

## Thema:

Entwicklung eines Vorgehensmodells zur Nutzenpotenzialbestimmung von Prozessverbesserung in Entwicklungsprojekten am Beispiel der Einführung von CMMI

## **Diplomarbeit**

Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik

Themensteller: Prof. Dr. Hans-Knud Arndt Betreuer: Dipl. Wirt.-Inf. Bastian Grabski

vorgelegt von: Martin Krause

Abgabetermin: 03.02.2010

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung1					
	1.1	Motiv	ation	1		
	1.2	Wisse	nschaftliche Zielsetzung	3		
	1.3	Lösun	gsweg	4		
2	Grun	dlagen.		6		
	2.1	Qualit	ät, Qualitätsmanagement, Prozessverbesserung	6		
		2.1.1	Qualität	6		
		2.1.2	Qualitätsmanagement	6		
		2.1.3	Prozessverbesserung	7		
	2.2	Capab	ility Maturity Model Integration	8		
		2.2.1	Entstehung von CMMI	8		
		2.2.2	Ziel von CMMI	9		
		2.2.3	Aufbau CMMI	9		
		2.2.4	Darstellungsformen von CMMI	11		
		2.2.5	Vergleich der Darstellungsformen	15		
		2.2.6	Prozessgebiete von CMMI	17		
		2.2.7	Generische Ziele und Praktiken	42		
	2.3	Weiter	re Modelle	49		
		2.3.1	SPICE und Automotive SPICE	49		
		2.3.2	DIN EN ISO 9000 und 9001	50		
		2.3.3	Vergleich DIN EN ISO 9001 und CMMI	51		
		2.3.4	Kompatibilität der Modelle	51		
	2.4	Effizie	enzsteigerung in Projekten durch die Anwendung von CMMI	51		
3	Prob	lematik	der Nutzenpotenzialbestimmung	54		
	3.1	Wider	stand gegen CMMI	54		
	3.2	Ursacl	he für den Widerstand	56		
	3.3	Beispi	elergebnisse für den Nutzen von Prozessverbesserungen	57		
	3.4	Daten	zur Nutzenbestimmung	61		
	3.5	Daten	zur Kostenbestimmung	63		
	3.6	Metho	den zur ROI-Analyse	64		
4	Das I	Modell	zur Nutzenpotenzialbestimmung	67		
	4.1	•				
	4.2	2 Kosten und Nutzen von Verbesserungen mit CMMI6				
	4.3					
	4.4		and zur Projektlaufzeit			
	4.5	Einfüh	nrung von CMMI zum Projektbeginn	74		
	4.6	Höhe	des Aufwands für CMMI innerhalb des Projektes	76		
	4.7					
	4.8	Fehler	quote im Projekt	79		

	4.9	Höhe des Vorteils von CMMI in einem Projekt	81
	4.10	Nutzenermittlung mit Hilfe des ROI	84
	4.11	Zusammenfassung und Modellbeschreibung	88
5	Eval	uierung	98
	5.1	Modellanwendung	98
	5.2	Fazit der Modellanwendung	100
6	Schl	ussbetrachtung	102
	6.1	Zusammenfassung der Arbeit	102
	6.2	Kritische Würdigung	102
	63	Fazit und Aushlick	103

## Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme

CMM.....Capability Maturity Model

CMMI......Capability Maturity Model Integration

DIN.....Deutsches Institut für Normung

EPK.....Ereignisgesteuerte Prozesskette

ISO.....Internationale Organisation für Normung

ROI.....Return on Investment

SEI.....Software Engineering Institute

SPICE.....Software Process Improvement and Capability Determination

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Generische Ziele und Praktiken von CMMI in der stufenförmigen  Darstellungsform	
Abb. 2.2: Beispiel zur kontinuierlichen Darstellungsform	
Abb. 2.3: Positionierung von CMMI	
Abb. 3.1: Prozentuale Änderung der Varianz der geplanten Kosten und ihre Häufigkeit59	
Abb. 3.2: Prozentuale Abweichung der Varianz des Zeitplans und Häufigkeit60	
Abb. 3.3: Planänderungen von Projekten in Prozent	
Abb. 4.1: Ablauf zur Schätzung eines Kosten-Nutzen-Verhältnisses67	
Abb. 4.2 Einordnung von Beispielprojekten hinsichtlich der Prozessreife70	
Abb. 4.3: Beispiel Projektverlauf mit und ohne Prozessverbesserung71	
Abb. 4.4: Aufteilung der Kosten zur Einführung reifer Prozesse im Projekt76	
Abb. 4.5: Fehlerentdeckungszeitpunkt (Beispiel eines indischen SW-Hauses)78	
Abb. 4.6: Fallende Fehlergesamtzahl der Organisation	
Abb. 4.7: Fehlerquoten in Projekten80	
Abb. 4.8: Prozessreife und Fehlerquote	
Abb. 4.9: Gesamt-EPK des Vorgehensmodells zur Nutzenpotenzialbestimmung90	
Abb. 4.10: Festlegung des Betrachtungsrahmens	
Abb. 4.11: Kostenschätzung92	
Abb. 4.12:Nutzenschätzung 1von 3	
Abb. 4.13 Nutzenschätzung 2 von 3	
Abb. 4.14: Nutzenschätzung 3 von 3	
Abb. 4.15: Bestimmen des Verhältnisses	
Abb. 4.16: Beenden der Schätzung97	

## **Tabellenverzeichnis**

Tab.2.1: Zusammenhang generischer Ziele und Reifegrad	.16
Tab.3.1: Beispiele für Verbesserungen	.58
Tab.3.2: Vorteile anderer Organisationen	.59
Tab.4.1: Aufwände zur Einführung von CMMI Reifegrad 2 im Zeitraum über 1 Jahr .	.77
Tab.4.2: Fehleranzahl und Entdeckung im Projekt	.82
Tab.5.1: Ermittlung des Einsparungspotenzials an Fehlerkorrekturkosten (ohne Fakto	r)99
Tab.5.2:Vorteile durch CMMI in den Projekten	100

## 1 Einleitung

Das Kapitel Einleitung stellt die Thematik der vorliegenden Diplomarbeit vor und erläutert die Problemstellung, mit der sich diese auseinandersetzt. Die daraus resultierende Zielsetzung wird erläutert und der eingeschlagene Lösungsweg mit dem Aufbau der Arbeit vorgestellt.

#### 1.1 Motivation

Organisationen müssen sich aufgrund ständig ändernder Marktbedingungen und wachsenden Konkurrenzdrucks stetig weiterentwickeln und Möglichkeiten finden, effizienter zu arbeiten. Effizientes Arbeiten bedeutet so zu arbeiten, dass das Verhältnis von eingesetzten Mitteln zur Ergebniserreichung möglichst gering ist (vgl. Meinhold/Matul, Qualitätsmanagement aus der Sicht von Sozialarbeit und Ökonomie, S.48).

Da sich die Prozessorientierung weitestgehend durchgesetzt hat, gibt es bereits in vielen Organisationen definierte Prozesse, die als Vorgaben zur Arbeitsweise dienen. Die Weiterentwicklung der Organisationen muss auf kontinuierlichen, geplanten und gesteuerten Wegen umgesetzt werden. In Organisationen gilt die Grundannahme, dass reife Prozesse zu einem besseren oder auf einem effizienteren Weg zu einem identischen Ergebnis führen(vgl. Bon, Continual Service Improvement, S.51).

