darauf aufbauend, eine Bewertung der zehn mittels der Marktanalyse ermittelten WfMS Anbieter durchführen zu können. Die abschließende Auswertung des daraus hervorgehenden Ergebnisses bildet den Gegenstand dieses Kapitels.

Das folgende **Bild 6-8** zeigt in diesem Zusammenhang das im Fuß der zweiten QFD wiedergegebene Endergebnis der Auswahlssystematik.

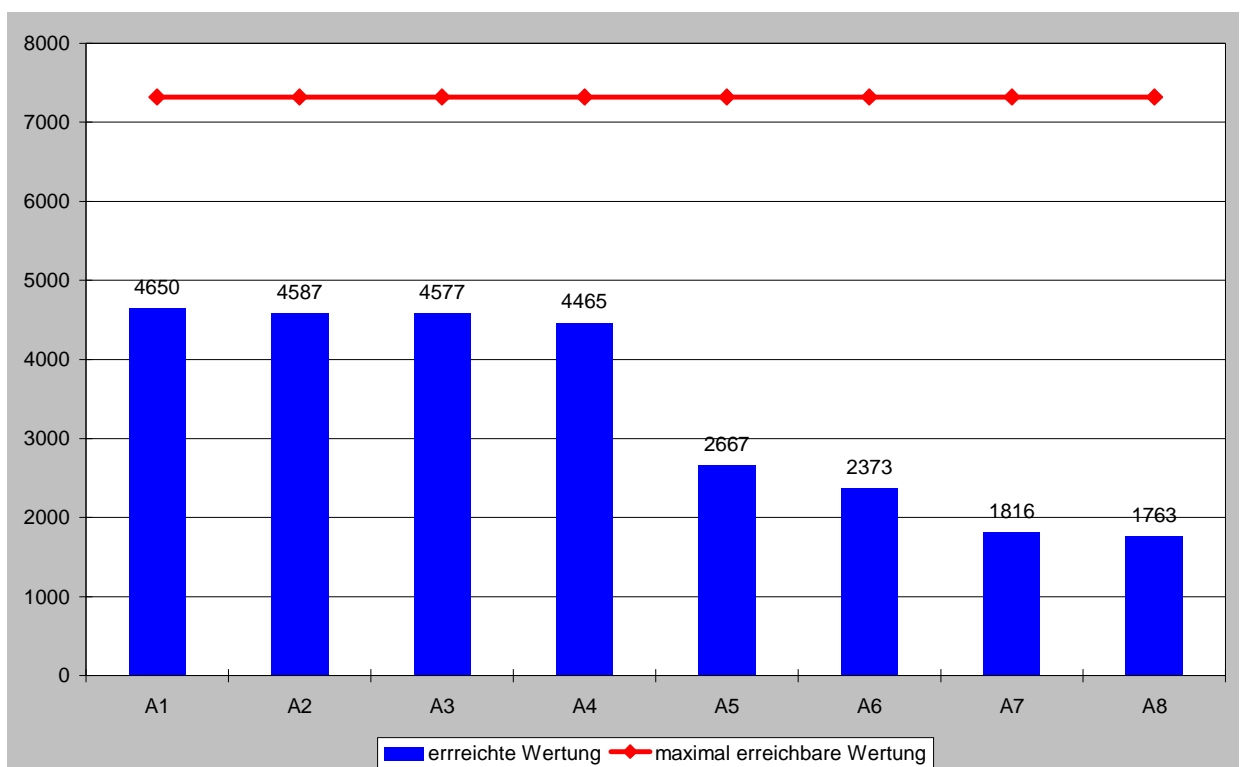


Bild 6-8: Rangfolge der untersuchten Anbieter

Die Abbildung zeigt die von den einzelnen WfMS-Anbietern erreichte Wertung in absteigender Reihenfolge. Die erreichten Wertungen der ersten vier Anbieter A1, A2, A3 und A4 liegen nah beieinander. Es lassen sich jedoch unterschiedliche Ausrichtungen erkennen, wenn man die Bewertung der Einzelbereiche betrachtet (siehe Bild 6-7). So lagen die Stärken der Anbieter A2 und A4 im Bereich Modellierung und Simulation von Workflows, wo sie die höchsten Teilbewertungen erreichten. Im Gegensatz dazu lagen die Kompetenzen der Anbieter A1 und A3 im Bereich Instanziierung und Ausführung von Workflows. Darüberhinaus erfüllte das Produkt der A2 im Bereich Monitoring laufender Vorgänge und Analyse ausgeführter Vorgänge die Anforderungen am besten. Neben den eben erwähnten Stärken waren bei jedem der vier Systeme auch Schwächen auszumachen. So wurden die Funktionen Applikationsmodellierung (A4), Synchronisation der Aktivitätsträger (A1) und Bereitstellung von Ressourcenauslastungen (A3) von den jeweiligen Produkten nur partiell erfüllt. Über die Funktionen Überwachung von

Vorgangswiedervorlagen (A1) und Bereitstellung von Abweichungen zwischen Workflow-Modell und Ausführung (A2, A3 und A4) lagen darüberhinaus keine Informationen vor, und eine Wertung war nicht möglich.

In der Gesamtwertung folgen auf diese vier Anbieter mit größerem Abstand die Anbieter A5, A6, A7 und A8. Die Zusammensetzung der Bewertung dieser Systeme ist Bild 6-7 des zweiten House of Quality zu entnehmen, und soll an dieser Stelle nicht näher erläutert werden. Die Anbieter A9 und A10 *GmbH* wurden im Rahmen dieser Untersuchung mit einer Wertung von Null versehen, da aufgrund der fehlenden Reaktion auf den Evaluationsbogen keine Informationen zu den Produkten vorlagen.

Wie diese Fälle zeigen, ist es erforderlich, bei der Betrachtung der im Rahmen dieser Arbeit erzielten Ergebnisse den Einfluss mangelnder Informationen zu berücksichtigen. So konnten zu bestimmten Funktionen trotz des direkten Kontaktes zu Mitarbeitern und wiederholter Anfragen an die Unternehmen keine Informationen verfügbar gemacht werden. In diesen Fällen ist daher unklar, ob dies auch tatsächlich einer Nichterfüllung der Funktion entspricht. Besonders starke Auswirkungen zeigten sich diesbezüglich auch bei der Bewertung des WfMS der Firma Anbieter A6, zu dessen Funktionalität in sieben Fällen keine Informationen vorlagen. In Untersuchungen, die auf dieser Arbeit aufbauen, sollte daher ein noch größeres Augenmerk auf die Informationsbeschaffung gerichtet werden.

Für den Einsatz der untersuchten WfMS im Fehlermanagement lässt sich unter Betrachtung der Ergebnisse die Aussage treffen, dass zumindest die vier bestplatzierten Systeme (A1, A2, A3 und A4) die an sie gestellten Anforderungen zufriedenstellend erfüllen. Darüberhinaus sind jedoch bei allen Systemen noch erhebliche Verbesserungspotentiale vorhanden, deren Ausschöpfung von den Anbietern genutzt werden kann, um die WfMS für den Einsatz im Rahmen des Fehlermanagements weiter zu qualifizieren. So erreichen selbst die vier bestplatzierten WfMS nur ca. 60 % des innerhalb der Untersuchung angenommenen Optimums an Funktionalität.

Die in dieser Untersuchung erarbeitete Rangfolge der WfMS basiert auf der universellen Erfüllung der gewichteten Funktionen von WfMS bei gleichgewichteten Anforderungen durch das Fehlermanagement. Bei der Auswahl eines WfMS sind daher eventuell die firmenindividuellen Qualitätsstrategien und Anforderungen zu berücksichtigen und die Auswahlsystematik entsprechend zu modifizieren. So kann sich durch die Priorisierung auf eine der drei Funktionsbereiche Monitoring und Simulation von Workflows, Instanzierung und Ausführung von Workflows, und Monitoring laufender Vorgänge und Analyse, die Rangfolge der Systeme ebenso verändern.

## 7 Methodik zur Einführung des Fehlermanagementsystems

Die Einführung eines methodenunterstützten und auf dem Referenzmodell basierenden Fehlermanagements bedarf der Erstellung einer Einführungsmethodik. Diese dient auch dem im Qualitätsmanagement unerfahrenen Anwender als übersichtliche und verständliche Anleitung. Die Einführungsmethodik unterstützt sowohl die Einführung eines neuen als auch die Überarbeitung und Erweiterung eines bereits existierenden Fehlermanagements. Diese verschiedenen Ausgangssituationen, die ein Unternehmen aufweist, erfordern eine individuelle Anpassung des referenzmodellorientierten Fehlermanagements an die jeweilige Unternehmenssituation.

Durch eine Splittung der Gesamtaufgabe zur Einführung des Fehlermanagements in Teilaufgaben wird die Anpassung an die Unternehmenssituation weiterhin bestärkt: Bei einem bereits existierenden Fehlermanagement kann sich der Anwender auf die Teilaufgaben beschränken, die das bereits vorhandene System erweitern können. Durch eine einfache Streichung der bereits erledigten Teilaufgaben wird das Bearbeiten des Fehlermanagements in seiner Komplexität verringert und eine einfachere und schnellere Bearbeitung, durch Aufteilung einzelner Teilaufgaben an Personen oder Gruppen, gewährleistet (CROSTACK ET. AL 2005F).

Um dem Anwender einen großen Spielraum bei der Einführung des Fehlermanagements zu ermöglichen und eine Unabhängigkeit von Vorbedingungen zu gewährleisten, wird eine Phasen-Level-Matrix eingeführt (Bild 7-1). Jede Phase umfasst fünf Levels, die für die Entwicklungsstufen bei der Einführung eines Referenzmodells stehen. Der fünfte Level beinhaltet eine über die reine Erfüllung des Referenzprozesses übergreifende Erweiterung des Referenzmodells. Das angestrebte Zielniveau hat der Anwender bereits mit Abschluss des vierten Levels erreicht.

Von besonderer Wichtigkeit ist der erste Level, welches die Basis für jede Form der Weiterentwicklung bildet. Level 1 beinhaltet grundlegende Fertigkeiten hinsichtlich der jeweiligen Phase des Fehlermanagements. Daher ist es für das Unternehmen erforderlich, Mängel in der ersten grundlegenden Phase von Anfang an zu beseitigen. In den darauf folgenden Phasen zwei und drei erfolgt anhand der Zuordnung von Checkpunkten zu einzelnen Checklistenblättern eine ausgeglichene Verteilung der Entwicklungsschritte. Mittels der Phasen-Level-Struktur soll eine sinnvolle Vorrangsbeschreibung aufgezeigt werden.

Die Phasen-Level-Matrix kombiniert die Vorteile einer unstrukturierten Checkliste samt Teilaufgaben mit einer strengen Hierarchie von aufeinander aufbauenden Handlungsanweisungen: Nur wo es logisch erforderlich ist, werden ablaufbezogene Vorgaben durch die Level-Struktur gemacht. Ein Beispiel an dieser Stelle ist die Verwendung einer Software zur Lösungsunterstützung. Erst nach Einführung und Schulung der Anwender ist eine Lösungsfindung mittels der Software möglich. Dieser Vorgang ist strikt ablaufbezogen. Ablaufunabhängige Problemfälle ermöglichen dem Anwender eine Anwendung der empfohlenen Handlungsschritte in beliebiger Reihenfolge.

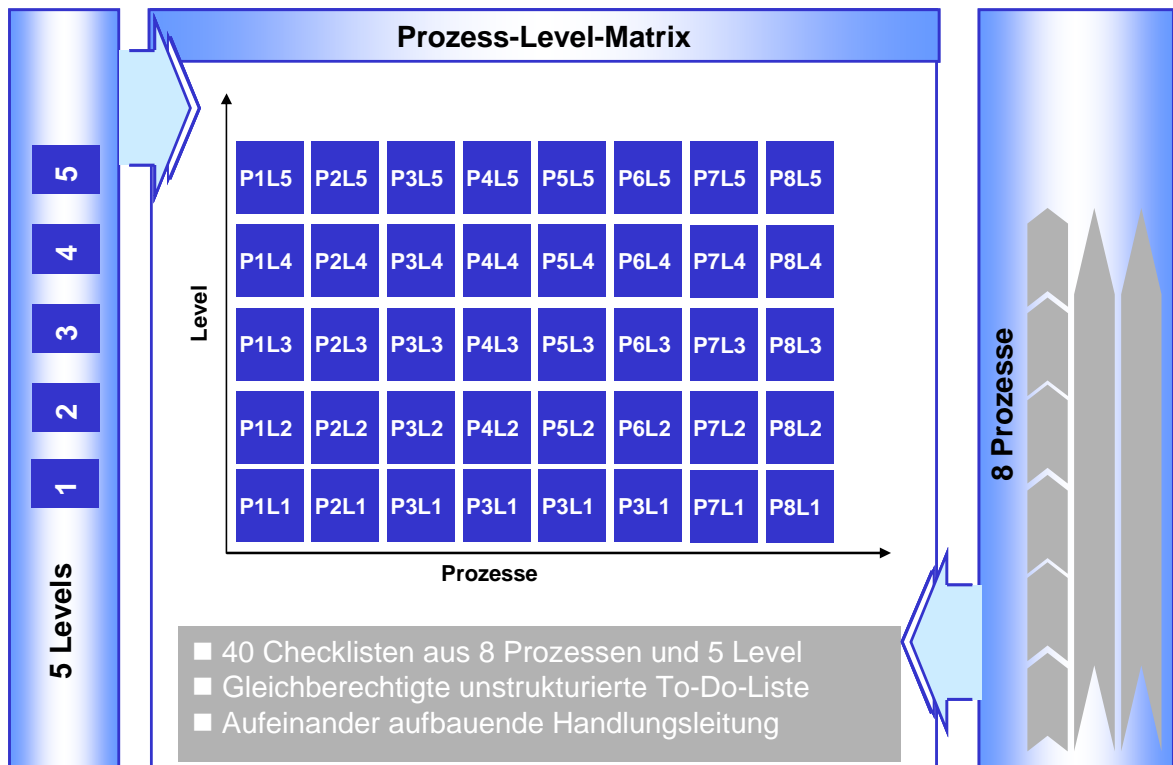


Bild 7-1: Prozess-Level-Matrix

Bei der Einführung eines neuen Fehlermanagementsystems bzw. der Weiterentwicklung eines bestehenden Systems sind im Unternehmen, unter Verwendung der Einführungsmethodik, die folgenden Schritte zu berücksichtigen:

- Selbsteinstufung mit Hilfe des Erfüllungsgrad-Diagramms
- Festlegung der eigenen Ziele bei der Verwendung der Einführungsmethodik, z. B. Erreichung des Referenzmodellniveaus (Phase 4 in allen Phasen) und erweiterter Merkmale (Phase 5) im Bereich „Umsetzung“
- Auswahl und Priorisierung der Einzelschritte
- Festlegung eines Zeitplans für die Umsetzung der Entwicklungsschritte
- Entwicklung der Einzelschritte gemäß dem festgelegten Zeitplan
- Kontrolle des Erfolges der verschiedenen Maßnahmen

## 7.1 Selbsteinstufung

Die Selbsteinstufung bildet den ersten Schritt zur Einführung eines neuen oder Weiterentwicklung eines bereits bestehenden Fehlermanagementsystems. Nach den in der Einführungsmethodik zusammengestellten Kriterien des Referenzmodells erfolgt eine Analyse des Entwicklungsstands des Fehlermanagements im Unternehmen. Der Unternehmensteil, für den die Selbsteinstufung durchgeführt werden soll, wird in einem ersten Schritt vom Nutzer festgelegt. Dieser Unternehmensbereich sollte klar begrenzt sein und eine homogene Struktur bezüglich der Fehlerentstehung und –behandlung aufweisen. Ein Beispiel für einen solchen



Unternehmensbereich ist die Fertigung einer Erzeugnisgruppe. Die in der Einführungsmethodik als Fragen formulierten Kriterien werden auf diesen Bereich angewendet und vom Nutzer daraufhin analysiert, ob und wie angemessen das jeweilige Kriterium im betrachteten Bereich erfüllt ist. Zur Bewertung werden vom Nutzer Punkte vergeben, in der Skala von 0 (Kriterium nicht erfüllt) bis 10 (Kriterium voll erfüllt).

<b>Punkt- zahl</b>	<b>im FM- System der Firma festgelegt</b>	<b>wirksamkeit nachgewiesen</b>	<b>Erläuterung</b>
10	ja	ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regelmäßige Anwendung</li> <li>- Sehr gute Ergebnisse</li> <li>- Dokumentierte Verfahren und Abläufe</li> </ul>
8	nein	ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regelmäßige Anwendung</li> <li>- Gute Ergebnisse</li> <li>- Keine Dokumentation</li> </ul>
6	ja	Über- wiegend (75 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unregelmäßige Anwendung</li> <li>- Befriedigende Ergebnisse</li> <li>- Dokumentierte Verfahren und Abläufe</li> </ul>
4	nein		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorhanden und anwendbar</li> <li>- Befriedigende Ergebnisse</li> <li>- Keine Dokumentation</li> </ul>
0	ja/nein	nein	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nicht vorhanden</li> <li>- Ungenügende Ergebnisse</li> <li>- Unabhängig von der Dokumentation</li> </ul>

Tabelle 7-1: Bewertungsschema

Als Ergebnis der Ist-Analyse können somit Kennzahlen ermittelt werden, die bei Einhaltung der definierten Bewertungsregeln und einer vergleichbaren Bewertungsbasis auch für bereichs- oder unternehmensübergreifende Vergleiche geeignet sind. Diese Kennzahlen werden als Erfüllungsgrade bezeichnet.

Für jede Phase können so Erfüllungsgrade ermittelt werden. Der Erfüllungsgrad einer Phase ergibt sich aus dem Verhältnis der tatsächlich erreichten Punktzahl zur maximal möglichen

Punktzahl, die sich aus der Anzahl der jeweiligen Fragen multipliziert mit der maximalen Punktzahl (10 Punkte) berechnet.

$$E_{ges} = \frac{\sum \text{Punkte}}{10 \times n} \times 100$$

Legende:

$E_{ges}$  = Gesamterfüllungsgrad (in %)

$n$  = Anzahl der Kriterien

Zur Aufdeckung besonders schlechter Erfüllungsgrade einzelner Kriterien wird eine sogenannte „kritische Grenze“ im Bewertungsschema definiert. In vorliegender *Tabelle 7-1* ist die kritische Grenze bei vier Punkten festgelegt, da ab dieser Grenze die Wirksamkeit eines Teilschrittes nicht vollständig im System nachgewiesen werden kann. Eine bestimmte Methode wird zwar überwiegend im Unternehmen angewendet, es lässt sich jedoch darauf schließen, dass dieses willkürlich durch die Mitarbeiter geschieht, da sowohl eine Dokumentation, als auch die Einbindung im FM-System fehlen.

Erst wenn alle Kriterien, d.h. alle Einzelfragen größer oder gleich sechs Punkte sind, gilt die Checkliste als abgeschlossen und damit die Anforderungen der Level als erfüllt. Der Erfüllungsgrad ist somit größer oder gleich 60 %. In der Phasen-Level-Matrix wird dieser Bereich grün markiert. Wenn in einer Checkliste mindestens eine Frage mit vier oder weniger Punkten bewertet wird, oder wenn der Erfüllungsgrad größer oder gleich 40 %, aber kleiner 60 % ist, dann wird dieses Feld der Phasen-Level-Matrix gelb markiert. Dies bedeutet, dass der Erfüllungsgrad zwar akzeptabel ist, die kritische Grenze aber mindestens bezogen auf ein Kriterium unterschritten wird. Die Checkliste wird als abgeschlossen betrachtet, jedoch mit dem Hinweis, dass das kritische Kriterium einer Verbesserung bedarf. Wenn der Erfüllungsgrad der Checkliste kleiner als 40 % ist oder mindestens eine Frage mit 0 bewertet wird, markiert man das zugehörige Feld der Phasen-Level-Matrix bei Abbildung der Ist-Situation rot, was bedeutet, dass dieser Bereich enorme Mängel aufweist. Um die Belange des Referenzmodells erfüllen zu können, ist eine Beseitigung dieser Mängel erforderlich.

## 7.2 Festlegung der eigenen Ziele

Nach Analyse der Ist-Ausprägung des im betrachteten Bereich ggf. existierenden Fehlermanagements erfolgt eine Festlegung der Unternehmensziele, speziell des betrachteten Unternehmensbereiches, seitens des Nutzers. Von Bedeutung ist hierbei, neben der Berücksichtigung von sich aus Kunden- und Markterfordernissen ergebenden unternehmensinternen Vorgaben, die Orientierung des Nutzers an den Erfordernissen des im betrachteten Bereich durchgeführten Prozesses. Eine schnelle Fehlerbehandlung führt nicht nur zu beispielsweise einer Erhöhung der Kundenzufriedenheit, sondern desweiteren zu einem flüssigen Prozessablauf und demzufolge zu einer Reduzierung der Kosten und der Durchlaufzeiten im betrachteten Bereich. Bei der Konkretisierung der allgemeinen Ziele im Fehlermanagement bietet die Einführungsmethodik durch ihre Level-Struktur wichtige Anhaltspunkte. Um die Umsetzung des Referenzmodells durchführen zu können, muss der Nutzer mindestens die Kriterien bis zum vierten Level erfüllen. Level fünf bietet die Möglichkeit

der Auswahl von zusätzlichen Erweiterungen, die sich entsprechend gut mit dem Referenzmodell verbinden lassen.

### **7.3 Auswahl und Priorisierung der Einzelschritte**

Nachdem der Nutzer im ersten Schritt die Ist-Situation des Fehlermanagements im betrachteten Bereich ermittelt, und im zweiten Schritt die eigenen Ziele definiert hat, kann er nun die durchzuführenden Einzelschritte festlegen. Er hat dazu alle Kriterien, für welche ein nicht ausreichender Erfüllungsgrad ermittelt wurde, zu betrachten. Sämtliche dieser Einzelschritte sind dabei zu bearbeiten. Die Reihenfolge der Bearbeitung hängt neben einer möglichen unternehmens- oder bereichsinternen Priorisierung besonders von den Vorbedingungen der jeweiligen Einzelschritte und der damit verbundenen Level-Einstufung in der Einführungsmethodik ab. Zunächst hat der Nutzer die Phasen des Referenzmodells zu ermitteln, in welchen die größten Unterschiede zwischen dem gewünschten Zielniveau und der ermittelten Ist-Situation bestehen. In diesen Phasen sollte mit der Entwicklung des Fehlermanagements begonnen werden. Es wird empfohlen, zunächst diejenigen Einzelschritte zu bearbeiten, welche in den niedrigen Levels eingeordnet sind, da hier erhebliche Defizite zu vermuten sind. Hierbei ist zu beachten, dass sämtliche Vorbedingungen, welche auf dem jeweiligen Checklistenblatt vermerkt sind, erfüllt sein müssen.

Nachdem einige Einzelschritte umgesetzt wurden, sollte in regelmäßigen Abständen die Betrachtung der Ist-Situation aktualisiert werden. Dies dokumentiert nicht nur den Fortschritt besonders anschaulich, sondern bietet auch jeweils eine Basis zur Planung der weiteren Vorgehensweise.

### **7.4 Festlegung eines Zeitplans**

Nachdem die Einzelschritte zur Bearbeitung ausgewählt und in ihrer Priorität und Reihenfolge festgelegt worden sind, ist ein Zeitplan aufzustellen. Dies ist für eine reibungslose Umsetzung von besonderer Bedeutung. Zeitverzögerungen können so vermieden werden. Diese können vor allem immer dann entstehen, wenn für die Umsetzung eines Einzelschrittes die Ergebnisse eines als Vorbedingung definierten Einzelschrittes erst erarbeitet worden sind. Einige Einzelschritte können, abhängig von den im Unternehmen üblichen Veränderungsprozessen, relativ viel Zeit benötigen. Beispiele sind hier Beschaffungsmaßnahmen, welche zunächst in verschiedenen Abteilungen bearbeitet werden müssen und dann eine Lieferzeit beinhalten. Auch die besonders wichtige Einbeziehung der Mitarbeiter und des Betriebsrates erfordert Rücksichtnahme und entsprechende Zeit. Zur Erstellung eines Zeitplanes sollte daher zunächst eine grobe Abschätzung der für die Einzelschritte voraussichtlich zu veranschlagenden Zeiten vorgenommen werden. Hieraus kann der sog. „kritische Pfad“ bestimmt werden und eine Vor- oder Rückwärtsterminierung vorgenommen werden.

### **7.5 Entwicklung der Einzelschritte**

Die individuell festgelegte Umsetzung des Referenzmodells mit Hilfe der Einführungsmethodik erfolgt dann sukzessive. Die Reihenfolge der Umsetzung der Einzelschritte kann der Nutzer dabei, wie beschrieben, frei wählen.

Da die Einzelschritte abgeschlossene Aufgaben beinhalten, können diese teilweise an verschiedene Mitarbeiter delegiert werden. So kann eine Einzelaufgabe jeweils von einem für den entsprechenden Bereich kompetenten Mitarbeiter oder einer Gruppe aus Mitarbeitern verschiedener Qualifikationen durchgeführt werden. Durch die Aufteilung der Einzelaufgaben ist außerdem eine Verteilung der mit den Einzelschritten verbundenen Arbeit möglich.

Für die Umsetzung der vorgeschlagenen Einzelschritte reicht die kurze Beschreibung in der Einführungsmethodik bei weitem nicht aus. Sie soll nur einen Anhaltspunkt geben, welche Aufgaben zur Entwicklung eines umfassenden Fehlermanagements erforderlich sind und wie diese aussehen können. Für eine konkrete Umsetzung muss sich der Mitarbeiter oder die Gruppe zunächst entsprechendes Expertenwissen aneignen. Gegebenenfalls müssen externe Berater hinzugezogen werden.

## 7.6 Erfolgskontrolle

Nach der Umsetzung der Maßnahmen erfolgt im weiteren Verlauf eine Erfolgskontrolle, um sicherzustellen, dass die erwünschten und in der Einführungsmethodik vorgegebenen Ziele erreicht wurden. Dabei stellen die Einzelschritte die Basis für das weitere Vorgehen, sprich die darauf folgenden Einzelschritte, dar. Erst wenn die Ergebnisse dieser Einzelschritte von angemessener Qualität sind, kann mit der Umsetzung weiterer Einzelschritte begonnen werden. Zur Erfolgsbewertung sollte der Nutzer die bei der Selbsteinstufung beschriebenen Bewertungskriterien zugrunde legen, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten.

Nach der Durchführung aller zur Bearbeitung festgelegten Einzelschritte hat der Nutzer die Ausprägung des Fehlermanagements dem vorher definierten Zielniveau angepasst. Eine Dokumentation erfolgt mittels der regelmäßigen Selbsteinschätzungen und der entsprechenden Auswertung anhand des Box-Diagrammes (Bild 7-1). Die Maßnahmen zur Optimierung des Fehlermanagements sollten damit jedoch nicht beendet sein. Die durch gelbe und rote Felder gekennzeichneten Defizite weisen einen hohen Optimierungsbedarf auf. Zudem sollten auch diejenigen Kriterien einer Optimierung unterzogen werden, welche zwar mit über sechs, jedoch unter zehn Punkten, bewertet worden sind. Bei diesen Kriterien sind entweder die Ergebnisse nur befriedigend, die Anwendung unregelmäßig, oder es fehlt eine Dokumentation. Eine Optimierung der Einzelschritte ist daher im Laufe der Bearbeitung von nicht oder nur unzureichend erfüllten Kriterien, oder spätestens nach Erreichen des Zielniveaus, zu empfehlen.

Aufgrund dessen, dass ein Unternehmen einem steten Wandel ausgesetzt ist, sollte das Fehlermanagementsystem den aktuellen Erfordernissen angepasst werden. Um dies zu gewährleisten ist, eine Berücksichtigung von internen, den betrachteten Unternehmensbereich betreffenden, sowie externen Einflüssen vorzunehmen. Beispiele hierfür sind sich verändernde Prozesse, neue Technologien oder neue Erkenntnisse zur Fehler- und Fehlerursachenbehebung. An dieser Stelle ist eine Anpassung des Fehlermanagements erforderlich, und es werden neue, effizientere Möglichkeiten zur Fehler- und Fehlerursachenbehebung gegeben. Ein Beispiel für externe Einflüsse sind veränderte Markterfordernisse und/oder Kundenwünsche.

Eine Einbeziehung des Fehlermanagementsystems in ein kontinuierliches Verbesserungsmanagement ist ratsam. Das Fehlermanagementsystem sollte weiterhin einer regelmäßigen Überprüfung unterzogen werden. Zu diesem Zweck kann die beschriebene Selbsteinschätzung genutzt werden, wenn zudem die Zieldefinition an die neuen Erfordernisse angepasst wird. Die Einführungsmethodik kann desweiteren auch zur langfristigen Pflege des Fehlermanagementsystems eingesetzt werden, wenn der Nutzer neue unternehmensspezifische Kriterien ergänzt.

Der Schritt der „Selbsteinschätzung“ samt der dazugehörigen Auswertung kann auch durch Vergleich verschiedener Unternehmensbereiche oder verschiedener Unternehmen, Anwendung finden. Als Voraussetzung dafür sollten die Zielniveaus ähnlich sein, und die Fehler und deren Behandlung sollten sich in Art und Schwierigkeit nicht erheblich unterscheiden.

## 7.7 Software Unterstützung

Zur Unterstützung der Mitarbeiter beim Gesamtverständnis des Modellzusammenhangs,, dessen Einführung und dem richtigen Einsatz der unterschiedlichen Methodenmodule, wurde ein webbasiertes Tool entwickelt. Das Tool veranschaulicht die unterschiedlichen Schritte des Aufbaus und der Einführung eines ganzheitlichen, effizienten und prozessorientierten Fehlermanagements (*Bild 7-2*).



Bild 7-2: Webbasiertes Tool zur Einführung des Fehlermanagement-Referenzmodells

Dazu werden die Prozesse visualisiert. Dies ermöglicht ein besseres Verständnis der Abläufe und eine schnellere und effektivere Durchführung und Kontrolle der darin enthaltenen Aktivitäten. Besonders wichtig ist das Tool bei der Modularisierung der Methoden und deren Verknüpfung mit den dazugehörigen Teilschritten im Fehlermanagementmodell. Es wird für die Mitarbeiter deutlich, welche Methode und welches Modul für die Informationssuche, Informationsauswertung, Lösungsfindung und Aktivitätenumsetzung erforderlich sind (*Bild 7-3*).

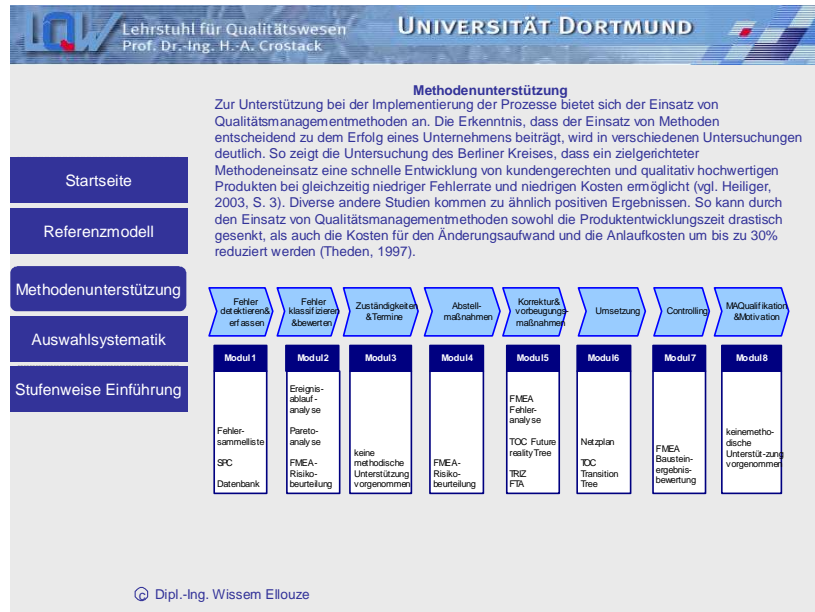


Bild 7-3: Zuordnung der Methoden zu den dazugehörigen Prozessschritten

Für die Auswahl einer geeigneten Software zur Implementierung des Fehlermanagement-Modells wird die im Kapitel 6 entwickelte QFD in diesem Tool mit eingebunden. Dies ermöglicht einen schnellen Zugriff über die für die Auswahl erforderlichen Anforderungen und deren Änderungen, falls sich die Unternehmensziele im Laufe der Zeit ändern (Bild 7-4).

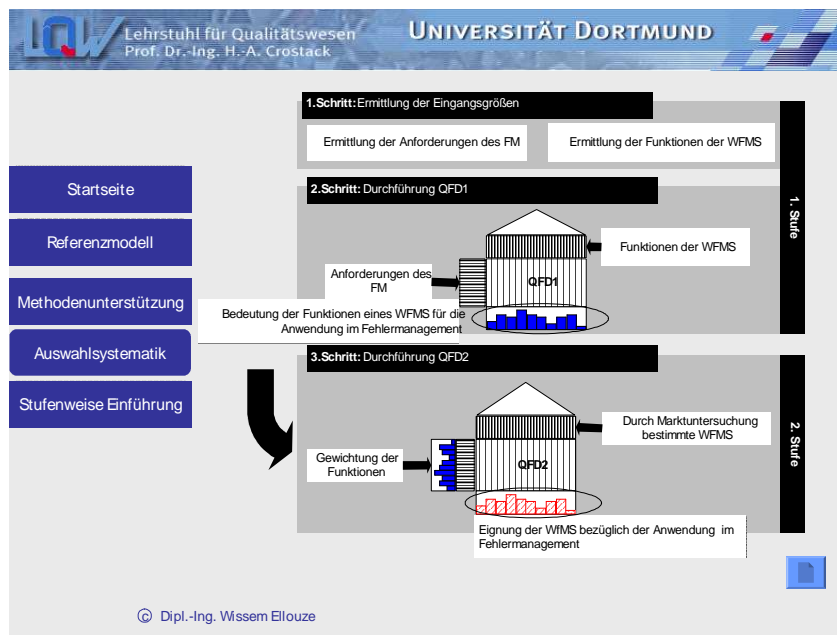


Bild 7-4: Darstellung der Auswahlsystematik im Rahmen des webbasierten Tools

Für die Einführung des ganzheitlichen Fehlermanagements wird im Rahmen des webbasierten Tools die Checkliste für die Auswertung des Ist-Zustandes in jedem Unternehmen abgebildet. Nach einer Bewertung der unterschiedlichen Fragen in dieser Checkliste wird der Ist-Zustand im Unternehmen automatisch abgebildet (Bild 7-5).

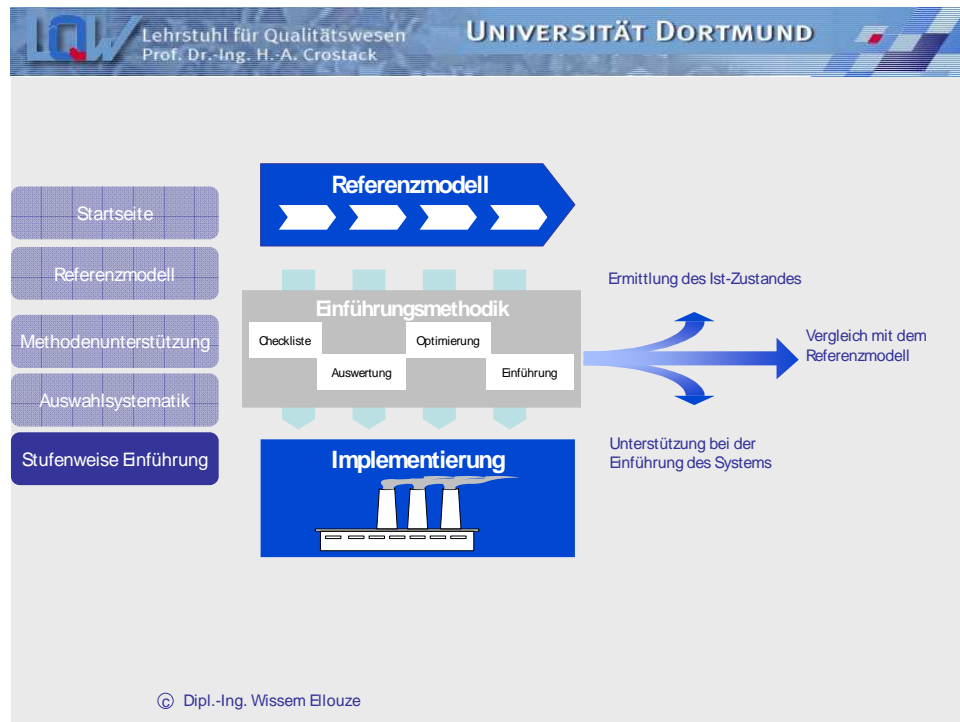


Bild 7-5: Modul Stufenweise Einführung

## **8 Erprobung anhand eines Praxisbeispiels und kritische Diskussion der Ergebnisse**

Im Verlauf dieses Kapitels wird die prototypische Einführung des Modells am Beispiel eines Automobilzulieferers gezeigt. Zunächst werden in Abschnitt 8.1 die Ausgangssituation sowie die unterschiedlichen Prozesse innerhalb des Unternehmens geschildert. Danach stellt Abschnitt 8.2 die Ergebnisse der Selbsteinstufung dar. Abschließend wird im Abschnitt 8.3 der Einsatz eines WfMS erläutert.

### **8.1 Prozessaufnahme**

Innerhalb des, im weiteren Verlauf des Kapitels betrachteten, Unternehmens produzieren mehr als 100 Mitarbeiter in zwei Werken auf einer Fläche von etwa 5.000 m<sup>2</sup> Werkzeuge und Stanzteile, vorwiegend für die Automobilindustrie. Im ersten Werk werden Werkzeuge für den Bereich der Blechumformung entwickelt und produziert. Die im zweiten Werk angesiedelte Stanz- und Umformtechnik fertigt auf modernen Pressen und Stanzautomaten kostengünstig ihre Qualitätsstanzteile von 0,3 bis 10 mm Blechstärke. Die Produktpalette reicht vom Einlegeteil bis hin zum Dauerläufer in Aluminium, Stahlblech oder Federbandstahl, vom Einzelteil bis hin zu montierten Baugruppen.

Für den Ablauf im Rahmen der Arbeit wird in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Fertigungsvorbereitung an der Universität Dortmund ausschließlich das Werk 2, das die eigentliche Produktion beherbergt, betrachtet (CROSTACK ET. AL 2005F). Da die Firma expandiert hat, kommt es zu einem Anstieg der Mitarbeiterzahl. Gleichzeitig entstehen durch neu entwickelte Produktvarianten auch neue Werkzeuge. Durch diese Tatsache bedingt, kommt es innerhalb des Unternehmens auch zu einer Entstehung von neuen Fehlern. Die Mitarbeiter benötigen ein ausreichendes Expertenwissen, um diese Fehler beseitigen zu können. Bei der Unterscheidung zwischen internen und externen Fehlern ist zu vermerken, dass die Quote der externen Fehler auffällig niedrig ist. Auf Grund dieser Erkenntnis werden im Rahmen dieser Arbeit ausschließlich die internen Fehler betrachtet. Der Fokus liegt hierbei bei der Produktkategorie „Flachröhre“, welches 50% des Umsatzes ausmacht. Die Flachröhren durchlaufen während des Herstellungsprozesses 4 Stationen.