Ein Reifegradmodell hilft bei der Analyse und Bewertung der Organisationsprozesse. Diese Analyse stellt die Grundlage dar, um Schwachstellen zu erkennen und Handlungsbedarfe aufzuzeigen. Eine Familie von Referenzmodellen zur Bestimmung eines Reifegrades der Organisationsprozesse ist das Capability Maturity Model Integration (CMMI). Es gewinnt in vielen Organisationen zunehmend an Bedeutung durch die gestiegene Bedeutsamkeit der Software in vielen Branchen(vgl. Wallmüller, SPI, S.147). Mit Hilfe von CMMI lässt sich die Reife von Prozessen und der Organisation in den Graden eins bis fünf bestimmen.

In der Diplomarbeit wird der Schwerpunkt auf die Prozessverbesserung mit CMMI gelegt, weil das Reifegradmodell CMMI eine umfangreiche Basis an verschiedenen Prozessgebieten zur Prozessverbesserung liefert (vgl. Chrissis, CMMI, S.90f). Neben der Bewertung der Prozessreife ist es möglich, mit Hilfe von CMMI einen Weg zur Verbesserung der Prozesse in der Organisation zu bestimmen (vgl. Wallmüller, SPI, S.46). Desweiteren ist CMMI ein aktuelles Modell, das im Jahr 2010 in einer neuen Version CMMI 1.3 veröffentlicht werden wird (vgl. Liggesmeyer, Software-Qualität, S.21). Es ist ein weit verbreitetes Modell und erhält auch in der deutschen Industrie

vermehrt Beachtung (vgl. Höhne, V-Modell XT, S.528). Zum Beispiel rückt CMMI in der Autoindustrie in Verbindung mit der Norm ISO 15504 in den Blickpunkt (vgl. Wallmüller, SPI, S.147). Die Kombinierbarkeit mit anderen Modellen ist ein weiterer Grund, warum CMMI als Beispiel zur Prozessverbesserung in dieser Diplomarbeit herangezogen wird.

Der CMMI-Report(vgl. Gibson/Goldenson/Kost) des Software Engineering Institutes (SEI) zeigt, dass die Ergebnisse einer Prozessverbesserung stark schwanken können und nicht immer zu einem positiven Resultat führen (vgl. CMMI-Report). Die Anwender waren teilweise mit dem Ergebnis nicht zufrieden, obwohl die Kosten für Projekte zwischen drei und 87 Prozent verringert wurden. Die große Spanne zeigt, dass eine reine Verbesserung des CMMI-Levels der Geschäftsprozesse um jeden Preis nicht Ziel einer gewinnorientiert handelnden Organisation sein darf. Aus diesem Grund ist es für die Organisation notwendig, den Nutzen der Prozessverbesserung nachzuweisen.

Das Problem ist jedoch, dass eine Organisation bereits vor einem Projekt die Entscheidung über das bereitgestellte Budget treffen muss. Daher ist es für die Organisation erforderlich. vor der Beauftragung eines **Projektes** zur Prozessverbesserung eine Nutzenpotenzialabschätzung durchzuführen. Diese Abschätzungen erfolgen generell durch ein Expertenteam, welches sich auf Erfahrungen der Teammitglieder stützt.

Derzeit gibt es kein anerkanntes Modell, mit dem sich der Vorteil der Erfüllung von CMMI-Anforderungen im Vorfeld finanziell abschätzen lässt (vgl. Tiemeyer, Handbuch IT-Management, S.428). Der Nutzen eines CMMI-konformen Vorgehens hängt von der jeweiligen Umsetzung der Anforderungen im Projekt ab. So kann ein erstellter Zeitplan, wie im CMMI Prozessgebiet Projektplanung gefordert, dazu genutzt werden, die Zeiträume zu planen, um den Markt rechtzeitig nach externen Zulieferern zu sondieren. Dieser Vorteil kann im Gegensatz zu einer kurzfristig benötigten Entscheidung zu einem besseren Angebot führen. Die Organisation ist mit einem geringeren Zeitdruck in einer besseren Verhandlungsposition. Der Nutzen entsteht nicht durch die alleinige Erstellung des Zeitplans nach CMMI. Die Erstellung eines Projektplans ermöglicht lediglich das strukturierte Vorgehen. Daher wird in der vorliegenden Diplomarbeit von einem Nutzenpotenzial gesprochen, welches durch die Erfüllung von CMMI-Anforderungen entsteht.