Bei Durchführung der Ist-Analyse werden die Fehlermanagementprozesse aufgenommen. Eine erste Einsicht im QM-Handbuch, sowie in der Verfahrensanweisung, gibt einen Überblick über die im Unternehmen dokumentierten Prozesse. Bedingt durch das dynamische Umfeld ändern sich die Prozesse schnell. Es entsteht eine Diskrepanz zwischen den dokumentierten und den gelebten Prozessen. Erst nach Vergleich des dokumentierten mit dem realen Zustand können die wirklichen Prozesse festgehalten werden. Im Rahmen des Fehlermanagements sind drei Hauptprozesse zu unterscheiden. Die bereits bei der Eingangsprüfung entdeckten Fehler werden anhand eines festgelegten Prozesses für die Behandlung von Lieferantenfehlern abgearbeitet. Ein Prozess für die Behandlung interner Fehler regelt die Abläufe für die während der Produktion entstandenen Fehler. Der dritte Hauptprozess beschäftigt sich mit den Kundenreklamationen. Für die weitere Bewertung und Optimierung wird der Fokus, wie im vorhergehenden bereits erwähnt, auf die Behandlung interner Fehler festgelegt.



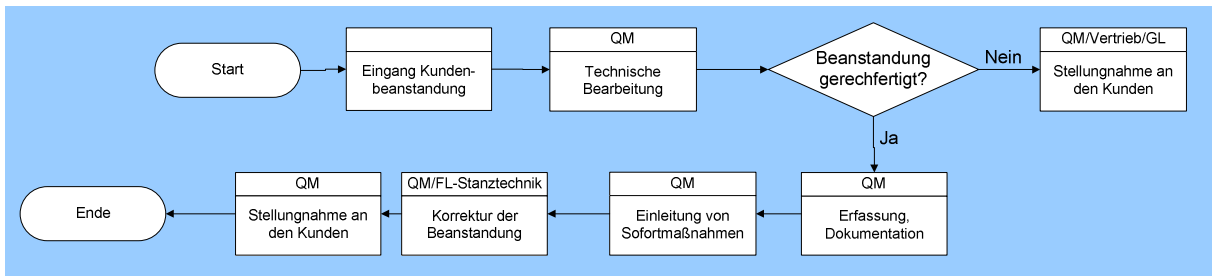


Bild 8-1: Behandlung von Kundenbeanstandungen

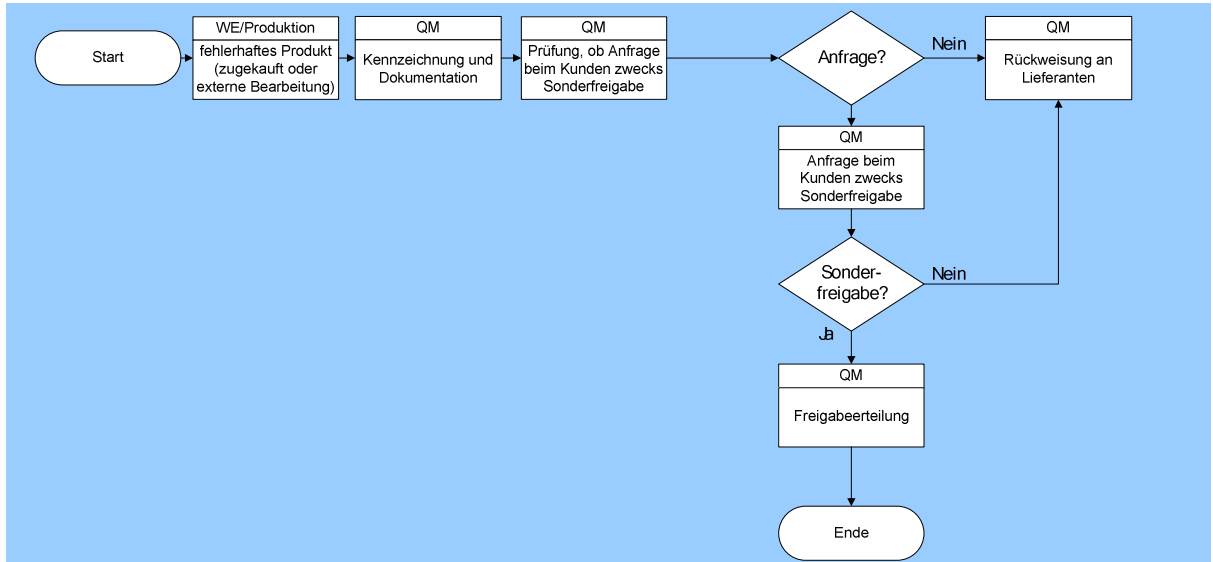


Bild 8-2: Prozess zur Behandlung von Lieferantenfehlern

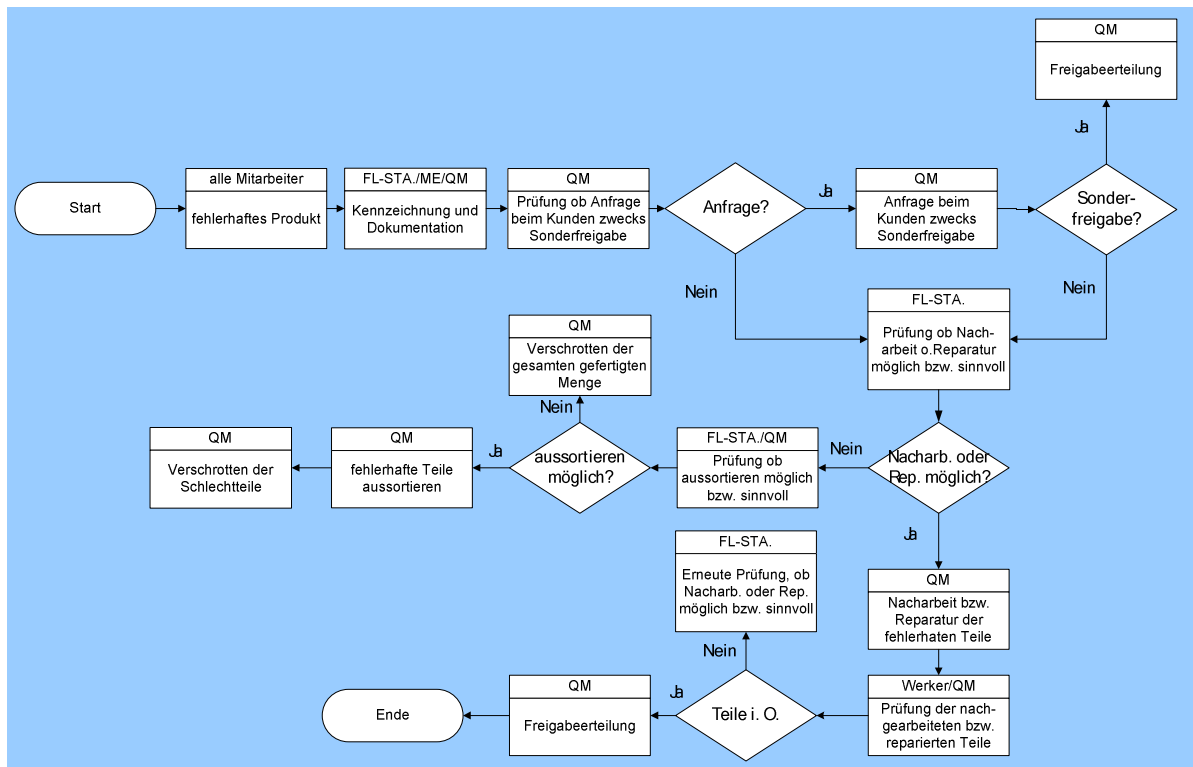


Bild 8-3: Behandlung von internen Fehlern

## 8.2 Einstufung

Mit der Prozessaufnahme war es möglich, die unterschiedlichen fehlermanagementbezogenen Aktivitäten, Dokumente und Verantwortlichkeiten in Bezug auf die Flachröhrenherstellung im Werk 2 zu ermitteln. Für die Verantwortlichkeiten spannte sich der Bogen von der Produktionsabteilung über die Instandhaltung bis hin zum Qualitätsmanagement und der Geschäftsleitung. Die Dokumente umfassten Informationen über Prüfpläne, Prüfanweisungen, Fehlerdaten, Sonderfreigaben, etc. Um die Ist-Analyse zu vervollständigen war es wichtig, einen Vergleich mit den Anforderungen des Referenzmodells zu ermitteln. Dieser ermöglicht dann, mit dem Fokus auf die Unternehmensziele, eine schrittweise Ergänzung der Prozesse, so dass damit ein schnelles und umfassendes Fehlermanagement im Unternehmen implementiert werden kann. Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Einführungsmethodik wird hierfür herangezogen. Im Verlauf einer zweitägigen Sitzung wurden die 138 Fragen der Einführungsmethodik vom QM-Leiter sowie dem Assistenten der Geschäftsführung bewertet. Folgende Ergebnisse wurden erreicht (Vgl. Bild 8-4 und Bild 8-5):

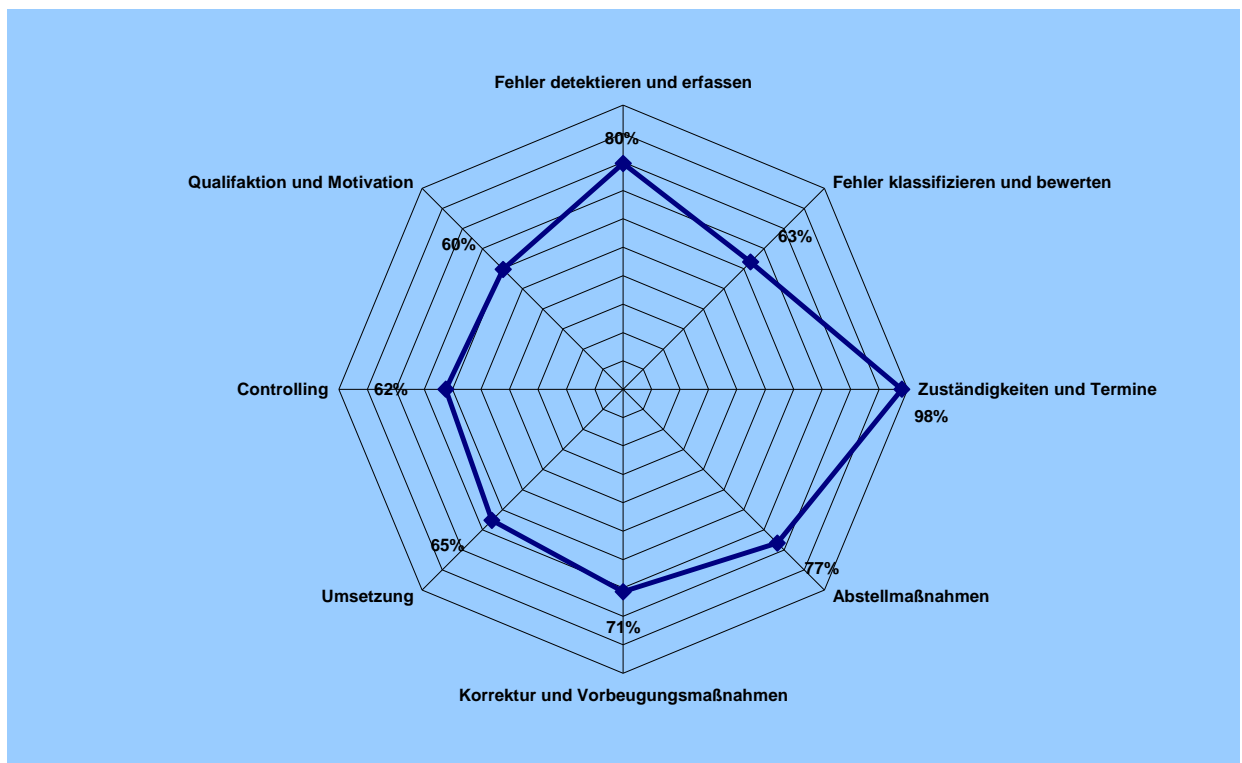


Bild 8-4: Erfüllungsgrad bei der betrachteten Firma

Die Erfüllung der Referenzanforderungen wird mit Abschluss des vierten Levels erreicht. Um die Akzeptanz der Mitarbeiter zu erhöhen, ist eine schrittweise Einführung von enormer Bedeutung. Bei diesem einführenden Optimieren der Prozesse wird der Fokus auf die ersten vier Level gelegt. Somit werden in erster Linie die erforderlichen Aktivitäten erfüllt (die Priorität bei den Verbesserungen liegt hier bei den rot markierten Fällen). An dieser Stelle müssen zuerst Verbesserungsmaßnahmen getroffen werden, bevor die Implementierung weitergeführt wird.

5	Yellow	Yellow	Green	Green	Red	Red	Red	Red
4	Green	Red	Green	Red	Yellow	Green	Red	Red
3	Yellow	Red	Green	Red	Yellow	Green	Green	Yellow
2	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
1	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
Level Prozess	Fehler detektieren und erfassen	Fehler klassifizieren und bewerten	Zuständig- keiten und Termine	Abstell- maßnahmen	Korrektur- und Vorbeugungs- maßnahmen	Umsetzung	Controlling	Mitarbeiter- motivation und - qualifikation

Bild 8-5: Ist-Situation bei der betrachteten Firma

Der Hauptprozess „Fehler klassifizieren und bewerten“ weist bereits im dritten und vierten Level Schwachstellen auf. Probleme treten an diesem Punkt bei dem zentralen Zugriff auf Fehlerdaten sowie beim Einsatz von automatischen Methoden zur Wiedererkennung von Fehlern auf. Die Behebung dieser beiden Schwachstellen wird durch den Einsatz einer globalen Datenbank sowie durch die Entwicklung eines Konzeptes zum Einsatz von Methoden zur automatischen Fehlerwiedererkennung behoben.

Weitere Mängel weist der 4. Hauptprozess „Abstellmaßnahmen“ auf. Die ersten Probleme tauchen hier beim dritten Level auf, wo die Übergabe zwischen den zwei arbeitenden Schichten nicht geregelt ist. Diese kann zu mangelndem Informationsaustausch zwischen den Mitarbeiter führen, und dementsprechend zu Fehlern in der Fertigung. Durch die Entwicklung einer Checkliste für die Schichtübergabe wird gesichert, dass die wichtigen und notwendigen Informationen für einen fehlerfreien Betrieb an die nachfolgende Schicht weitergegeben werden. Der nächste Level stellt sich dem Problem einer fehlenden Software zur Prozessabwicklung. Mit der Einführung einer solchen Software wird dieser Problematik entgegen gewirkt. Bei der Einführung des Workflow-Management-Systems werden auch die Probleme, die sich mit der Erstellung von automatischen Fehlerreporten befassen, mittels des 4. Levels des Hauptprozesses „Controlling“ behoben. Da bis zu diesem Zeitpunkt in der Firma kein Einsatz von WFMS stattgefunden hat, war es zu erwarten, dass keine WFMS- Schulungen angeboten wurden. Dementsprechend ist das 4. Level des Hauptprozesses „Mitarbeitermotivation und –qualifikation“ rot markiert. Bei der Einführung des Systems wird für die betroffenen Mitarbeiter eine Einarbeitung in die Anwendung von WFMS angeboten.

Nach Behebung der schwerwiegenden Mängel werden im zweiten Schritt die mit vier Punkten beantworteten Fragen bearbeitet. Diese korrespondieren mit den gelb markierten Phase im oben abgebildeten Diagramm (vgl. Bild 8-5).

Im ersten Hauptprozess werden die Fehlerdaten in Papierform zentral archiviert. Durch die Einführung des Instrumentariums und die damit verbundene Datenarchivierung und - Speicherung, wird ein schnellerer und leichter zentraler Zugriff auf die Daten ermöglicht. Dazu wurden die Fehlerkosten durch eine Erweiterung des Fehlermeldungsblattes genauer erfasst. Hierfür wurde die Erfassung um die Zahlen Maschinenstillstandszeit, Maschinenummer, Reparaturkosten, Fremdleistung sowie die Kundenbelastungen ergänzt.

Beim Hauptprozess „Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen“ wird auf der einen Seite (Level3) die Abteilung Produktentwicklung nicht regelmäßig über aufgetretene Fehler informiert.

Eine systematische Berichterstattung über die schwerwiegenden Fehler an die Produktentwicklung wird implementiert. Auf der anderen Seite (Level 4) werden fehlende Standardprozesse zur konstruktiven Optimierung der Produkte definiert.

Die letzte Schwierigkeit vor der Einführung des Instrumentariums lag bei den beiden Leveln 1 und 3 des achten Hauptschrittprozesses. In diesem Zusammenhang werden zukünftig einerseits Erfahrungen der Mitarbeiter in Bezug auf das Fehlermanagement regelmäßiger abgefragt, und andererseits soll das innerbetriebliche Vorschlagswesen im Fehlermanagement besser eingebunden werden.

Nachdem die oben genannten Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt worden sind -und dadurch die Anforderungen erfüllt wurden-, bestand die Möglichkeit, das Fehlermanagementssystem einzuführen.

Um eine optimale Anwendung der im Unternehmen eingesetzten Methoden zu gewährleisten, erfolgte eine Bereitstellung der im Kapitel 5 entwickelten Methodenunterstützung des Referenzmanagementprozesses anhand eines auf Microsoft-Office-Produkten basierenden und web-fähigen Tools. Besonderes Augenmerk wird dabei auf eine ganzheitliche Betrachtung und auf die Sicherung der effizienten Umsetzung in der Praxis gelegt. Das Tool stellt für die Anwender eine wichtige Hilfestellung bei der Informationssuche, -vorbereitung, -nutzung und -weitergabe dar und wird in Kapitel 7 näher erläutert..

### **8.3 Implementierung des Fehlermanagementsystems**

Zur prototypischen Realisierung des Fehlermanagementsystems wurde wie vorher erwähnt der Bereich Flachröhrenfertigung ausgewählt. In einem ersten Schritt erfolgte eine detaillierte Darstellung der Prozesse zur Behandlung interner Fehler, die nach den Vorschlägen der Einführungsmethodik verändert wurden und sämtliche, für das FM-System erforderlichen, Informationen enthalten. Diese sind hauptsächlich (1) Exakte Definition der auszutauschenden Daten und ihres Formats, (2) Detaillierte Festlegung sämtlicher zur Erfüllung einer Aufgabe bereitzustellenden Informationen und (3) Definition der Prozessschrittfolge für jeden möglichen Zustand des Gesamtprozesses und seiner Eigenschaftswerte.

Das mit einem WfMS unterstützte FM-System bietet den Vorteil, dass weitreichende Definitionsmöglichkeiten für die Prozess- und Workflowgestaltung zur Verfügung stehen. Die für das Fehlermanagement besonders wichtige Flexibilität der vordefinierten Prozesse wird durch den Einsatz einer Software angemessen durch die im Folgenden genannten Einzelfunktionen unterstützt: Delegieren (freies Weiterleiten und Umverteilen von Aufgaben während der Laufzeit), Ausnahmebehandlung (Auslassen oder Wiederholen einzelner oder mehrerer Prozessschritte), Sichtbarkeit (Festlegen der Sichtbarkeit und der Verwendungsmöglichkeiten der Dokumente während der Laufzeit) und mehrere Aktivitäten (mehrere Aktivitäten können in freier Reihenfolge, aber auch gleichzeitig gestartet werden).