Die Anforderungen an Umfang und Inhalt eines Entwicklungsprojektes können sehr stark differieren. Dadurch sind Projekte schwer vergleichbar. Da ein Projekt nicht einmal in CMMI-reifen Prozessen und einmal ohne durchgeführt werden kann, ist es

nur durch Zuhilfenahme einer Reihe von Annahmen möglich, eine Nutzenaussage zu höherer CMMI-Konformität zu treffen (vgl. Kneuper, CMMI, S.9f).

Der Nutzen neu erarbeiteter Prozesse zur Entwicklung eines Produktes entsteht erst durch die Anwendung im Projekt. Werden in der Organisation Projektabläufe wiederholt durchgeführt, steigt der mögliche Gesamtnutzen. Wird zudem ein bestimmter Projekttyp betrachtet, SO sind implizit Annahmen getroffen. Projekteigenschaften werden vergleichbar und die Auswirkung von unterschiedlicher Prozessreife lässt sich ableiten. Projekteigenschaften können Teamgröße, Kundenkategorie, Projektdauer, Produkttyp, Innovationsgrad und weitere Eigenschaften sein (vgl. Schmied, Mit CMMI Prozesse verbessern, S. 226). An dieser Stelle soll die vorliegende Diplomarbeit ansetzen und ein Vorgehen aufzeigen, mit dem das Nutzenpotenzial der Verbesserung des neuen Prozesses bestimmt werden kann.

#### 1.2 Wissenschaftliche Zielsetzung

Im Rahmen der Diplomarbeit soll ein Vorgehensmodell erarbeitet werden, dessen Anwendung dazu führt, den möglichen Nutzen der Erfüllung von CMMI-Anforderungen und die Erreichung eines höheren Reifegrades als quantitativen Wert aufzuzeigen. Dieser Wert soll bereits vor Umsetzung der Prozessverbesserung bestimmt werden können. Durch Anwendung des entwickelten Modells soll es möglich sein, den Nutzen, der durch die Erfüllung von CMMI-Anforderungen entsteht, zu schätzen.

Es wird untersucht, ob und in welcher Höhe ein Projekt durch die Anwendung von reifen Prozessen einen messbaren höheren Nutzen gegenüber anderen Projekten aufweist, die keine oder nur teilweise CMMI-Anforderungen erfüllen. Ebenfalls soll der Gesichtspunkt der Effizienzsteigerung untersucht werden. Das Modell soll zeigen, dass die Durchführung eines Projektes in reifen Prozessen ebenfalls Auswirkungen auf die Effizienz hat, beispielsweise durch eine schnellere Bearbeitung von Dokumenten.

Das erarbeitete Vorgehensmodell soll als Orientierung zur Nutzenpotenzialbestimmung für alle Projekttypen dienen. Es wird jedoch zunächst auf Basis eines bestimmten Projekttyps, nämlich Entwicklungsprojekte mittlerer Größe, erarbeitet. Das Ergebnis der Diplomarbeit soll ein Vorgehensmodell zur quantitativen Nutzenpotenzialbestimmung von höherer CMMI-Konformität sein.

Derzeitig sind allgemeine Untersuchungen vorhanden, die sich mit dem Nutzen von CMMI beschäftigen. Diese beschränken sich zumeist auf die Messung von qualitativen Unterschieden nach der Einführung von CMMI in der jeweiligen Organisation (vgl. Thiemeyer, Handbuch IT-Management, S.428f). Meist werden dabei lediglich die

Verbesserungen von Softwareentwicklungsprozessen betrachtet, da CMMI seinen Ursprung in diesem Bereich hat. In den bisherigen Untersuchungen wird nach der erfolgten Überprüfung des Reifegrades in einem Assessment verglichen, in welchen Bereichen qualitative Verbesserungen zu erkennen sind. Das Assessment prüft den fertigen, gelebten Prozess hinsichtlich der Erfüllung der CMMI-Anforderungen. Diese Methode lässt jedoch aufgrund möglicher weiterer Änderungen nicht immer eine Vergleichbarkeit zu.

Da Projekte nach DIN 69901 als jeweils einmalige Vorhaben definiert sind, kann dasselbe Projekt nicht einmal nach dem alten Prozess und einmal nach dem neuen Prozess durchgeführt werden. Daher soll die Erarbeitung des Modells, welches zeigt, wie der quantitative Nutzen sichtbar gemacht werden kann, auf einem bestimmten Projekttyp beruhen und so weitestgehend unabhängig von weiteren projektspezifischen Randbedingungen sein. Es werden daher unterschiedliche Projekte betrachtet, die aufgrund gleicher oder ähnlicher Eigenschaften miteinander vergleichbar sind.

## 1.3 Lösungsweg

Zum Einstieg in die Thematik wird ein kurzer Einblick in das allgemeine Qualitätsmanagement von Prozessen gegeben. Um die erläuterte Aufgabenstellung zu lösen, wird analysiert, welche Möglichkeiten es gibt, eine Prozessverbesserung zu messen. Es werden typische Kennzahlen aus der Literatur herangezogen, um zu untersuchen, ob sie sich zur quantitativen Nutzenbewertung und somit für die Zielstellung dieser Diplomarbeit eignen. Ebenfalls sollen bisherige Modelle, Ergebnisse und Untersuchungen hinsichtlich des Nutzens von CMMI vorgestellt und bewertet werden. Für ein gemeinsames Verständnis soll die Diplomarbeit einen Überblick zu Reifegradmodellen und speziell einen Einblick in CMMI geben. Dazu wird die Entstehung, der Zweck und der Aufbau von CMMI vorgestellt. Es werden Prozessgebiete beschrieben und die kontinuierliche und die stufenförmige Darstellung der CMMI-Reifegrade und Fähigkeitsgrade erläutert.

Das Vorgehensmodell zur Nutzenpotenzialbestimmung wird auf Grundlage einer Analyse von Projekten mit unterschiedlichem Reifegrad entwickelt. Es werden Probleme analysiert, die auf Nichterfüllung von CMMI-Anforderungen zurückzuführen sind und es wird nach Vorteilen gesucht, die durch die Erfüllung von CMMI-Anforderungen entstanden sind. Diese Aspekte werden anschließend im Modell zusammengefasst. Aus den analysierten Projekten wird ein Modell zur Quantifizierung des Nutzens der Prozessverbesserung entstehen. Durch Eintragen der jeweiligen

Projektausprägungen soll mit Hilfe des Modells das Nutzenpotenzial durch das Erfüllen von CMMI-Anforderungen für das Projekt ablesbar sein.

Das erstellte Modell soll sowohl das Vorgehen, den Projektprozess zur Ergebniserbringung, als auch die Qualität des Ergebnisses selbst berücksichtigen. Zur Erstellung des Modells werden laufende und abgeschlossene Projekte aus dem Entwicklungsbereich eines großen Automobilherstellers untersucht. Es sollen Daten aus den untersuchten und einem CMMI-Assessment unterzogenen Projekten und Daten über das entstandene Produkt berücksichtigt werden. Die Projektdaten und ebenfalls die Produktdaten können aus den Projektberichten herangezogen werden, ebenso die Anzahl der gefundenen Fehler. So werden die Prozess- und die Produktqualität im Modell berücksichtigt.