Die Wiederverwendung von Workflows und, in eingeschränktem Maße, die Definition von Ad-hoc-Workflows wird ebenfalls durch das FM-basierte WfMS unterstützt. Zudem lassen sich Vorgänge durch externe Ereignisse, wie beispielsweise den Empfang einer Mail, starten. Auf diese Weise können Fehlermanagementprozesse bearbeitet werden, die, bedingt durch

technische oder organisatorische Restriktionen, nicht vollständig im Fehlermanagementsystem abgebildet werden können.

Die einfache und intuitiv verständliche Oberfläche bedarf nur eines geringen Schulungsaufwandes, was besonders für die Verwendung im Rahmen einer prototypischen Anwendung von Bedeutung ist. Daraus ableitbar ist ein effizienter, schneller Einsatz des Fehlermanagementsystems. Demnach, und durch die förderliche Akzeptanz der beteiligten Mitarbeiter, kann das System nach nur kurzer Zeit im gesamten vorhergesehenen Funktionsumfang eingesetzt werden.

Das Fehlermanagementsystem ist für die Integration in eine Microsoft Office Umgebung entwickelt worden. Somit lassen sich die in der Mehrzahl der Unternehmen in MS-Office-Formaten vorhandenen Fehlermanagementdokumente und -formulare einbinden.

Bei der zur Erprobung herangezogenen Firma wurde das Instrumentarium in das bestehende IT-Netzwerk eingebunden. So war es möglich, die bereits vorhandenen Arbeitsplatzrechner der beteiligten Mitarbeiter zu nutzen. Desweiteren erfolgte die Einrichtung eines, eigens für die folgenden zentralen Aufgaben zuständigen und das Firmennetzwerk unterstützenden, Servers: (1) Verwaltung des Prozessablaufes, (2) zentrale Speicherung der Fehlermanagementprozesse in einer SQL-Datenbank, (3) zentrale Speicherung des aktuellen Zustandes jedes einzelnen Prozesses und (4) Dokumentation und Archivierung. Neben dem Server wurde das System auf drei Arbeitsplatzrechnern als Client installiert und für den Zugriff auf den Server eingerichtet. Die Mitarbeiter stellten bereits nach einer kurzen Zeitspanne fest, dass das System eine Erleichterung und Vereinfachung der Arbeit realisiert. Zur Konkretisierung der Aussagen der Mitarbeiter verdeutlicht das folgende Bild 8-6 die Effekte des WfMS:

<i>Kriterium</i>	<i>vor Einführung des FM-Systems</i>	<i>nach Einführung des FM-Systems</i>
<b>Bearbeitungsaufwand</b>	hoch (viele Routinetätigkeiten)	↓
<b>Durchlaufzeit</b>	schwer zu ermitteln (bis zu 1 Woche)	↓
<b>Informationsverfügbarkeit</b>	nur in Papierform im QM-Büro	↑
<b>Flexibilität des Prozesses</b>	große Flexibilität	→
<b>Zielgenauigkeit und Effektivität der Fehlerbehandlung</b>	gut (wenn von erfahrenen Mitarbeitern durchgeführt)	↑
<b>Implementierungsaufwand</b>	---	↑

Bild 8-6: Effekte des Systemeinsatzes

Im weiteren Verlauf werden die festgestellten Effekte näher beschrieben. Insbesondere wird jeweils die Frage nach dem Auslöser herangezogen, um bei zukünftigen Einführungen des Fehlermanagementsystems die zu erwartenden Effekte besser einschätzen zu können und

die Erkenntnisse optimal auf andere Unternehmen oder Unternehmensbereiche übertragen zu können.

### **Bearbeitungsaufwand**

Bedingt durch die unveränderte Gestaltung und Aufteilung der Fehlermanagement-Dokumente, sowie die einfache Bedienung des Systems, war der Schulungsaufwand nur gering und bestand beispielsweise lediglich in einer kurzen Einweisung der Nutzer. Die durch das System vorgegebene, deutlich strukturierte Vorgehensweise erforderte eine geringe Notwendigkeit von persönlichen Gesprächen oder Telefonaten zur Klärung der Ausgangssituation.

### **Durchlaufzeit**

Es kam zu einer klaren Senkung der Durchlaufzeiten bei der Fehlerbehandlung. Insbesondere der Verzicht auf papierbasierte Informationsträger (Formulare, Tabellen, Zeichnungen) und ihre im Vergleich zu einer E-Mail aufwendige Weitergabe, trugen zu diesem Effekt bei.

### **Informationsverfügbarkeit**

Durch die zentrale Speicherung der Daten und ihre ständige Verfügbarkeit wurde der Aufwand zur Suche von ähnlichen Fehlern reduziert. Auch die Vorbereitungen zur Analyse historischer Fehlerdaten konnten anhand der umfangreichen Suchfunktionen gemindert werden.

### **Flexibilität des Prozesses**

Die Flexibilität der Prozesse zur Fehlerbehandlung konnte nicht wesentlich verändert werden. Anhand der Vorgabe des allgemeinen Prozesses durch das System können bei sehr seltenen Fehlern Änderungen in der Prozessdefinition erforderlich werden. Da diese Änderungen mit einem größeren Aufwand verbunden sind, besteht die Gefahr, dass sie in der Praxis nicht durchgeführt werden. Die Folge wäre, dass spezifische, einzelne Fehler nicht korrekt im System erfasst würden.

### **Zielgenauigkeit und Effektivität der Fehlerbehandlung**

Durch die Tatsache, dass Informationen stets vollständig im System vorhanden sind, und kontrolliert weitergegeben werden können, wird jeder beteiligte Mitarbeiter zwar rechtzeitig und umfassend informiert, jedoch nicht mit für ihn unwichtigen Informationen konfrontiert. Diese speziell dem Aufgabengebiet des jeweiligen Mitarbeiters angepasste Informationsweitergabe ermöglicht eine optimale Unterstützung der Arbeit und der in dieser eingebundenen erforderlichen Entscheidungen.

### **Implementierungsaufwand**

Der Implementierungsaufwand zur Einbindung des Systems in das bestehende IT-Netzwerk führte zu erheblichen Problemen. Insbesondere die Nutzerrechte der beteiligten Mitarbeiter innerhalb des Netzwerkes mussten angepasst werden. Da das Instrumentarium auf viele verschiedene Anwendungen und Dateien zugreift, gestaltete sich dies als sehr aufwendig. Zusätzlich musste auf jedem Rechner, welcher im Rahmen des Fehlermanagements genutzt wurde, die Software installiert und eine Verbindung zum Server hergestellt werden.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Anwendung der Einführungsmethodik, zunächst bei der Analyse der Ist-Situation des Fehlermanagements, zur Aufdeckung bisher unbekannter Schwachstellen geführt hat. Durch diese Erkenntnis war anhand der Vorschläge aus der Einführungsmethodik eine zielgerichtete Optimierung möglich. Des Weiteren führten die nach der Einführung des Systems erzielten Effekte zu einer Vereinfachung und Erleichterung der Fehlerbehandlung. Diesen positiven Aspekten steht einzig der relativ hohe Implementierungsaufwand der Software einer dauerhaften Implementierung entgegen.

#### **8.4 Vorteile des Modells aus Sicht des Anwenders**

Um die Vorteile des in dieser Arbeit entwickelten Modells zum prozessorientierten Fehlermanagement aus Sicht der Anwender zu ermitteln, wurde der Abteilungsleiter Qualitätsmanagement in der Firma gebeten, seine Erfahrungen nach prototypischer Implementierung des Konzeptes zu äußern. Folgendes Statement wurde abgegeben:

*Anhand der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Checkliste wurde eine IST- Analyse zum Fehlermanagement durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, dass einzelne Levels der 8 Phasen nur unzureichend umgesetzt waren. Die Forderungen der Norm ISO 9001 waren zwar erfüllt, durch die Lücken in der „Phasen-Level-Matrix“ wurde jedoch schnell klar, dass aufgrund der Nichterfüllung einiger Levels ein ganzheitliches Fehlermanagementsystem nicht gegeben war.*

*Durch geeignete Maßnahmen, Lösungsvorschläge hierzu sind in der Checkliste mit aufgeführt, konnten diese Schwachstellen beseitigt werden. Dadurch konnte in allen Phasen der Level 4 als erfüllt bewertet werden.*

*Mit dem Erreichen des Level 4 in allen Phasen war ein rechtzeitiger Informationsaustausch, die Terminverfolgung und die Termineinhaltung in unserem Unternehmen noch nicht gewährleistet.*

*Ein sehr hilfreiches Instrument um diese Mängel zu beheben, ist ein Workflow - Managementsystem, welches im Rahmen des Pilotversuches bei uns im Haus installiert wurde.*

*Dadurch hatten die im Vorfall betroffenen Abteilungen in unserem Unternehmen zeitnah Informationen über den aufgetretenen Fehler. Die Abteilungen wurden in Kenntnis gesetzt über die von ihnen zu verrichtenden Tätigkeiten und auch die Überwachung der Termineinhaltung war problemlos gewährleistet.*

*Weiter wurde mit jeder neuen Eingabe eines aufgetretenen Fehlers die Datenbank betreffend des Fehlern und der durchgeführten Abstellmaßnahmen ergänzt. Diese im Laufe der Zeit aufgebaute Wissensbank ermöglicht häufig einen schnelleren Wiederanlauf der Produktion, da gezielt die richtigen Abstellmaßnahmen ausgewählt werden können. In unserem Haus zum Beispiel ist dies anwendbar, wenn es sich um Veränderungen von Einstellparametern an den Pressen oder um Korrekturen an den Werkzeugen handelt, da durch die Behebung eines Fehlers ein anderer Fehler ausgelöst werden kann.*

*Auch ist man bei der Behebung von Fehlern weniger auf Mitarbeiter angewiesen, die spezielle Fachkenntnisse besitzen müssen. Dadurch kann der Weggang von Mitarbeitern leichter kompensiert werden und die Einarbeitungszeit neuer Mitarbeiter wird erheblich verkürzt.*

*Für mich ergeben sich wesentliche Vorteile des Leitfadens:*

- *Er ist sowohl bei der Einführung eines neuen als auch für die Verbesserung eines bestehenden Fehlermanagementsystems geeignet.*
- *Die graphische Darstellung in der „Phasen-Level-Matrix“ zeigt einen raschen Überblick über den Stand des Unternehmens betreffend der Entwicklung eines umfassenden Fehlermanagementsystems.*
- *Zu den Fragestellungen in der Checkliste werden auch gleich Lösungsansätze mitgeliefert. Dadurch ergeben sich für das Unternehmen erhebliche Zeit- und somit Kosteneinsparungen.*
- *Die Empfehlung des Einsatzes eines Workflow-Managementsystems ist zwar gerade für kleine und mittelständische Unternehmen mit nicht unerheblichen Kosten verbunden. Die Reduzierung der Übergangszeiten bei der Informationsverbreitung, die Reduzierung des zeitlichen Aufwandes bei der Fehlerbehebung und die Steigerung der Wirksamkeit getroffener Maßnahmen sprechen jedoch eindeutig für die Einführung eines Workflow-Managementsystems.*

*Abschließend möchte ich darauf hinweisen, dass etwa 50% unserer Kundenreklamationen auf Lieferantenfehler zurückzuführen sind. Wir werden den betreffenden Lieferanten im Rahmen der Lieferantenentwicklung deshalb diesen Leitfaden empfehlen bzw. die Lieferanten mit Hilfe des Leitfadens dabei unterstützen, ihr Fehlermanagementsystem weiterzuentwickeln.*



## 9 Zusammenfassung

Eine stetige Verminderung des Fehlers in allen Bereichen zählt zu den wichtigsten Zielen der Unternehmensführung. Trotz der Schaffung von Voraussetzungen zum fehlerfreien Arbeiten sowie der Einführung von Verfahren zur Fehlervermeidung und systematischer Fehlerbeseitigung, treten immer noch ungeplante Prozesszustände, Fehler und Störungen auf. Diese Tatsache führt nicht nur zu verfehlten Gewinnen, sondern desweiteren zu Absatzproblemen und Imageschädigungen. Da die Fehlerbehandlungsprozesse innerhalb eines Unternehmens zunehmend komplex und individuell gestaltet sind, bleibt in diesem Zusammenhang internes und auch externes Wissen ungenutzt. Vor diesem Hintergrund müssen nicht nur die Fehlerabstellung und die Fehlerprävention, sondern auch die Steuerung des Informationsflusses im Laufe dieses Prozesses als wichtige Voraussetzung für die Optimierung der Qualität von Produkten, Prozessen und Dienstleistungen deutlich verbessert werden. Eine solche Verbesserung kann nur dann erzielt werden, wenn es gelingt, schneller und effektiver zu agieren.

In vorliegender Arbeit wurde ein Referenzprozess für das Fehlermanagement erstellt, der insbesondere die Anforderungen an Qualität, Zeit und Kosten sowie an den Mitarbeiter und den Informationsfluss berücksichtigt. Auf Basis der erarbeiteten Grundlage des Fehlermanagements (Handlungsmaxime, Normanforderungen und Ansätze des Fehlermanagements) und der ergänzenden Anforderungen (Umfrage zum Fehlermanagement in deutschen Unternehmen) wurde das Referenzmodell mit 8 Hauptprozesse und 73 Teilprozessen erstellt. Das Modell bildet den Rahmen für ein geführtes, schnelles und sicheres Handeln der Mitarbeiter. Die klare und verständliche Struktur des Modells weist als Ergebnis eine transparente und leicht erkennbare Darstellung der fehlerbezogenen Prozesse innerhalb eines Unternehmens auf.

Zur methodischen Unterstützung des Modells wurde ein leistungsfähiges Werkzeug entwickelt, das bei moderatem Einsatzaufwand eine wirkungsvolle Unterstützung des Fehlermanagements gewährleistet. Die Realisierung basiert sowohl auf konventionellen Qualitätsmanagementwerkzeugen, als auch auf neuen, modernen und hochwirksamen Methoden, die bisher im Bereich der Prozessoptimierung nur teilweise Verwendung gefunden haben. Die geeigneten Methoden wurden in Modulen den entsprechenden Hauptprozessen zugeordnet. Die Vernetzung der Module vereinfacht deren Einsatz, da sich der Anwender durch das sukzessive Abarbeiten der Methodenmodule orientieren kann.

Die hierzu notwendige technische Unterstützung basiert auf dem Einsatz von Workflow-Management-Systemen (WfMS). Dafür wurde eine Auswahlmethodik erarbeitet, durch deren Anwendung die ermittelten WfMS bezüglich ihrer Eignung für die Anwendung im Fehlermanagement in eine wertende Rangfolge gebracht werden können. In der Tat eignet sich aufgrund vielfältiger Ausprägungen und der ursprünglichen Ausrichtung auf bestimmte Einsatzgebiete nicht jedes WfMS in gleichem Maße für die Anwendung im Rahmen des Fehlermanagements. Die Auswahl eines geeigneten WfMS wird zusätzlich dadurch erschwert, dass der Markt zum Teil sehr unbeständig ist, was sich in einem ständigen Zu- und Abgang von WfMS - Anbietern bzw. -Produkten und einem damit verbundenen Wechsel von Produktnamen äußert.

Durch die entwickelte Vorgehensweise ist es nunmehr möglich, ein effizientes und umfassendes Fehlermanagement im Unternehmen zu implementieren. Um von der jeweiligen Ist-Situation im Unternehmen zu diesem ganzheitlichen Fehlermanagement zu gelangen, wird im Rahmen dieser Dissertation eine Einführungsmethodik entwickelt. Diese wird zur Selbsteinschätzung genutzt, indem die eigene Handlungsfähigkeit im Fehlermanagement als Erfüllungsgrad des Referenzmodells ermittelt wird. Gleichzeitig werden die noch nicht genutzten Potenziale im Fehlermanagement verdeutlicht und so der Nutzer dieser Einführungsmethodik bei der Umsetzung unterstützt. Dabei ist die Umsetzung der einzelnen Prozessschritte des Referenzmodells in jeweils mehrere Schritte aufgeteilt. Jeder Schritt der acht Hauptprozesse wird in fünf Stufen separiert. Diese fünf verschiedenen Niveaus eines Prozessschrittes repräsentieren die Entwicklungsstufen, die auf dem Weg zur Einführung des Referenzmodells zurückgelegt werden.

Die Erprobung dieses Modells erfolgte mittels einer prototypischen Einführung am Beispiel eines Automobilzulieferers. In einer IST-Analyse wurden die Fehlermanagementprozesse aufgenommen und dargestellt. Mittels der in dieser Arbeit entwickelten Einführungsmethodik erfolgte in einem zweiten Schritt eine Einstufung der fehlermanagementbezogenen Aktivitäten, Dokumente und Verantwortlichkeiten. Verbesserungsmaßnahmen wurden gemäß der Einführungsmethodik durchgeführt und schwerwiegende Mängel behoben. In einem dritten Schritt konnte anschließend das WfMS unterstützte Fehlermanagementsystem in der Firma implementiert werden. Mit einem nur geringen Bearbeitungsaufwand kam es zu einer deutlichen Senkung der Durchlaufzeit einer besseren Informationsverfügbarkeit bei der Suche nach ähnlichen Fehlern, einer erweiterten Flexibilität der Fehlerbehandlungsprozesse, sowie einer verbesserten Zielgenauigkeit der Fehlerbehandlung durch die speziell dem Aufgabengebiet des jeweiligen Mitarbeiters angepasste Informationsweitergabe. Wie aus abschließender Aussage des Anwenders hervorgeht, bietet das in dieser Arbeit entwickelte ganzheitliche Fehlermanagementmodell enorme Vorteile sowohl bei der Einführung eines neuen als auch der Verbesserung eines im Unternehmen bestehenden Fehlermanagementsystem.