Das in der Diplomarbeit entwickelte Vorgehensmodell soll anschließend hinsichtlich der Anwendbarkeit geprüft werden. Dazu wird eine Fallstudie durchgeführt, in der Projekte mit unterschiedlichem Erfüllungsgrad der CMMI-Anforderungen herangezogen werden. Die Ergebnisse werden anschließend hinsichtlich der Realitätsnähe geprüft. Als Beispielprojekte zur Evaluierung des Modells können Projekte zwischen den Fähigkeitsgraden 1 und 3 herangezogen werden, da hier ausreichend Datenmaterial aus der Praxis zur Verfügung steht.

In der Schlussbetrachtung werden die Ergebnisse aus der Evaluierung geprüft und bewertet. Es wird beurteilt, inwiefern das Modell seine Praxistauglichkeit bewiesen hat und daraus ableitend, ob das Ziel der Diplomarbeit erreicht werden konnte und welche Erkenntnisse gewonnen wurden.

Darauf aufbauend soll ein Fazit gezogen werden, inwieweit sich CMMI-Konformität als wirtschaftlich erweisen kann und welche Ursachen es dafür gibt. Das in der Diplomarbeit entwickelte Vorgehensmodell wird abschließend hinsichtlich der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Projekttypen eingeschätzt.

## 2 Grundlagen

Zunächst wird die Bedeutung von Qualitätsmanagement für eine Organisation vorgestellt. Dazu werden einige Modelle dargestellt und es wird auf die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu CMMI eingegangen.

## 2.1 Qualität, Qualitätsmanagement, Prozessverbesserung

Weitere Grundlagen zur Bestimmung des Nutzens einer Prozessverbesserung durch CMMI sind notwendig. Die Prozessverbesserung hat Einfluss auf die Produktqualität (vgl. Hagen/Stucky, Business-Process- und Workflow-Management, S.54). Daher sind Begriffe zum Themengebiet der Qualität zu erläutern. Außerdem wird auf die Prozessverbesserung allgemein eingegangen.

## 2.1.1 Qualität

Die Definition des Qualitätsbegriffs hat sich in den letzten Jahren immer wieder verändert. Die DIN EN ISO 8402 aus dem Jahr 1994 definiert Qualität als "Die Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen". Diese Norm wurde im Dezember 2000 zurückgezogen und durch die DIN EN ISO 9000:2000 ersetzt. Hier wird Qualität als das "Vermögen einer Gesamtheit inhärenter Merkmale eines Produktes, eines Systems oder eines Prozesses zur Erfüllung von Forderungen von Kunden und anderen interessierten Parteien". Diese Definition ging weiter und bezog sich dann konkret auf Merkmale von Produkten, Systemen oder Prozessen. Ebenfalls wurde klar herausgestellt, wessen Forderungen zu erfüllen sind. Diese Norm wurde 2005 durch die DIN EN ISO 9000:2005 abgelöst. Ihre Qualitätsdefinition lautet "Qualität ist der Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale Anforderungen erfüllt." Die Definition aus dem Jahr 2000 wurde aufgeweicht und ist nun sehr allgemein und somit auch die weitestgehende Definition (vgl. Cianfrani, ISO 9001 Explained, S.14).

#### 2.1.2 Qualitätsmanagement

Der Begriff Qualitätsmanagement bezeichnet "aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zur Leitung und Lenkung einer Organisation bezüglich Qualität. Anmerkung 1: Leitung und Lenkung bezüglich Qualität umfassen üblicherweise die Festlegung der Qualitätspolitik und von Qualitätszielen, die Qualitätsplanung, die Qualitätslenkung, die Qualitätssicherung und die Qualitätsverbesserung." (DIN EN ISO 9000:2000). Grundsätzlich ist Qualitätsmanagement demnach die Gesamtheit aller organisierten

Maßnahmen zur Verbesserung und ist Bestandteil des Aufgabenbereichs des Managements. Gegenstände der Verbesserungen können Produkte, Prozesse und Leistungen sein. Das Qualitätsmanagement muss sich für eine Organisation als wirtschaftlich erweisen (vgl. Masing, Handbuch Qualitätsmanagement, S.11f).