# LITERATURVERZEICHNIS

ABECKER, A; MAUS, H; SCHWARZ, S; SINTEK M. (2001):

Anforderungen an die Workflow-Unterstützung für wissensintensive Geschäftsprozesse, Deutsches Forschungsinstitut für künstliche Intelligenz, Kaiserslautern 2001

ALGEDRI, J. (1998):

Integriertes Qualitätsmanagement-Konzept für die kontinuierliche Qualitätsverbesserung, Verlag Institut für Arbeitswissenschaft, Kassel 1998

ALTSCHULLER, G. (1998):

Erfinden – Wege zur Lösung technischer Probleme, PI - Planung und Innovation, in Lizenz des Verlages Technik 1998

BINNER, H. F. (2002)

Prozessorientierte TQM-Umsetzung. Hanser Verlag, 2. Auflage, München Wien 2002

KBA (2005)

[www.kba.de](http://www.kba.de)

Bubb, H. (1992):

Menschliche Zuverlässigkeit, ecomed, Landsberg Fachverlag, 1992

CORNET, A. (2002):

Plattformkonzepte in der Automobilentwicklung, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden 2002

Crosby, Ph. B. (1979):

Quality is free, McGraw-Hill Book Company, New York /USA 1979

Crostack, H. A.; Ellouze, W. (2005)A:

Prozessorientiertes Fehlermanagement als Garant der Wettbewerbsfähigkeit, In: Zukunft Qualität, Tagungsband zur FQS – Forschungstagung 2005

Crostack, H.-A.; Ellouze, W. (2005)B:

Extensive Failure Management- A Reference Model. The 8th International QMOD Conference (Quality Management for Organisational and Regional Development), Conference Proceedings, Palermo June 29 - July 1, 2005

Crostack, H.-A.; Ellouze, W. (2005)c:

Comprehensive Fault Management in Exceptional Circumstances - A Reference Model. 12th annual European concurrent engineering conference. Edited by Abdelmalek Benzekri and Jean-Claude Hochon. A Publication of Eurosis, Ghent 2005

Crostack, H.-A.; Ellouze, W. (2005)d:

Umfassendes Fehlermanagement bei Ausnahmesituationen - Ein Referenzmodell. In: Petersen, B. ( Hrsg.): Berichte zum Qualitätsmanagement - Querschnittsaufgabe in Wirtschaft und Wissenschaft; Band 7/2005. Shaker Verlag, Aachen 2005

Crostack, H.-A.; Ellouze, W. ; K. Heinz, O. Grimm, R. Sackermann (2005)e:

Instrumentarium zum umfassenden Fehlermanagement für ein schnelles und gesichertes Handeln bei Ausnahmesituationen in kleinen und mittleren Unternehmen, Schlussbericht zum AIF-Projekt Nr. 13735 N, Dortmund 2005

Crostack, H.-A.; Ellouze, W. ; K. Heinz, O. Grimm, R. Sackermann (2005)f:

Instrumentarium zum umfassenden Fehlermanagement für ein schnelles und gesichertes Handeln bei Ausnahmesituationen in kleinen und mittleren Unternehmen, Leitfaden (Anlage zum Schlussbericht Schlussbericht zum AIF-Projekt Nr. 13735 N), Dortmund 2005

Crostack, H. A.; Ellouze, W. (2003):

Potenziale und Notwendigkeiten eines strategischen Fehlermanagements für Ausnahmesituationen, In: Zukunft Qualität, Tagungsband zur FQS – Forschungstagung 2003

CROSTACK H.-A.; OBENAUF, J.; HÖFLING, M. (2001):

Dokumente eines Qualitätsmanagementsystems, In: Crostack, H.-A.; Obenauf, Jürgen (Hrsg.): Das erfolgreiche Zertifizierungsverfahren nach ISO 9000 ff. Mering: Forum-Verlag, Herkert 2001

DEMING, W. E. (1986):

Out of crisis, 2. Auflage, Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge / MA / USA 1986

DERSZTELER, G. (2000):

Prozessmanagement auf Basis von Workflow-Systemen. Eul-Verlag, Lohmar 2000

DIN EN ISO 9000:2000 (2000):

Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe, DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin 2000

DIN19226 (1994):

Leittechnik – Leittechnik und Steuerungstechnik. Beuth verlag, Berlin Wien Zürich 1994

DIN 25 424 Teil 1 (1981):

Fehlerbaumanalyse, Methode und Bildzeichen, Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth, Berlin 1981

DIN 55 350 (1993)

Begriffe zu Qualitätsmanagement und Statistik. Beuth Verlag, Berlin Wien Zürich 1993

DSK BERATUNG (2004):

WWW .Server der DSK Beratung GmbH (<http://www.dsk-beratung.de/index.asp>)

EICHGRÜN, K. (2003):

Prozessicherheit in fertigungstechnischen Prozessketten – Systemanalyse, ganzheitliche Gestaltung und Führung. FBK Produktionsbereiche Berichte, Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Günter Warnecke, Band 46, Kaiserslautern 2003

FRIELING, E. (2003) :

Human-FMEA. Innovatives Fehlermanagement, Management und Qualität, Band 38, Heft 5, 2003

GADATSCH, A. (2001):

Management von Geschäftsprozessen. Vieweg Verlag, Braunschweig 2001

GADATSCH, A. (2000):

Umsetzung von Geschäftsprozessen mit Workflow-Management. In: Deutsche Telekom Unterrichtsblätter, Die Fachzeitschrift der Deutschen Telekom für Aus-und Weiterbildung, Jg. 53, Heft 6, Deutsche Telekom AG, Hamburg 2000

GAITANIDES, M.; SCHOLZ, R.; VROHLINGS, A.; RASTER, M. (1994):

Prozessmanagement. Carl Hanser Verlag, München, Wien 1994

GÖPFERT, J. (1998):

Modulare Produktentwicklung – zur gemeinsamen Gestaltung von Technik und Organisation, Gabler Verlag, Wiesbaden 1998

GOLDRATT, E. (1990):

Theory of Constraints: What is this thing called the Theory of Constraints and how should it be implemented? Croton-on-Hudson, North River, New York 1990

GOLDRATT, E., COX, J. (1992):

The Goal, North River Press, 2nd rev. ed., 1992

GROTHUS, H. (2003):

Null Fehlermanagement, 2003, [http://www.grothus.org/bb\\_einleitung\\_de.htm](http://www.grothus.org/bb_einleitung_de.htm)

GRÜNZ, L. (2004):

Ein Modell zur Bewertung und Optimierung der Materialbereitstellung, Shaker Verlag, Aachen 2004

GUPTA, M. (2003):

Constraint Management – recent advances and practices, International Journal of Production Research, Vol. 41, Nr. 4, 2003

HALTER, U. (1996):

Workflow-Integration im Kreditbereich. In: Österle, H. und Vogler P. Praxis des Workflow-Management. Vieweg Verlag, Braunschweig/Wiesbaden 1996

HASTEDT -MARKWART C. (1999):

Workflow-Management-Systeme. In: Informatikspektrum Jg. 22 Heft 2, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1999

HEEG, F.-J. (1993):

Projektmanagement – Grundlagen der Planung und Steuerung von betrieblichen Problemlösungsprozessen. 2. Aufl. Carl Hanser Verlag, München, Wien 1993

HEILIGER, S. (2003):

Rapid Quality Deployment, Qualitätsorientierte Produktentstehung durch modularisierte Qualitätsmethoden, Fortschrittsberichte VDI, Reihe 16, Nr.: 156, VDI Verlag, Düsseldorf 2003

HERB R., HERB T., KOHNHAUSER V. (2000):

TRIZ – Der systematische Weg zur Innovation, Moderne Industrie Verlag, Landsberg/Lech 2000

HERING, E.; TRIEMEL, J.; BLANK, H. P. (2003):

Qualitätsmanagement für Ingenieure, 5.Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 2003

HOCHREITER, P. (2004):

Fehlermanagement in Unternehmen, Business Village GmbH Verlag, Göttingen, 2004

HOFMANN, P. (1990):

Fehlerbehandlung in flexiblen Fertigungssystemen. R. Oldenbourg Verlag, München, Wien 1990

HORN, G. (1999):

Risiko Mensch in der chemischen Industrie, Dortmund 1999

HUMELS, M. (1998):

Rechnerunterstützte und benutzerorientierte Fehlerbehandlung bei automatisierten Fertigungsanlagen – Lösungswege und Realisierungsmöglichkeiten zur Repräsentation von Fehlerwissen mit Hypertext, Shaker Verlag, Aachen, 1998

INDUSTRIE- UND HANDELSKAMMER (2003):

Qualitätsmanagementsysteme, ein Wegweiser für die Praxis; Hrsg.: Industrie- und Handelskammern in Nordrhein-Westfalen und Baden- Württemberg, Düsseldorf; Karlsruhe 2003

ISO 10303 (1994):

Industrielle Automatisierungssysteme und Integration - Produktdarstellung und - austausch. ISO International Organization for Standardization (Hrsg.), 1994

JABLONSKI, S. (1997):

Workflow-Management -Entwicklung von Anwendungen und Systemen ; Facetten einer neuen Technologie. Dpunkt Verlag, Heidelberg 1997

JANTSCHGI, J. (2004):

TRIZ – Innovativer Irrgarten der Werkzeuge? Ein Versuch einer neuen Überblicks-Darstellung der TRIZ-Werkzeuge, TRIZ Online Magazin, Ausgabe 03/04, Artikel 3, 2004, [http://www.triz-online-magazin.de/ausgabe03\\_04/artikel\\_3.htm](http://www.triz-online-magazin.de/ausgabe03_04/artikel_3.htm)

JESSENBERGER, J.; WEIHS, C.; THEIS, W. (2004)

Management und Statistik – Die Lean Six Sigma Methode, Umdruck Kursmaterial – Lean Six Sigma, Universität Dortmund / Xerox, 2004

JÖBSTL, O. (1999):

Einsatz von Qualitätsinstrumenten und –methoden. Ein Anwendungsmodell für Dienstleistungen am Beispiel der Instandhaltung, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden 1999

KAMISKE G.F.; BRAUER J. P. (2003):

Qualitätsmanagement von A–Z -Erläuterungen moderner Begriffe des Qualitätsmanagements- Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York 2002

KEUNECKE, L. (2004):

Methodenkonfiguration zur Verbesserung der menschlichen Qualitätsfähigkeit in flexiblen Produktionssystemen, Shaker Verlag, 2004

KNIAT, S.; NÜRENBERG, M.; WICHMANN, T. (2004):

Erfolgreiches Qualitätsmanagement, Band 1, Forum Verlag, 2004

KUHN, A.; HELLINGRATH, B. (2002):

Supply Chain Management –Optimierte Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette– menschlichen Qualitätsfähigkeit in flexiblen Produktionssystemen, Shaker Verlag, 2004

LESMEISTER, F. (2001):

Verbesserte Produktplanung durch den problemorientierten Einsatz präventiver Qualitätsmanagementmethoden, Dissertation RWTH Aachen, VDI Verlag, Düsseldorf 2001

LIVOTOV, P. (1998):

TRIZ-Methode und Computer-aided Innovation, Produktentwicklung und systematisches Problemlösen mit modernen PC-gestützten Erfindungstechniken, io-Management, 1998

LÖBMANN, A. (2001):

Die TRIZ-Methode- ein immer wäherender Innovations-Kreislauf, TRIZ Online Magazin, Ausgabe 02\_01, Artikel 3, 2001, [http://www.triz-online-magazin.de/ausgabe02\\_01/artikel\\_3.htm](http://www.triz-online-magazin.de/ausgabe02_01/artikel_3.htm)

MÜLLER, D. H., TIETJEN, T. (2000);

FMEA Praxis. Das Komplettpaket für Training und Anwendung, Hanser Verlag, 2000

NICOLAYSEN, E. (1996):

Modellunterstützte Fehlerbehandlung in der Montage, VDI Verlag, Düsseldorf 1996

ORENDI, G. (1993):

Systemkonzept für die phasenneutrale Behandlung als Voraussetzung für den Einsatz präventiver Qualitätssicherungsverfahren – Ein Beitrag zur Qualitätssicherung im Maschinen- und Anlagenbau. Shaker Verlag, Aachen, 1993



PANDE, P.-S.; NEUMANN, R.-P.; CAVANAGH, R.-R. (2000):

The Six Sigma Way, How GE, Motorola and other top companies are honing their performance, McGraw-Hill; New York, 2000

PFEIFER, T. (2001):

Qualitätsmanagement – Strategien, Methoden, Techniken – 3. Auflage, Hanser Verlag, München Wien 2001

PFEIFER, T. (1997):

Fehlermanagement mit objektorientierten Technologien in der qualitätsorientierten Produktion, Band 183 der Reihe FZKA-PFT. Forschungszentrum Karlsruhe 1997

PFEIFER, T. (1996):

Wissensbasierte Systeme in der Qualitätssicherung – Methoden nutzungverteilter Wissens. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 1996

PFEIFER, T. (1992):

QDES, Ein produkt- und branchenneutraler Qualitätsinformationssatz. In Qualität und Zuverlässigkeit, Band 37 (1992) 8

PESY, W. (2002):

Anlagenorientiertes Störungsmanagement mit integriertem Teleservice am Beispiel einer Kokereianlage, Der Andere Verlag, Osnabrück 2002, ISBN 3-936231-80-X

REICHERT, O. (1994):

Netzplantechnik. Vieweg Verlag, Braunschweig/ Wiesbaden 1994

REVELLE, J. (1998):

THE QFD HANDBOOK, WILLEY VERLAG, NEW YORK 1998

RINNE, H. (1995):

Statistische Methoden der Qualitätssicherung, Hanser Verlag, 3.Auflage, München 1995

SCHAUB, H. (2000):

Menschliches Versagen – Die Rolle des Faktors „Mensch“ bei großtechnischen Katastrophen aus psychologischer Sicht, Memorandum Nr. 35, Bamberg Januar 2000

SCOGGINI, J.-M.; SEGELHORST, R.; REID, R.-A. (2003):

Applying the TOC thinking Process in manufacturing: a case study, International Journal of Produktion Research, Vol. 41, No. 4, S. 767-797

SCHAUB, H. (1996):

„Exception error“ – über Fehler und deren Ursachen beim Handeln in Unbestimmtheit und Komplexität, gdi impuls 4/96

SCHEINKOPF, L. (1999):

Thinking for a Change – Putting the TOC Thinking Processes to Use, St. Lucie Press; Boca Raton (Florida, USA), 1999

SCHÖMIG, D.; KWAM, A.; NICOLAYSEN, E. (1997):

Segmentsübergreifende Qualitätsplanung und –lenkung zur Null-Fehler-Produktion. In: Westkämper (Hrsg.): Null-Fehler-Produktion in Prozessketten. Springer Verlag, Berlin, 1997, S. 73-103

SCHUKRAFT, D. (2001):

Fehlerbeseitigungsmanagement im Rahmen der Plattformstrategie am Beispiel der Automobilindustrie. Berichte aus dem Produktionstechnischen Zentrum Berlin, Berlin 2001 - zugl. Dissertation

SCHWAB, K. (1996):

Koordinationsmodelle und Softwarearchitekturen als Basis für die Auswahl und Spezialisierung von Workflow-Management-Systemen. Thomson Publishing, Bonn, Albany 1996, S. 295-317

SOFTWAREREPORT (2000):

Software-Report 2000: Geschäftsprozessoptimierung und Datenmanagement (von Ernst Tiemeyer). Edition der „FB/IE – Zeitschrift für Unternehmensentwicklung und Industrial Engineering. REFA Bundesverband e.V., Darmstadt 2000

STANDISH ROUP (2004):

[2004 CHAOS Demographics and Project Resolution](#) - excerpt from the 2004 Third Quarter Report.

STAHL, P. (1997):

Die Qualitätstechnik FMEA als Lerninstrument in Organisationen, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden 1997

SYTSMA, S. (1997):

The Theory of Constraints – Making Process Decisions Under Conditions of Limited Resources, Capacities, or Demand, 1997, <http://www.sytsma.com/cism700/toc.html>

TAGUCHI, S. (1989):

Three issues regarding quality. Quality Today 10/1989, S.22-25

TERNINKO, J.; ZUSMAN, A., ZLOTIN, B., HERB, R. (HRSG.) (1998):

TRIZ - der Weg zum konkurrenzlosen Erfolgsprodukt, Ideen produzieren - Nischen besetzen - Märkte gewinnen, Verlag Moderne Industrie, Landsberg/Lech 1998

TERMINKO, J. (1997)

STEP BY STEP QFD: CUSTOMER-DRIVEN PRODUCT DESIGN, VERLAG ST. LUCIE PRESS BOCA RATON 1997

THEDEN, P. (1997)

Analyse und Rentabilität von Qualitätstechniken. Berichte aus dem Produktionstechnischen Zentrum Berlin. Berlin 1997 – zugl. Dissertation

TILLMANN, M. (2003):

Qualitätsgerechte Prozesskettenoptimierung mit Hilfe systematischer Innovationsmethoden (IPO), Schlussbericht, FQS-DGQ-Band 86-03, 2003

TIMISCHL, W. (1995):

Qualitätssicherung: statistische Methoden. Hanser Verlag, München Wien 1995

TRIZ (2003):

TRIZ Online Magazin, 2003, [http://www.triz-online.de/triz\\_tools/default.htm](http://www.triz-online.de/triz_tools/default.htm)

TSCHICH, H. (2000)

Entwicklung eines durchgängigen Modells für die Zeitdaten mit anwendungsorientierter Genauigkeit. Praxisswissen Verlag, Dortmund 2000 – zugl. Dissertation

ÜBERHORST, S. (2003):

Workflow-Tools auf den Zahn geföhlt. In: Computerwoche Jg. 30 Heft 29, Verlag Business, München 2003

VDI/VDE 3542 (1998):

Sicherheitstechnische Begriffe für Automatisierungssysteme, 1998

WALD, G. (2003):

Prozessorientiertes Instandhaltungsmanagement. Shaker, Aachen 2003

WEIDNER, D. (1992):

Engpassorientierte Fertigungssteuerung – eine Untersuchung über die in OPTIMIZED PRODUCTION TECHNOLOGY implementierten Konzepte der Produktionsplanung und –steuerung. Peter Lang Verlag, Frankfurt 1992

WEIHS, C. (1999):

Statistische Methoden zur Qualitätssicherung und –optimierung, Willey-VCH Verlag, Weinheim 1999

WESTKÄMPER, E. (1997):

Null –Fehler-Produktion in Prozessketten- Maßnahmen zur Fehlervermeidung und Kompensation. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 1997

WORKFLOW MANAGEMENT COALITION (1999):

Terminology & Glossary. Technischer Bericht WFMC-TC-1011, The Workflow Management Coalition 1999

ZOLLONDZ, H.D. (2002):

Grundlagen Qualitätsmanagement, Einführung in Geschichte, Begriffe, Systeme und Konzepte. Oldenbourg Verlag, München 2002

# ANHANG

## A. KORRELATIONEN DER FUNKTIONEN UND ANFORDERUNGEN

### Prozessüberwachung

*Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:*

- Workflow-Modellierung
- Simulation und Analyse der Workflow-Modelle
- Bereitstellung von Statusinformationen laufender Vorgänge
- Bereitstellung von Abweichungen zwischen Workflow-Modell und Ausführung

Die Überwachung eines Prozesses erfordert eine transparente Darstellung und die Kenntnis aller Abläufe und Zusammenhänge, damit Prüfungen und Soll - Ist -Vergleiche sinnvoll in den Prozess integriert und durchgeführt werden können. Dies wird durch die Funktion der Workflow-Modellierung ermöglicht. Durch die Simulation und Analyse der Workflow-Modelle kann der Arbeitsablauf formal auf Fehler untersucht werden. Die Funktion der Bereitstellung von Statusinformationen laufender Vorgänge ist für die Erfassung der Ist-Prozessdaten im Rahmen der Soll-Ist-Analyse von entscheidender Bedeutung. Weiter ermöglicht die Funktion der Bereitstellung von Abweichungen zwischen Workflow-Modell und Ausführung, die Früherkennung von Fehlern im Rahmen der Prozessüberwachung.

*Funktionen des WfMS, die der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:*

- Organisationsmodellierung
- Applikationsmodellierung
- Datenmodellierung
- Überwachung der Vorgangswiedervorlagen

Bei der Prozessüberwachung muss genau festgelegt werden, welcher Mitarbeiter für welche Prüfungen verantwortlich ist. Daher ist eine detaillierte Spezifikation der Aufbauorganisation erforderlich. Zur Prozessüberwachung müssen unterstützende Applikationen und Daten bereitgestellt werden. Die Funktionen der Applikations- und Datenmodellierung übernehmen diese Aufgabe. Die Prozessüberwachung erfordert ggf. Vorgangswiedervorlagen, deren Überwachung durch die eigens dafür vom WfMS zur Verfügung gestellte Funktion gewährleistet ist.

Funktionen des WfMS, die zur Erfüllung der Anforderungen nur indirekt beitragen:

- ▲ Rollenauflösung zur Aktivitätsträgerermittlung
- ▲ Information der Aktivitätsträger
- ▲ Synchronisation der Aktivitätsträger
- ▲ Aufruf, ggf. Parametrisierung von Applikationen

Während der Prozessüberwachung existieren maschinell unterstützte Workflows, für die Applikationen aufgerufen und ggf. parametrisiert werden. Weiter ist die Identifizierung,

Information und Synchronisation der am Prozess beteiligten Personen erforderlich. Ferner müssen die Daten, die durch während des Prozesses aufgerufene Applikationen erzeugt wurden, verwaltet werden. Diese Funktionen steuern eher den Prozess, als dass sie direkt zur Erfüllung der Anforderung beitragen.