## 2.1.3 Prozessverbesserung

Durch den Zusammenhang zwischen Prozessqualität und Produktqualität wird zur der Produktqualität Verbesserung der Prozess zur Produktherstellung als Verbesserungsansatz gesehen. In einem Großteil Organisationen der Prozessverbesserung ein zentrales Thema des Qualitätsmanagements (vgl. Becker, Prozessmanagement, S.25f). Zur Verringerung der Kosten werden Verschwendung und nicht wertschöpfende Tätigkeiten aus den Prozessen eliminiert. Gleichzeitig werden die Prozesse verbessert, um Fehler am Produkt zu vermeiden.

Für eine Organisation gibt es verschiedene weitere Anreize zur Prozessverbesserung (vgl. Schmied, Mit CMMI Prozesse verbessern, S.8). So zum Beispiel die Erhöhung der Kundenzufriedenheit. Durch die Fehlerbeseitigung, bevor das Produkt beim Kunden ist, wird die Kundenzufriedenheit höher ausfallen. Wird der Fehler am Produkt bereits zu einer frühen Phase im Prozess entdeckt, so lassen sich auch Kosten senken. Kosten einer Fehlerbehebung steigen über die Entwicklungsphasen im Projekt exponentiell an (vgl. Boehm, Software Engineering Economics, S.40).

Weiterhin kann die Prozessverbesserung auf die Verkürzung der Entwicklungszeit abzielen. Durch eine kürzere Entwicklungsdauer kann eine Organisation schneller auf Veränderungen auf dem Markt reagieren und sich so Vorteile gegenüber anderen Marktteilnehmern sichern. Die Verbesserung der Termintreue kann ebenfalls das Ziel sein. Durch einen gut funktionierenden Prozess lassen sich mit Hilfe von Methoden des Projektmanagements bessere Aufwandsschätzungen durchführen. Dies ist hilfreich, um die Liquidität während des Projektes zu gewährleisten und um die Erträge aus dem Projekt besser vorhersagen zu können. Das Vorhandensein einer bestimmten Prozessreife kann auch aus den Anforderungen eines Auftraggebers stammen. Daher ist Prozessverbesserung auch nötig, um sich für Auftraggeber als interessanter Kooperationspartner zu gelten. Ähnlich führen auch gesetzliche Vorgaben zu einer Prozessverbesserung. Zum Beispiel, wenn die Einhaltung von Standards oder Normen gefordert wird. CMMI bietet eine Möglichkeit, die Prozessreife zu untersuchen. Über Assessments kann ein Reifegrad festgestellt werden (vgl. Hoffmann, Software-Qualität, S.535f).

## 2.2 Capability Maturity Model Integration

Der Abschnitt 2.2 gibt einen Einblick in den Aufbau und den Inhalt vom Reifegradmodell Capability Maturity Model Integration (CMMI). Die Entstehung von CMMI wird beschrieben und es wird auf die einzelnen Inhalte von CMMI eingegangen. Als Grundlage zur Beschreibung von CMMI dient in der vorliegenden Diplomarbeit die Veröffentlichung CMMI for Development Version 1.2 aus dem Jahr 2006.

#### 2.2.1 Entstehung von CMMI

Im Jahr 1986 begann die Arbeit des Software Engineering Institutes (SEI) der Carnegie Mellon University in Pittsburgh für das amerikanische Verteidigungsministerium. Dieses benötigte ein Hilfsmittel zur Beurteilung seiner Softwarelieferanten. Als Ergebnis entstand das Software Process Maturity Framework im Jahr 1987. Auslöser waren Probleme bei der Auslieferung von Softwaresystemen. Zu diesem Zeitpunkt wurde der Zusammenhang zwischen Arbeitsprozessen und den Arbeitsergebnissen erkannt. Weiterhin wurde deutlich, dass zur Verbesserung der Qualität der Ergebnisse der Ansatz bei den Prozessen liegen muss (vgl. Kneuper, CMMI, S.4f).