### **Fehlererfassung – automatisch**

*Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:*

- Aufruf, ggf. Parametrisierung von Applikationen
- Verwaltung der Workflow-Daten
- Bereitstellung von Statusinformationen laufender Vorgänge
- Bereitstellung von Abweichungen zwischen Workflow-Modell und Ausführung

Da die automatische Fehlererfassung aus stark maschinell unterstützten Workflows besteht, kommt dem Aufruf und der Parametrisierung von Applikationen und der Verwaltung der durch sie erzeugten Daten eine zentrale Bedeutung zu. Besonders Daten, wie Statusinformationen oder Informationen über Abweichungen zwischen Workflow-Modell und Ausführung, die direkt durch das WfMS bereitgestellt werden, können gut automatisch erfasst werden

### **Fehlererfassung – rechnergestützter Dialog**

*Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:*

- Aufruf ggf. Parametrisierung von Applikationen
- Verwaltung der Workflow-Daten

Bei der Fehlererfassung durch den rechnergestützten Dialog wird ein Fehler durch eine maschinell unterstützte Interaktion mit einem am Prozess beteiligten Mitarbeiter erfasst. Der Funktion des Aufrufes und der Parametrisierung von Applikationen kommt hierbei eine hohe Bedeutung zu. Programme, die eine Eingabe verschiedener fehlerbezogener Parameter über eine standardisierte Eingabemaske ermöglichen, müssen aufgerufen werden und ggf. bei einer neu auftretenden Fehlerart durch den Mitarbeiter modifiziert werden. Die eigentliche Aufgabe der Fehlererfassung wird durch die Funktion der Verwaltung der Workflow-Daten erfüllt.

*Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:*

- Applikationsmodellierung
- Datenmodellierung
- Bereitstellung von Statusinformationen laufender Vorgänge
- Bereitstellung von Abweichungen zwischen Workflow-Modell und Ausführung

Im Gegensatz zur automatischen Fehlererfassung muss bei der rechnergestützten Fehlererfassung definiert werden, welche Applikationen und Daten dem Anwender zur Bearbeitung der Fehlererfassung zur Verfügung gestellt werden. Dies wird durch die Funktion der Applikations- und Datenmodellierung umgesetzt. Bei dieser Art der Fehlererfassung dient in erster Linie der den Fehler meldende Mitarbeiter als Informationsquelle. Die Bereitstellung der Statusinformationen laufender Vorgänge und der Abweichungen vom Workflow Modell durch das

WfMS nimmt in diesem Fall, im Gegensatz zur automatischen Fehlererfassung, eine unterstützende Funktion ein.

Funktionen des WfMS, die zur Erfüllung der Anforderungen nur indirekt beitragen:

- ▲ Organisationsmodellierung
- ▲ Instanziierung von Vorgängen aus Workflow-Modellen
- ▲ Rollenauflösung zur Aktivitätsträgerermittlung
- ▲ Information der Aktivitätsträger
- ▲ Synchronisation der Aktivitätsträger

Wird die Fehlererfassung im rechnergestützten Dialog durchgeführt, werden einige steuernde Funktionen benötigt. Bei Auftreten eines Fehlers muss das WfMS mit Hilfe der Organisationsmodellierung und der Rollenauflösung den zuständigen Aktivitätsträger bestimmen und informieren. Wird der Fehler nicht durch das System, sondern durch einen oder mehrere Mitarbeiter erkannt, müssen diese ggf. synchronisiert werden, damit der Fehler nicht von mehreren Stellen in unterschiedlichem Zusammenhang gemeldet, und dadurch das System unnötig belastet wird. Die nötigen Vorgänge zur Erfüllung dieser Aufgaben werden aus zuvor definierten Workflow-Modellen instanziiert.

### **Erfassung von Kundenbeanstandungen**

*Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:*

- Aufruf, ggf. Parametrisierung von Applikationen
- Verwaltung der Workflow-Daten

Die Erfassung der Kundenanforderungen erfolgt in erster Linie durch den Einsatz der gleichen Funktionen wie beim rechnergestützten Dialog.

*Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:*

- Applikationsmodellierung
- Datenmodellierung

Auch bei den unterstützenden Funktionen bestehen eindeutige Parallelen zum Vorgang beim rechnergestützten Dialog. Lediglich auf die Funktion der Bereitstellung der Statusinformationen und Abweichungen durch das WfMS kann verzichtet werden, da zunächst ausschließlich der Kunde als Informationsquelle dient.

*Funktionen des WfMS, die zur Erfüllung der Anforderungen nur indirekt beitragen:*

- ▲ Organisationsmodellierung
- ▲ Instanziierung von Vorgängen aus Workflow-Modellen
- ▲ Rollenauflösung zur Aktivitätsträgerermittlung
- ▲ Information der Aktivitätsträger

Die steuernden Funktionen sind ebenfalls, bis auf die Synchronisation der Aktivitätsträger, identisch mit denen des rechnergestützten Dialoges. Auf die Synchronisation kann hier verzichtet werden, da die Fehlermeldung ausschließlich aus Richtung des Kunden an das System herangetragen wird. Die nötigen Vorgänge zur Erfüllung dieser Aufgaben werden aus zuvor definierten Workflow-Modellen instanziiert.

### **Systematische Fehlerbeschreibung**

*Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:*

- Workflow-Modellierung
- Datenmodellierung
- Verwaltung von Workflow-Daten
- Erzeugung von Protokolldaten

Für die systematische Fehlerbeschreibung im Rahmen der Fehlerisolierung ist die Beschaffung und Verarbeitung von Informationen von entscheidender Bedeutung. Durch die Funktion der Datenmodellierung wird sichergestellt, dass alle zur Beschreibung des Fehlers nötigen Daten zur Verfügung stehen. Um auch das Umfeld, in dem der Fehler entstanden ist, beschreiben zu können, ist eine Visualisierung der Zusammenhänge und Abläufe durch die Workflow-Modellierung erforderlich. Da in der Fehlerbeschreibung Daten aus mehreren Quellen zusammengestellt werden, wird eine hohe Anforderung an deren Verwaltung gestellt, um die Ergebnisse für die weitere Verwendung im FM Prozess zugänglich zu machen. Eine wichtige Datenquelle sind hier auch die durch das WfMS protokollierten Workflow-Daten.

*Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:*

- Applikationsmodellierung
- Aufruf ggf. Parametrisierung von Applikationen

Auch für die Fehlerbeschreibung stehen unterstützende Programme, wie z. B. Datenbanken, zur Verfügung. Es muss daher festgelegt werden, welche Applikationen während der Fehlerbeschreibung unterstützend zur Verfügung gestellt werden können. Um eine maschinelle Unterstützung des Prozesses ermöglichen zu können, ist es erforderlich, Applikationen an geeigneter Stelle aufzurufen und ggf. zu parametrisieren.

*Funktionen des WfMS, die zur Erfüllung der Anforderungen nur indirekt beitragen:*

- ▲ Organisationsmodellierung
- ▲ Rollenauflösung zur Aktivitätsträgerermittlung
- ▲ Information der Aktivitätsträger
- ▲ Synchronisation der Aktivitätsträger

Zur Steuerung der Fehlerbeschreibung muss der dafür am besten geeignete Aktivitätsträger mit Hilfe der Funktionen der Organisationsmodellierung und der Rollenauflösung ermittelt und informiert werden. Soll eine Fehlerbeschreibung von mehreren Mitarbeitern bearbeitet werden, ist ihre Synchronisation nötig.



## Vergleich mit Erfahrungsdaten

*Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:*

- Datenmodellierung

Die zentrale Rolle bei dem Vergleich mit den Erfahrungsdaten aus der Falldatensammlung nimmt die Auswahl und Bereitstellung der Daten ein.

*Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:*

- Applikationsmodellierung
- Verwaltung der Workflow-Daten

Auch für den Vergleich mit den Erfahrungsdaten müssen dem Bearbeiter Applikationen zur Verfügung gestellt werden, die den Vergleich ermöglichen und unterstützen. Bei dem Vergleich mit den Erfahrungsdaten werden viele Daten gehandhabt, was eine effektive Verwaltung erfordert.

*Funktionen des WfMS, die zur Erfüllung der Anforderungen nur indirekt beitragen:*

- ▲ Erzeugung von Protokolldaten
- ▲ Aufruf, ggf. Parametrisierung von Applikationen

Die Bereitstellung und Auswahl der Erfahrungsdaten kann teilweise maschinell unterstützt werden. Dazu ist es erforderlich, zu geeigneten Zeitpunkten Applikationen aufzurufen. Die Protokollierung der Workflow-Daten ist in diesem Zusammenhang ebenfalls von indirekter Bedeutung, da die Erfahrungsdaten auf ihr basieren.

## Klassifizierung des Fehlers

*Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:*

- Workflow-Modellierung
- Datenmodellierung
- Bereitstellung von Statusinformationen
- Bereitstellung von Ressourcenauslastungen

Um die Bedeutung des Fehlers im Rahmen der Fehlerklassifikation einschätzen zu können, müssen durch die Datenmodellierung ausgewählte Informationen bereitgestellt werden. Einschätzungen bezüglich der Fehlerauswirkung lassen sich aufgrund des Prozessstatusses und der Ressourcenauslastung treffen. Für die Einordnung der Fehlerbedeutung ist es weiterhin wichtig, an welcher Stelle der Ablauforganisation der Fehler aufgetreten ist, und welche nachfolgenden Bereiche davon betroffen sind. Diese Information wird durch die Workflow-Modellierung geliefert.

Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:

- Applikationsmodellierung
- Erzeugung von Protokolldaten

Die Applikationen, die zur Bearbeitung der Fehlerklassifikation unterstützend beitragen, müssen dem Anwender zur Verfügung gestellt werden. Zur Klassifikation des Fehlers sind Kenntnisse bezüglich der Workflow-Daten erforderlich. Diese werden durch die vom WfMS erzeugten Protokolle bereitgestellt.

*Funktionen des WfMS, die zur Erfüllung der Anforderungen nur indirekt beitragen:*

- ▲ Aufruf und ggf. Parametrisierung von Applikationen
- ▲ Verwaltung der Workflow-Daten

Die Klassifizierung der Fehlerdaten kann teilweise maschinell unterstützt werden. Dazu ist es erforderlich, zu geeigneten Zeitpunkten Applikationen aufzurufen und die durch sie erzeugten Daten zu verwalten.

### **Einleitung von Sofortmaßnahmen**

*Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:*

- Workflow-Modellierung
- Applikations-Modellierung
- Simulation und Analyse der Workflow-Modelle
- Instanziierung von Vorgängen aus Workflow-Modellen
- Information der Aktivitätsträger
- Synchronisation der Aktivitätsträger
- Aufruf, ggf. Parametrisierung von Applikationen

Die systematische Einleitung von Sofortmaßnahmen erfordert eine genaue Kenntnis über alle Arbeitsabläufe und Zusammenhänge, um die Fehlerfortpflanzung zu verhindern. Die Workflow-Modellierung trägt dazu in einem entscheidenden Maße bei. Durch sie werden Workflow-Modelle definiert, aus denen die erforderlichen Vorgänge instanziiert werden. Die Einleitung der Sofortmaßnahmen im Rahmen der Fehlerisolierung erfordert im hohen Maße den Einsatz von Applikationen. Diese müssen durch die entsprechenden Funktionen des WfMS bereitgestellt, ausgewählt, aufgerufen und ggf. parametrisiert werden, um eine maschinelle Unterstützung nutzen zu können. Die an den Sofortmaßnahmen beteiligten Aktivitätsträger müssen umgehend informiert und synchronisiert werden. Die neu eingeleiteten Workflows müssen simuliert und analysiert werden, um neue Fehler auszuschließen. Die Einleitung von Sofortmaßnahmen erfolgt durch Vorgänge, die aus zuvor definierten Workflow-Modellen instanziiert werden.

*Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:*

- Organisationsmodellierung
- Datenmodellierung
- Rollenauflösung zur Aktivitätsträgerermittlung
- Bereitstellung von Statusinformationen
- Bereitstellung von Ressourcenauslastungen
- Überwachung der Vorgangswiedervorlagen
- Bereitstellung von Abweichungen zwischen Workflow-Modell und Ausführung

Die aufgeführten Funktionen stellen mit den Statusinformationen und Abweichungen, in erster Linie koordiniert durch die Datenmodellierung, die für die Durchführung der Sofortmaßnahmen nötigen Informationen bereit. Die Rollenauflösung ermittelt, unter Berücksichtigung der Organisationsmodellierung und der Ressourcenauslastung, für die Umsetzung geeignete Aktivitätsträger. Die Einleitung der Sofortmaßnahmen erfordert ggf. Vorgangswiedervorlagen, deren Überwachung durch die eigens dafür vom WfMS zur Verfügung gestellte Funktion gewährleistet ist.

### **Systematische Bestimmung der Fehlerursache**

Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:

- Workflow-Modellierung
- Datenmodellierung

Zur Ermittlung der Fehlerursache durch die Fehlerursachenanalyse muss der genaue Prozessablauf bekannt sein, um den Fehler bis zu seinem Ursprung hin zurück verfolgen zu können. Die daraus entstehende Anforderung, den Prozess abzubilden, erfüllt die Workflow-Modellierung. Um die Fehlerursache ermitteln zu können, sind weiter prozessbezogene Daten, wie beispielsweise technische Zeichnungen, erforderlich, die in den jeweiligen Stufen der Fehlerursachenanalyse bereitgestellt werden müssen. Dies kann durch die Funktion der Datenmodellierung umgesetzt werden.

*Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:*

- Applikationsmodellierung
- Instanziierung von Vorgängen aus Workflow-Modellen
- Verwaltung der Workflow-Daten
- Bereitstellung von Statusinformationen
- Bereitstellung von Abweichungen zwischen Workflow-Modell und Ausführung

Die bei der Fehlerursachenanalyse benötigten Prozessdaten werden durch die Statusinformationen der laufenden Vorgänge bereitgestellt. Als Grundlage geht in die Fehlerursachenanalyse der finale Fehler als Abweichung zwischen Workflow-Modell und Ausführung ein. Auch in dieser Phase des FM müssen unterstützend Applikationen zur

Verfügung gestellt werden. Zur Unterstützung der systematischen Bestimmung der Fehlerursache werden Vorgänge aus zuvor definierten Workflow-Modellen instanziiert.

*Funktionen des WfMS, die zur Erfüllung der Anforderungen nur indirekt beitragen:*

- ▲ Aufruf, ggf. Parametrisierung von Applikationen
- ▲ Erzeugung von Protokolldaten

Die systematische Bestimmung der Fehlerursache kann teilweise maschinell unterstützt werden. Dazu ist es erforderlich, zu geeigneten Zeitpunkten Applikationen aufzurufen. Aus den vom WfMS erzeugten Protokollen lassen sich vereinzelt Daten gewinnen, die von Bedeutung für die Erkennung der Fehlerursache sind.

### **Bestimmung und Information der Zuständigkeit**

*Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:*

- Organisationsmodellierung
- Datenmodellierung
- Rollenauflösung zur Aktivitätsträgerermittlung
- Information der Aktivitätsträger

Die Bestimmung der Zuständigkeiten erfolgt in erster Linie über die Rollenauflosungskomponente des WfMS. Von besonderer Bedeutung ist dafür auch die detaillierte Spezifizierung der Aufbauorganisation durch die Organisationsmodellierung, in der festgelegt wird, welche Mitarbeiter im Unternehmen für welche Aufgaben verantwortlich sind. Die Datenmodellierung stellt die an die Aktivitätsträger zu übermittelnden Informationen zusammen. Die Funktion Information der Aktivitätsträger übernimmt die eigentliche Übermittlung der Daten.

*Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:*

- Workflow-Modellierung
- Applikationsmodellierung
- Instanziierung von Vorgängen aus Workflow-Modellen
- Synchronisation der Aktivitätsträger
- Bereitstellung von Ressourcenauslastungen

Für die Ermittlung der Zuständigkeiten benötigt das WfMS Informationen darüber, welche Bereiche des Workflows von der Fehlerbehandlung betroffen sind. Diese Information wird mit Hilfe der Workflow-Modellierung bereitgestellt. Für die Durchführung der Zuständigkeitsermittlung und Informationsverteilung müssen Applikationen verfügbar gemacht werden. Bei der Bestimmung der Zuständigkeit muss die Ressourcenauslastung ausreichend berücksichtigt werden, damit es durch die Fehlerbehebung zu keinen Engpässen im Prozessablauf kommt. Sind mehrere Aktivitätsträger zu informieren, spielt die Synchronisation eine weitere wichtige Rolle bei der Information der Aktivitätsträger. Die Bestimmung und

Information der Zuständigkeiten erfolgt durch Vorgänge, die aus zuvor definierten Workflow-Modellen instanziiert werden.

*Funktionen des WfMS, die zur Erfüllung der Anforderungen nur indirekt beitragen:*

- ▲ Verwaltung der Workflow-Daten
- ▲ Aufruf, ggf. Parametrisierung von Applikationen

Die Bestimmung und Information der Zuständigkeiten kann teilweise maschinell unterstützt werden. Dazu ist es erforderlich, zu geeigneten Zeitpunkten Applikationen aufzurufen. Die dabei durch die Applikationen erzeugten Daten müssen verwaltet werden.

### **Auswahl einer systematischen Problemlösung**

Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:

- Workflow-Modellierung
- Daten-Modellierung

Um die Auswahl der Problemlösung systematisch vorzunehmen, ist es in erster Linie erforderlich, den Workflow schematisch zu definieren und darzustellen. Eine zentrale Rolle bei der Auswahl der Problemlösung spielen die zugrunde gelegten Daten. Die richtige Zusammen- und Bereitstellung der für die Auswahl benötigten Daten realisiert die Datenmodellierung.

*Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:*

- Applikationsmodellierung
- Simulation und Analyse der Workflow-Modelle

Die Systematik zur Auswahl einer Problemlösung kann durch Applikationen unterstützt werden, die zu den richtigen Laufzeiten des Prozesses bereitgestellt werden müssen. Die Simulation und Analyse der Workflow-Modelle kann während der Auswahl fortwährend eingesetzt werden, um die ausgewählte Problemlösung auf Fehlerfreiheit zu testen.

*Funktionen des WfMS, die zur Erfüllung der Anforderungen nur indirekt beitragen:*

- ▲ Aufruf ggf. Parametrisierung von Applikationen
- ▲ Verwaltung der Workflow-Daten
- ▲ Erzeugung von Protokolldaten
- ▲ Bereitstellung von Statusinformationen laufender Vorgänge
- ▲ Bereitstellung von Ressourcenauslastungen
- ▲ Bereitstellung von Abweichungen zwischen Workflow-Modell und Ausführung

Die Auswahl der Problemlösung basiert auf einer Vielzahl von Daten. In erster Linie sind hierfür die ermittelte Fehlerursache und die Fehlerbeschreibung von Bedeutung. Diese basieren wiederum auf den oben genannten Funktionen. Daher tragen sie indirekt zur Erfüllung der Anforderungen bei. Die systematische Auswahl der Problemlösung kann teilweise maschinell

unterstützt werden. Dazu ist es erforderlich, zu geeigneten Zeitpunkten Applikationen aufzurufen.

### **Durchführung einer systematischen Problemlösung**

Das die Anforderungen erfüllende Funktionsprofil entspricht dem der Einleitung von Sofortmaßnahmen.

### **Wirksamkeitsprüfung**

*Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:*

- Workflow-Modellierung
- Simulation und Analyse der Workflow-Modelle
- Bereitstellung von Statusinformationen laufender Vorgänge
- Bereitstellung von Ressourcenauslastungen
- Überwachung der Vorgangswiedervorlagen
- Bereitstellung von Abweichungen zwischen Workflow-Modell und Ausführung

Um die Wirksamkeit der Problemlösung überprüfen zu können, müssen die ausgeführten Workflows modelliert, simuliert und analysiert werden. Die Einbeziehung prozessbezogener Daten, wie Ressourcenauslastungen, Status- und Abweichungsinformationen, ist dazu dringend notwendig. Die aufgrund der Wirksamkeitsprüfung erforderlichen Vorgangswiedervorlagen können durch das WfMS mit Hilfe einer eigenen Funktion überwacht werden.

*Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:*

- Applikationsmodellierung
- Datenmodellierung
- Aufruf ggf. Parametrisierung von Applikation
- Verwaltung der Workflow-Daten
- Erzeugung von Protokolldaten

Um den Prozess der Wirksamkeitsprüfung zu unterstützen, werden einige Applikationen eingesetzt, die zum richtigen Zeitpunkt bereitstehen müssen. Die Wirksamkeitsprüfung kann teilweise maschinell unterstützt werden, was erforderlich macht, dass Applikationen durch das WfMS aufgerufen werden. Die durch die Applikationen erzeugten Daten müssen verwaltet werden. Eine wichtige Informationsquelle zur Wirksamkeitsprüfung bilden auch die vom WfMS erstellten Protokolle mit den Workflow-Daten.

## Rückmeldung an alle Beteiligten

*Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:*

- Rollenauflösung zur Aktivitätsträgerermittlung
- Information der Aktivitätsträger
- Aufruf und ggf. Parametrisierung von Applikationen
- Überwachung der Vorgangswiedervorlagen

Die Rückmeldung über die Wirksamkeit der Maßnahmen erfolgt mit Hilfe der Funktion Information der Aktivitätsträger. Die zu informierenden Aktivitätsträger werden dabei durch die Rollenaufhebung ermittelt. Dieser Vorgang kann vollständig automatisch durch den Aufruf und die Parametrisierung von Applikationen bearbeitet werden. Die Überwachung der Vorgangswiedervorlagen kann durch eine eigens dafür vorgesehene Funktion des WfMS gesichert werden.

*Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:*

- Organisationsmodellierung
- Workflow-Modellierung

Die Organisations- und Workflow-Modellierung bildet eine wichtige Voraussetzung für die Bestimmung der zu informierenden Aktivitätsträger.

*Funktionen des WfMS, die zur Erfüllung der Anforderungen nur indirekt beitragen:*

- ▲ Applikationsmodellierung
- ▲ Datenmodellierung
- ▲ Instanziierung von Vorgängen aus Workflow-Modellen
- ▲ Bereitstellung von Statusinformationen laufender Vorgänge
- ▲ Bereitstellung von Ressourcenauslastungen

Die Applikationsmodellierung ermöglicht die Bereitstellung aller für die Informationsübertragung nötigen Applikationen. Die vorrangige Zielsetzung der Rückmeldung an alle Beteiligten bezieht sich auf die Information über Erfolg oder Misserfolg. Weiterführende Informationen zu Ressourcenauslastungen und Status des Prozesses sind eher von primärem Interesse. Die richtige Auswahl der rückzumeldenden Informationen wird in diesem Zusammenhang mit Hilfe der Datenmodellierung getroffen. Die nötigen Vorgänge zur Erfüllung dieser Aufgaben werden aus zuvor definierten Workflow-Modellen instanziiert.

## Protokollierung aller Abläufe

*Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:*

- Aufruf, ggf. Parametrisierung von Applikationen
- Erzeugung von Protokolldaten

Die Protokollierung aller Abläufe kann vollständig maschinell erfolgen. Dafür müssen Applikationen aufgerufen und ggf. parametrisiert werden, die die Daten so zusammenstellen und aufbereiten, dass sie durch das WfMS protokolliert werden können.

*Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:*

- Verwaltung der Workflow-Daten
- Bereitstellung von Statusinformationen laufender Vorgänge
- Bereitstellung von Ressourcenauslastungen
- Bereitstellung von Abweichungen zwischen Workflow-Modell und Ausführung

Die Protokollierung aller Abläufe erfordert eine Verwaltung der durch die unterschiedlichen Applikationen erzeugten Daten. Diese werden ergänzt durch Informationen über den Prozessverlauf bezüglich der Ressourcenauslastung und der Abweichungen.

### **Funktionsübergreifende Bereitstellung von Informationen**

*Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:*

- Datenmodellierung
- Verwaltung der Workflow-Daten
- Erzeugung von Protokolldaten

Die funktionsübergreifende Bereitstellung von Informationen erfordert eine umfassende Modellierung, Verwaltung und Erzeugung von Daten.

*Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:*

- Bereitstellung von Statusinformationen laufender Vorgänge
- Bereitstellung von Ressourcenauslastungen
- Bereitstellung von Abweichungen zwischen Workflow-Modell und Ausführung

Daten, die funktionsübergreifend zur Verfügung gestellt werden müssen, betreffen den Status, die Abweichungen des Vorgangs, und die Ressourcenauslastungen.

*Funktionen des WfMS, die zur Erfüllung der Anforderungen nur indirekt beitragen:*

- ▲ Organisationsmodellierung
- ▲ Workflow-Modellierung
- ▲ Rollenauflösung zur Aktivitätsträgerermittlung
- ▲ Information der Aktivitätsträger

Die Organisationsmodellierung und Workflow-Modellierung ermöglicht eine Übersicht darüber, welchen Unternehmensbereichen und Arbeitsstationen Informationen zugänglich gemacht werden müssen. Die Rollenauflösung und Information der Aktivitätsträger ermöglicht, dass sensible Informationen nur differenziert einem bestimmten Aktivitätsträgerkreis zugänglich gemacht werden können.



## Qualitätsdatenauswertung

*Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:*

- Applikationsmodellierung
- Datenmodellierung
- Aufruf, ggf. Parametrisierung von Applikationen

Von entscheidender Bedeutung bei der Qualitätsdatenauswertung ist die Bereitstellung aller, für die Auswertung wichtigen, Daten. Für die Unterstützung der Auswertung ist weiter die Bereitstellung von dafür vorgesehenen Applikationen dringend erforderlich, die in vielen Fällen auch automatisch aufgerufen werden müssen, um so eine weitgehend maschinelle Bearbeitung der Qualitätsdatenauswertung zu gewährleisten.

*Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:*

- Verwaltung der Workflow-Daten
- Erzeugung von Protokolldaten

Die Qualitätsdatenauswertung erfordert Informationen, die durch eine Verwaltung und Protokollierung anfallender Workflow-Daten zur Verfügung gestellt werden.

## Wirtschaftlichkeitsprüfung

*Funktionen des WfMS, die direkt zur Erfüllung der Anforderungen beitragen:*

- Applikationsmodellierung
- Datenmodellierung
- Simulation und Analyse der Workflow-Modelle

Zur Durchführung einer Wirtschaftlichkeitsanalyse müssen betriebswirtschaftliche Daten bereitgestellt und mit entsprechender Software ausgewertet werden. Aussagen über die Wirtschaftlichkeit der Fehlerbehandlung lassen sich auch über die Simulation und die Analyse der Workflow-Modelle treffen.

*Funktionen des WfMS, die bei der Erfüllung der Anforderungen unterstützend beitragen:*

- Organisationsmodellierung
- Workflow-Modellierung
- Rollenauflösung zur Aktivitätsträgerermittlung
- Aufruf, ggf. Parametrisierung von Applikationen
- Verwaltung der Workflow-Daten
- Bereitstellung von Statusinformationen laufender Vorgänge
- Bereitstellung von Ressourcenauslastungen

Die Bestimmung der Wirtschaftlichkeit erfordert Informationen über die an der Fehlerbehebung beteiligten Aktivitätsträger und Abteilungen, sowie über die durchlaufenen Arbeitsschritte, die

Ressourcenauslastungen und über den Status des Prozesses. Diese Daten müssen verwaltet werden, und zu bestimmten Zeitpunkten müssen Applikationen zur maschinellen Unterstützung der Wirtschaftlichkeitsbestimmung aufgerufen werden.

Funktionen des WfMS, die zur Erfüllung der Anforderungen nur indirekt beitragen:

- ▲ Instanziierung von Vorgängen aus Workflow-Modellen
- ▲ Erzeugung von Protokolldaten

Die für die Ermittlung der Wirtschaftlichkeit bedeutenden Daten können aus den vom WfMS erzeugten Protokollen entnommen werden. Die nötigen Vorgänge zur Erfüllung dieser Aufgaben werden aus zuvor definierten Workflow-Modellen instanziiert.

## B. KORRELATION DER WFMS UND DER FUNKTIONEN

### *Modellierung und Simulation von Workflows*

#### Organisationsmodellierung

*WfMS, die die geforderte Funktion in besonderem Maße erfüllen:*

- Anbieter A4

Das Produkt dieses Unternehmens verfügt zur Umsetzung dieser Funktion über ein eigenes Designermodul für Ressourcen und Kosten.

- Anbieter A1

eFIRST process bietet mit dem Modul Process Analyzer (basierend auf Corel iGrafx Process) ein vollständiges Modul zur graphischen Modellierung. Neben dem graphischen Design steht ein Regeleditor zur Onlinekonfiguration von Geschäftsregeln zur Verfügung.

- Anbieter A2

Im Modul Process Designer werden die Anwenderhierarchien eines Unternehmens modelliert. Dabei wird konsequent zwischen technischer und fachlicher Modellierung getrennt. Die Darstellung erfolgt als neuer Ansatz durch Baumansichten.

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

- Anbieter A6

Flexible, an die Dynamik des Unternehmens gekoppelte Anpassung des Organisationsaufbaus mit Hilfe von graphischen Modellierungswerkzeugen.

- Anbieter A5

Die Income Suite verfügt über klassische Organigramme mit Ressourcenzuordnungen.

- Anbieter A7

In einer Datenbank stehen u.a. Gruppierungen nach Personengruppen, Abteilungen und Funktionszusammenschlüssen zur Verfügung. Die Zuordnung von Rechten erfolgt direkt über Personen oder die jeweiligen Anwendergruppen mit Rechtevererbung.

- Anbieter A8

Das Personalverzeichnis von multiDESK Workflow erlaubt die graphische Definition von Organisationen.

- Anbieter A3

Organisationen werden im integrierten Organisationsexplorer abgebildet. Auf der Grundlage bereits vorgegebener Klassen können weitere Klassen mit frei konfigurierbaren Hierarchien eingerichtet werden.

## Workflow-Modellierung

*WfMS, die die geforderte Funktion in besonderem Maße erfüllen:*

- Anbieter A1

eFirst process bietet mit dem Modul Process Analyzer (basierend auf Corel iGrafix Process) ein vollständiges Modul zur graphischen Modellierung von Workflows.

- Anbieter A4

Über ein eigenes Designermodul können den Arbeitsabläufen Ressourcen, Arbeitsinhalte, die Führung des Arbeitsflusses und Meilensteine zugewiesen werden.

- Anbieter A3

Workflows werden im integrierten Workflowmodellexplorer abgebildet und können exportiert und importiert werden. Dies geschieht in Anlehnung an die Spezifikationen der WfMC.

- Anbieter A2

Die Modellierung von Geschäftsprozessen erlaubt sowohl die Erstellung von kompletten Geschäftsprozessen auf beliebig vielen Ebenen, als auch die Definition von Prozessbausteinen, die zur Laufzeit zu einem Geschäftsprozess zusammengestellt werden können. Die Modellierung erfolgt dabei entsprechend dem Standard der WfMC.

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

- Anbieter A8

Vorgänge bzw. Vorgangsmodelle werden mit multiDESK Workflow graphisch modelliert. Jedem Vorgangsschritt können Informationen darüber mitgegeben werden, wer während des konkreten Bearbeitungsablaufs welche Aktion, unter welchen zeitlichen Bedingungen ausführen soll.

- Anbieter A7

Die Modellierung erfolgt graphisch, die einzelnen Objekte werden entsprechend dem zu definierenden Ablauf miteinander verbunden und in Abhängigkeit gebracht.

- Anbieter A5

Die mit Workflow-Technologien umzusetzenden Abläufe werden in Modelle des „think Workflow Managers“ transferiert.

- Anbieter A6

Es erfolgt eine flexible Anpassung an die Organisationsstruktur und/oder Prozessänderungen durch die unterstützten graphischen Modellierungswerkzeuge.

## Applikationsmodellierung

*WfMS, die die geforderte Funktion in besonderem Maße erfüllen:*

- Anbieter A2

Der Cosa Tool Agent Manager ist das zentrale Modul zur Integration externer Anwendungen. Mit Hilfe des sog. Tool Agents können diese in Cosa BPM integriert werden.

- Anbieter A1

Der Process Integrator verbindet eFirst process mit anderen Applikationen. Das Integrationsmodul bietet die Möglichkeit, die Prozesse innerhalb von eFirst process mit Informationen aus verschiedenen bestehenden Applikationen oder Datenbanken zu verbinden.

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

- Anbieter A7

Die Zuordnung des Workflows zur Anwendung erfolgt in der Modellierungsoberfläche. Dabei werden den im Workflow definierten Komponenten Eigenschaften zugeordnet. Diese Eigenschaften beinhalten z.B. Funktionalitäten bzgl. der Bearbeitung von Objekten des Workflows.

- Anbieter A3

OS:DRT interne Applikationen werden mit einem Maskeneditor erstellt und den jeweiligen Aktivitäten zugeordnet. Externe Applikationen können über definierte Schnittstellen und Parameter angebunden werden.

- Anbieter A8

Es können Anwendungen definiert werden, mit denen bestimmte Aufgaben bearbeitet werden können. Bestehende Anwendungen lassen sich integrieren, ohne dass dazu Programmierkenntnisse nötig sind.

*WfMS, die die geforderte Funktion partiell erfüllen:*

- ▲ Anbieter A4

Der standardbasierte, flexible und für zahlreiche Branchen konfigurierbare Business Process Manager lässt sich problemlos implementieren und je nach Bedarf erweitern. Dadurch entsteht eine einheitliche Infrastruktur zur Verwaltung von Geschäftsprozessen, die die Schnittstelle zwischen Benutzern und verschiedenen Anwendungen bildet. Die Applikationsmodellierung erfolgt durch Java API.

- ▲ Anbieter A5

Ein reines Applikationsmodell existiert nicht. In Projekten werden die bei den Aktivitäten aufzurufenden Applikationen ebenfalls als Ressourcen modelliert.

## Datenmodellierung

*WfMS, die die geforderte Funktion in besonderem Maße erfüllen:*

- Anbieter A6

Die Integration von Daten kann während der Modellierung mittels des Pavone ProcessModeler vorgegeben werden.

- Anbieter A4

Über das Designermodul kann der Benutzer einen oder mehreren definierten Prozessen die zu deren Ausführung benötigten Parameter und Daten zuweisen.

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

- Anbieter A2

COSA bietet eine umfassende Anzahl von Möglichkeiten für die Datenmodellierung bei der Systemintegration und der Einbindung einer heterogenen Systemlandschaft in einem Arbeitsablauf.

- Anbieter A7

Die Zuordnung der Daten zu den Workflows erfolgt in der Modellierungsoberfläche. Dabei werden den im Workflow definierten Komponenten Eigenschaften zugeordnet. Diese Eigenschaften beinhalten z.B. Funktionalitäten bzgl. der Bearbeitung von Objekten des Workflows.

- Anbieter A1

Das Integrationsmodul des Process Integrators bietet die Möglichkeit, die Prozesse innerhalb von eFirst process mit Informationen aus verschiedenen bestehenden Datenbanken zu verbinden.

- Anbieter A5

Die Datenmodellierung wird über Objektmodelle abgedeckt. Den Objekttypen können dabei Attribute zugeordnet werden und diesen wiederum Datentypen.

- Anbieter A3

Im Prozess verwendete Daten werden in Variablen aufgenommen. Diese Variablen können frei angelegt und typisiert, sowie den verwendeten Anwendungen über deren Parameter zugeordnet werden.

*WfMS, die die geforderte Funktion partiell erfüllen:*

- ▲ Anbieter A8

Die Datenmodellierung erfolgt in einem separat zu betreibenden Daten Management System.

## Simulation und Analyse der Workflow-Modelle

*WfMS, die die geforderte Funktion in besonderem Maße erfüllen:*

- Anbieter A5

Die Modelle können direkt mit dem Modul Income Simulator ausgeführt und analysiert werden. Dabei können auf unterschiedliche Weise Daten in das System eingebracht werden, so dass ein möglichst realitätsnaher Ablauf der Workflows getestet werden kann.

- Anbieter A3

Es wird ein eigenes Simulationsprogramm bereitgestellt, in dem Workflows in ihrem Durchlauf simuliert werden können. Workflows können schon während der Erstellung durch den Workflow-Modellexplorer automatisiert analysiert werden.

- Anbieter A4

Zur Simulation und Analyse der Workflow-Modelle stehen dem System der FileNet Process Analyzer und das FileNet Process Simulator Modul zur Verfügung. Diese ermöglichen das Monitoring von Prozessen, und die Ermittlung der dadurch entstehenden Kosten.

- Anbieter A2

Im Simulations-Modul des Process Designers können die modellierten Prozesse dynamisch getestet und eine entsprechende Bewertung der Leistungsfähigkeit erstellt werden. Für eine noch intensivere Tiefenanalyse können darüberhinaus die COSA Prozessmodelle direkt von speziellen Applikationen gelesen werden.

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

- Anbieter A7

Die Simulation des Workflows erfolgt in einer graphischen Oberfläche. Dabei können unterschiedliche Einlastungen gefahren und anschließend ausgewertet werden.

- Anbieter A1

Workflows können mit unterschiedlichsten, an der Praxis orientierten Einlastungen simuliert und hinsichtlich Ressourcen, Kosten und Engpässen je Prozessschritt ausgewertet werden.

Das System von Anbieter A8 stellt keine Funktion für die Simulation und Analyse von Workflow-Modellen bereit.

## **Instanziierung und Ausführung von Workflows**

### **Instanziierung von Vorgängen aus Workflow-Modellen**

WfMS, die die geforderte Funktion in besonderem Maße erfüllen:

- Anbieter A2

Mit Hilfe des Moduls COSA Case Composer können Geschäftsprozesse auf Basis vordefinierter Prozessbausteine ad hoc vom Endanwender zusammengestellt und noch während der Bearbeitung weiter modifiziert werden.

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

- Anbieter A8

Ein Workflow wird aus der Planung exportiert und steht dann als Vorlage zur Verfügung. Wird er nun von einem Benutzer gestartet, entsteht für jeden Start eine neue Instanz dieses Workflows.

- Anbieter A5

Zur Ausführungszeit der Workflows werden die Modelle entsprechend instanziiert.

- Anbieter A1

An die Workflow-Engine übergebene Workflowprozesse können instanziiert werden.

- Anbieter A4

Die Instanziierung von Vorgängen aus Workflow-Modellen erfolgt wahlweise manuell oder regelbasiert.

- Anbieter A3

Die Workflow-Modelle werden in Instanzen geführt, wobei immer eine Instanz eines bestimmten Workflow-Modells aktiv ist und sich Prozesse nur aus dieser Instanz starten lassen. Bei Änderung eines Modells wird zur Konsistenzsicherung eine neue Instanz des Modells automatisiert erzeugt.

*WfMS, die die geforderte Funktion partiell erfüllen:*

- ▲ Anbieter A7

Prozesse können über flexible Workflowzweige bei Bedarf integriert werden.

### **Rollenauflösung zur Aktivitätsträgerermittlung**

*WfMS, die die geforderte Funktion in besonderem Maße erfüllen:*

- Anbieter A2

Die Zuordnung von Aufgaben an die einzelnen Anwender kann auf verschiedene Weise erfolgen. Als grundlegende Prinzipien stehen die automatische Zuordnung zu Anwendern, die selektive Auswahl durch Anwender, sowie die fallbasierte oder die auslastungsbasierte



Zuordnung von Arbeitsschritten, zur Verfügung. Es stehen dazu mehrere Zuordnungsmechanismen bereit.

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

○ Anbieter A1

Die Zuordnung von Aktivitäten zu Rollen erfolgt dynamisch anhand von instanzbezogenen Parametern.

○ Anbieter A3

Aktivitäten können Rollen und Personen als Ausführende im Workflow-Modell fest zugeordnet werden.

○ Anbieter A6

Die Zuordnung von Aufgaben an die verantwortlichen Personen oder Gruppen, sowie die Erstellung eines Rollenmodells und einer Stellvertreterregelung, ist möglich.

○ Anbieter A5

Einzelne Aufgaben innerhalb einer Instanz werden den Rollen übermittelt, wobei Techniken wie Wiedervorlagen oder Stellvertreterregelungen unterstützt werden.

○ Anbieter A8

Die Zuordnung der Arbeitsschritte zu den zuständigen Bearbeitern erfolgt über den direkten Zugriff auf das Personalverzeichnis.

○ Anbieter A4

Die Rollenauflösung zur Aktivitätsträgerermittlung erfolgt über die angebundene Rulesengine.

*WfMS, die die geforderte Funktion partiell erfüllen:*

▲ Anbieter A7

Das System erkennt Auslastungsengpässe. Auf dieser Basis können zusätzliche Ressourcen eingebunden werden.

**Information der Aktivitätsträger**

*WfMS, die die geforderte Funktion in besonderem Maße erfüllen:*

● Anbieter A5

Die Anwender erhalten automatisch alle notwendigen Informationen zu ihren Aufgaben, Applikationen für die Bearbeitung und dazugehörigen Dokumente, und zwar aufgabenspezifisch, zum richtigen Zeitpunkt und unabhängig davon, wo sie sich gerade befinden.

- Anbieter A3

Aktivitätsträger werden durch eine Meldung des OS:DRT-Clients auf neu vorliegende Aktivitäten hingewiesen. Falls der Client nicht geöffnet ist, kann auch per E-Mail über neue Aktivitäten informiert werden. Durch die Möglichkeit des aktiven Scriptings innerhalb der Workflow-Modelle sind eine Reihe weiterer Meldeszenarien denkbar, z.B. das Melden per SMS.

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

- Anbieter A4

Die Information erfolgt z.B. über eine automatische E-Mail-Benachrichtigung oder über ein Portal.

- Anbieter A8

Das System arbeitet mit einer Benutzeroberfläche, die einem Schreibtisch nachempfunden ist. Auf diesem Schreibtisch werden in Postkörben Informationen sichtbar, die für den jeweiligen Mitarbeiter bestimmt sind.

- Anbieter A6

Eine Aufgabenliste kann regelmäßig per E-Mail zugeschickt werden.

- Anbieter A2

Die Information der Aktivitätsträger erfolgt über Postkörbe.

- Anbieter A1

eFirst Process stellt sicher, dass jederzeit alle Informationen dort sind, wo sie benötigt werden.

*WfMS, die die geforderte Funktion partiell erfüllen*

- ▲ Anbieter A7

Das System erkennt Auslastungsengpässe. Auf dieser Basis können zusätzliche Ressourcen eingebunden werden.

### **Synchronisation der Aktivitätsträger**

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

- Anbieter A3

Teilnehmer einer Aktivität werden durch das System automatisch synchronisiert. Es ist sichergestellt, dass jeweils nur eine Person, eine Aktivität zu einer bestimmten Zeit bearbeiten kann, für die übrigen Teilnehmer ist dieser Schritt dann als „in Bearbeitung“ gekennzeichnet.

- Anbieter A2

In Cosa BPM ist sichergestellt, dass jeder Mandant über einen eigenen Satz von Workflowdaten verfügt, der für andere Mandanten nicht zugänglich ist. Die Anwender werden unterschiedlichen Mandanten zugeordnet.

- Anbieter A6

Es erfolgt ein Abgleich der Aufgaben mit der E-Mail Datenbank

- Anbieter A8

Die Synchronisation erfolgt über den Arbeitsplatz, der einem Schreibtisch nachempfunden ist. Alle Sachbearbeiter mit der gleichen Rolle können gleichzeitig die für sie bestimmte Aktivität in einem Postkorb sehen. Nachdem einer dieser Sachbearbeiter die Aktivität automatisch von den Eingangskörben geöffnet hat, verschwindet diese automatisch von den Eingangskörben der übrigen Sachbearbeiter.

- Anbieter A4

Die Synchronisation erfolgt über automatische E-Mail Benachrichtigungen, Meilensteine oder über Team Collaboration Funktionalitäten.

- Anbieter A5

Die Synchronisation von Aktivitätsträgern bzw. von Objekten mit angehängten Dokumenten oder Formularen ist standardmäßig implementiert. Werden Vorgänge aufgetrennt und nebenläufig verarbeitet, so können die Objekte über entsprechende Synchronisationsknoten zu einem späteren Zeitpunkt des Ablaufs zusammengeführt werden.

*WfMS, die die geforderte Funktion partiell erfüllen:*

- ▲ Anbieter A1

In Verbindung mit der Information der Aktivitätsträger

- ▲ Anbieter A7

Das System erkennt Auslastungsengpässe. Auf dieser Basis können zusätzliche Ressourcen eingebunden werden.

### **Aufruf, ggf. Parametrisierung von Applikationen**

*WfMS, die die geforderte Funktion in besonderem Maße erfüllen:*

- Anbieter A1

Der Process Integrator verbindet eFirst process mit anderen Applikationen. Das Integrationsmodul bietet die Möglichkeit, die Prozesse innerhalb von eFirst process mit Informationen aus verschiedenen bestehenden Applikationen oder Datenbanken zu verbinden. Der Process Integrator interagiert mit bereits bestehenden Applikationen und integriert sie.

- Anbieter A4

Umfangreiches API, Aufruf von Java Methoden (Component Integrator), Schnittstellen zu EAI, Nutzung von XML-Web Services.

- Anbieter A3

Interne Anwendungen werden automatisiert parametrisiert und können direkt durch eine Workflow-Aktivität aufgerufen werden. Externe Anwendungen werden ebenfalls durch ihre Parameter beschrieben und können über Ihre Schnittstellen angesteuert werden. Modelle können desweiteren Parameter von anderen Applikationen übernehmen und Daten an diese weitergeben.

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

- Anbieter A2

Es ist möglich, dass externe Ereignisse einen Prozess in Cosa starten oder einzelne Aufgaben ausführen können. COSA BPM stellt Funktionen zur Verfügung, die eine automatisierte oder ereignisbasierte Durchführung von workflow-gesteuerten Prozessen ermöglichen.

- Anbieter A5

Bestehende Applikationen können über ein Plug-In-Konzept eingebunden sowie mit einfachen Formulareditoren und einfachen Applikationen schnell entwickelt und integriert werden. Bei jeder Aktivität kann festgelegt werden, welche Parameter übergeben werden, so dass die Applikationen (sofern sie dies zulassen) im Kontext der zu erledigenden Aufgabe aufgerufen werden.

- Anbieter A8

Die Unterlagen, die im Ablauf eines Vorgangs mit multiDESK® Workflow bearbeitet oder eingesehen werden müssen, können sowohl Formulare eines Datenbanksystems, als auch Textdokumente, Graphiken, Filme usw. sein. Zusammen mit den ihnen zugeordneten Programmen, mit denen sie als Ganzes bearbeitet werden können, werden sie als Aktivitäten bezeichnet und in der Datenbank gespeichert. Gegebenenfalls können auch nur Anwendungen ohne Dokumente bzw. Objekte angesprochen werden.

*WfMS, die die geforderte Funktion partiell erfüllen.*

- ▲ Anbieter A7

Prozesse können über flexible Workflowzweige bei Bedarf integriert werden.

### **Verwaltung der Workflow-Daten**

*WfMS, die die geforderte Funktion in besonderem Maße erfüllen:*

- Anbieter A3

Sämtliche Daten eines Workflows werden in der verwendeten Datenbank verwaltet und können durch mitgelieferte Administrationstools eingesehen werden. Eine Änderung der Daten eines Workflows ist damit auch zur Laufzeit möglich.

- Anbieter A1

eFirst process bietet, über das reine Prozessmanagement hinaus, umfangreiche Möglichkeiten zur Verwaltung von prozessbegleitenden Informationen oder Zusammenhängen, ein

vollständiges, webbaserendes Dokumentenmanagement und Möglichkeiten zur Verwaltung von z.B. Qualitätsmanagementhandbüchern.

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

- Anbieter A4

Die Verwaltung der Daten erfolgt durch die Ablage im FileNet Content Manager.

- Anbieter A8

multiDESK Workflow ist ein datenbankbasiertes System mit der Microsoft RDO-Schnittstelle. Das System ist datenbankunabhängig und erlaubt es, vorhandene Datenstrukturen zu nutzen. Der Zugriff auf und die Bearbeitung der Dokumente erfolgen über die OLE Schnittstelle bzw. DCOM, einem weit verbreiteten Industriestandard.

- Anbieter A6

Einfache Einbindung von relationalen Datenbeständen in Lotus notes basierte Workflows sowie Auslagerung von Workflow-Daten in relationale Datenbanken.

- Anbieter A5

Alle Daten werden in einer Oracle Datenbank abgelegt.

- Anbieter A2

Die COSA Engine besteht aus dem BPM-Server und einer relationalen Datenbank. Als Kernkomponente von Cosa BPM kontrolliert und steuert sie das Workflow-Management auf der Serverseite und ermöglicht den Zugang zur Datenbank, in der alle relevanten Laufzeit- und Protokolldaten gespeichert werden.

### **Erzeugung von Protokolldaten**

*WfMS, die die geforderte Funktion in besonderem Maße erfüllen:*

- Anbieter A3

Protokolldaten können in einer beliebigen Detaillierung erzeugt werden. Welche Daten zur Protokollierung benötigt werden, legt der Ersteller des Prozessmodells fest. Nach Abschluss eines Vorgangs können diese Daten automatisiert aufbereitet und z.B. als Dokument rechtssicher in OS:DRT-Archiv abgelegt werden.

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

- Anbieter A1

Alle laufenden Vorgänge werden in einer Datenbank protokolliert.

- Anbieter A7

Der gesamte Ablauf des Workflows wird in einer umfangreichen Protokollumgebung aufgezeichnet.

- Anbieter A2

Alle relevanten Laufzeit- und Protokoll Daten werden in einer Datenbank gespeichert

- Anbieter A6

Die Workflow-Aktionen werden umfangreich protokolliert.

- Anbieter A4

Die Erzeugung der Protokoll Daten erfolgt über den Workflow, die Ablage erfolgt revisionssicher.

*WfMS, die die geforderte Funktion partiell erfüllen:*

- ▲ Anbieter A5

Alle Daten werden in einer Datenbank abgelegt, eine darüber hinausgehende Protokollierung ist laut Hersteller nicht notwendig.

- ▲ Anbieter A8

Alle Aktivitäten des Benutzers werden in einer Datenbank mitgeschrieben (Zeitstempel). Dabei kann der Umfang der Protokollierung einfach administriert werden. Die Auswertung der Protokoll Daten kann universell mittels Integration von Microsoft Excel geschehen.

### ***Monitoring laufender Vorgänge und Analyse ausgewählter Vorgänge***

#### **Bereitstellung von Statusinformationen laufender Vorgänge**

*WfMS, die die geforderte Funktion in besonderem Maße erfüllen:*

- Anbieter A6

Integrierter Java-basierter, webfähiger Pavone ProcessViewer zur graphischen Anzeige von bereits erfolgten Abläufen und noch folgenden Prozessschritten.

- Anbieter A2

Der Cosa Business Activity Monitor steht als graphisches Tool zur Verfügung. Mit dem BAM können jederzeit Informationen über den Status von Prozessen abgefragt werden.

- Anbieter A1

Alle laufenden Vorgänge werden in der Datenbank protokolliert und können über das Modul Process Monitor überwacht und ausgewertet werden.

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

- Anbieter A5

Alle Daten zur Ausführung der Instanzen liegen in der Oracle Datenbank bereit. Ebenso können Berichte über aktuelle Durchlaufzeiten usw. abgerufen werden, die durch entsprechende Applikationen erstellt wurden.

- Anbieter A7

Der zentrale Leitstand ermöglicht ein direktes Überwachen der Workflow-Vorgänge. Die aktiven Workflow-Teile werden aufgelistet und der einzelne Status kann direkt nachvollzogen werden.

- Anbieter A3

Über die Administrationstools kann jederzeit auf die laufenden und beendeten Vorgänge zugegriffen werden. Ferner können Statusinformationen generiert werden.

- Anbieter A8

In der Vorgangsverfolgung kann der aktuelle Zustand eines Vorgangs innerhalb seines Lebenszyklusses angezeigt werden. Die präsentierten Graphiken geben einen einfachen visuellen Überblick über den Fortschritt des Vorgangs. Die Daten können über eine Excel-Schnittstelle weiter bearbeitet werden.

- Anbieter A4

Die Bereitstellung erfolgt über den Quene-Füllstand als Applet, Vorgangstracker und E-Mail Benachrichtigung

*WfMS, die die geforderte Funktion partiell erfüllen:*

#### **Bereitstellung von Ressourcenauslastungen**

*WfMS, die die geforderte Funktion in besonderem Maße erfüllen:*

- Anbieter A2

Die Abfragen des Business Activity Monitor können individuell an den aktuellen Bedarf angepasst werden, um Engpässe, freie Ressourcen, Auslastungen, etc. zu identifizieren.

- Anbieter A4

Es steht das Analysemodul OLAP Cube zur Verfügung, um das Volumen eingehender und ausgehender Arbeit zu überwachen und zu erfassen.

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

- Anbieter A5

Aufbauend auf den Daten zur Ausführung der Instanzen existieren Applikationen, die den Ausführungsweg der verwendeten Ressourcen graphisch visualisieren. Ebenso existieren Berichte über aktuelle Durchlaufzeiten.

- Anbieter A7

Die Bereitstellung von Statusinformationen ist über ein Monitoring-Tool möglich. Dabei erkennt das System Auslastungsengpässe. Auf dieser Basis können zusätzliche Ressourcen eingebunden oder Prozesse über flexible Workflowzweige bei Bedarf eingebunden werden.

- Anbieter A1

Der Process Monitor überwacht die Workflow-Aktivitäten des Systems. Engpässe und Auslastungsprobleme lassen sich so erkennen.

*WfMS, die die geforderte Funktion partiell erfüllen:*

- ▲ Anbieter A3

Dies ist standardmäßig nicht möglich, kann jedoch über die integrierten Scrip-Funktionalitäten individuell programmiert und anschließend je nach Bedarf generiert werden.

Das WfMS von Anbieter A8 beinhaltet keine Funktion für die Bereitstellung von Ressourcenauslastungen.

### Überwachung von Vorgangswiedervorlagen (zeitbezogene Trigger)

*WfMS, die die geforderte Funktion in besonderem Maße erfüllen:*

- Anbieter A3

Mittels der im OS:DRT-Client integrierten Wiedervorlage-Funktion können Wiedervorlagen bestimmten Benutzern zu bestimmten Zeiten zugeordnet werden. Das System informiert den Benutzer zur gegebenen Zeit automatisch. Außerdem können während der Prozessmodellierung variable Mahnfristen hinterlegt werden. Falls eine bestimmte Aktivität nicht in der vorgegebenen Zeit bearbeitet wurde, kann das System per Meldung im OS:DRT-Client oder per E-Mail die zugeordneten oder andere Benutzer darauf hinweisen. Es können außerdem bei Ablauf einer Mahnfrist bestimmte Aktionen automatisch ausgeführt werden, z.B. das Zuordnen von Stellvertretern oder die Zuweisung anderer Benutzer zu dieser Aktivität.

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

- Anbieter A7

Die Vorgangswiedervorlagen erfolgen direkt in Office-Komponenten. Dort werden die Vorgänge dem einzelnen verantwortlichen Mitarbeiter zur Verfügung gestellt.

- Anbieter A4

Wiedervorlagen, z.B. über Timer oder Eskalationsmechanismen.

- Anbieter A2

Vorgangswiedervorlagen können bei der Modellierung berücksichtigt werden. Wenn Aktivitäten im Wiedervorlagemodus definiert werden, erscheinen diese erst am festgelegten Wiedervorlagetermin in der Worklist des Anwenders.

- Anbieter A8

Zusätzlich zu den vom Administrator definierten Terminabhängigkeiten können die Bearbeiter eigene Termine für die Erledigung eines Vorgangsschritts festlegen. Dabei kann das genaue Erinnerungsdatum oder ein entsprechender Zeitraum sowie der Wortlaut des Meldungstextes angegeben werden.



- Anbieter A5

Die einzelnen Aufgaben werden Rollen übermittelt, wobei Techniken, wie Wiedervorlagen oder Stellvertreterregelungen, unterstützt werden

**Bereitstellung von Abweichungen zwischen Workflowmodell und Ausführung**

*WfMS, die die geforderte Funktion grundlegend erfüllen:*

- Anbieter A2

Die Bereitstellung erfolgt über den Business Activity Monitor.

- Anbieter A1

Durch integrierte Alarmfunktionen können kritische Prozesse automatisch überwacht werden und Prozessfehler lassen sich frühzeitig erkennen.

*WfMS, die die geforderte Funktion partiell erfüllen:*

- ▲ Anbieter A5

Für den Abgleich zwischen den Geschäftsprozessmodellen und den Workflow-Modellen existieren zahlreiche Konzepte, die derzeit nicht durch Tools unterstützt werden.

Laut der Anbieter Anbieter A8, Anbieter A4, Anbieter A3 und Anbieter A7 ist eine Abweichung nicht möglich und eine entsprechende Funktion wird folglich nicht bereitgestellt.

# LEBENS LAUF

## Persönliche Daten

---

Name Wissem Ellouze  
geboren am 24.11.1976 in Gabes

## Schulbildung

---

01.09.1982–30.06.1988 Grundschule in Sfax (Tunesien)  
01.09.1988 – 30.06.1995 Gymnasium in Sfax (Tunesien)  
Abschluss: Mathematischer „Baccalaureat“

## Deutschkurs

---

28.10.1996 – 06.12.1996 Deutschkurs (Grundstufe 2 ) am Hummel Sprachen institut in Stuttgart  
13.01.1997 – 21.03.1997 Deutschkurs (Grundstufe 3) am Institut für Auslandsbeziehungen in Stuttgart  
01.04.1997 – 30.09.1997 Deutschkurs im Studienkolleg an der Universität des Saarlandes  
Abschluss: Nachweis deutscher Sprachkenntnisse für ausländische Studienbewerber

## Studium

---

01.10.1997 – 30.09.2002 Studium des Maschinenbaus an der Universität Hannover mit der Vertiefungsrichtung „Produktionslogistik“ und „Qualitätsmanagement“

## Praktische Tätigkeiten während des Studiums

---

06.05.2002. – 28.09.2002 Diplomarbeit bei MTU- Maintenance Hannover  
01.10.2001 – 15.02.2002 Praktikum bei der MTU- Maintenance Hannover  
01.06.2002 – 31.08.2002 Studentische Hilfskraft, im Bereich Numerische Methoden am Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH  
01.03.2000 bis 31.12.2001 Studentische Hilfskraft, am Institut für Qualitätssicherung an der Universität Hannover  
01.03.2000 – 14.11.2000 Studentische Hilfskraft, im Bereich Anwendung der Keramik in der Schleiftechnik am Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen an der Universität Hannover  
01.09.1998 bis 31.05.2002 Studentische Hilfskraft, in der Abteilung Numerische Methoden am Institut für Umformtechnik an der Universität Hannover

## Berufstätigkeiten

---

Seit 01.11.2007 Qualitätsleiter bei der Firma Hella KGaA Hueck & Co.  
01.07.2006-31.10.2007 Qualitätsreferent bei der Firma Hella KGaA Hueck & Co.  
01.11.2003-31.06.2005 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Qualitätswesen, Prof. Dr.-Ing. H.-A. Crostack, Universität Dortmund  
01.11.2002-31.10. 2003 Wissenschaftlicher Mitarbeiter- Abteilung Qualitätsmanagement - der Dortmunder Initiative für rechnerintegrierte Fertigung (RIF) e.V.