Unter Leitung von Watts Humphrey wurde an der SEI ein Projekt durchgeführt, bei dem Prozesse und Vorgehensweisen zusammengetragen und ausgewertet wurden. Ziel war es, erfolgreiche Projekte von erfolglosen Projekten zu unterscheiden. Die so entstandene Sammlung an bewährten Verfahren wurde in fünf Reifegrade eingeteilt.

Die Weiterentwicklung des Modells führte 1991 zum Capability Maturity Model (CMM) 1.0. Beruhend auf den Erfahrungen des Einsatzes der Version 1.0 entstand 1993 die Version 1.1.

1997 wurde die Version 2.0 kurz vor der Verabschiedung durch das amerikanische Verteidigungsministerium zurückgezogen. Der Ansatz CMM hatte sich zu diesem Zeitpunkt bewährt und es sind parallel zu dem CMM für Software auch weitere Varianten entstanden. Das Problem war, dass sich diese auch in ihren Strukturen unterschieden, obwohl hier Gemeinsamkeiten sinnvoll gewesen wären. Aus diesem Grund wurde ein neues Projekt aufgesetzt, das Capability Maturity Model Integration (CMMI), das die verschiedenen CMMs integrieren sollte (vgl. Bernhard/Arenz, Strategisches IT-Management, S.284). CMMI 1.0 wurde im Herbst 2000 als Pilotversion herausgegeben.

Seit 2006 ist die Version 1.2 des CMMI aktuell, welche CMMI for Development genannt wird. Erweitert wurde die CMMI Palette 2007 durch ein CMMI for Acquisition

und im Februar 2009 durch das CMMI for Services. CMMI for Acquisition ist für den Einkauf von Produkten und Dienstleistungen aus Einkäufersicht gedacht. CMMI for Services ist für die Serviceentwicklung und Durchführung ausgelegt. Alle drei Modellkonstellationen haben im Kern 16 Prozessgebiete und die gleiche Struktur. Gegenstand der Untersuchungen in der vorliegenden Diplomarbeit ist das CMMI von 2006, das CMMI for Development. Diese Modellvariante widmet sich in erster Linie dem Thema Systems Engineering. CMMI for Development ist für den Bereich Entwicklungsprozesse erstellt worden, hauptsächlich für die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen. Im Folgenden bezieht sich der Begriff CMMI auf das CMMI for Development Version 1.2.

## 2.2.2 Ziel von CMMI

CMMI hat das Ziel, Organisationen bei der Prozessverbesserung zu helfen. Insbesondere gilt dies dann, wenn es sich um die Entwicklung von Produkten oder Dienstleistungen handelt (vgl. Schmied, Mit CMMI Prozesse verbessern, dpunkt. Verlag Heidelberg, 2008, S.15). CMMI hat sich in der Vergangenheit jedoch auch als ein de facto Standard in der Industrie durchgesetzt. Dabei liegt der Schwerpunkt auf den Reifegraden des Modells, obwohl dies nur ein Teilaspekt von CMMI ist.

## 2.2.3 Aufbau CMMI

Das CMMI for Development gibt es derzeit in zwei Varianten. Zum einen gibt es das CMMI mit IPPD und zum anderen ohne das IPPD. IPPD steht für Integrated Product and Process Development. IPPD ist dabei ein Zusatz zum CMMI for Development und keine weitere Konstellation des Modells. Das Modell wird durch IPPD an bestimmten Stellen erweitert, um eine zeitliche Zusammenarbeit aller Stakeholder, derjenigen mit einem Interesse an einer bestimmten, während des gesamten Produktlebenszyklus zu gewährleisten Sache (vgl. Skrzipek, Shareholder Value versus Stakeholder Value, S.47; weiterführende Literatur: Portisch, Überwachung und Berichterstattung des Aufsichtsrats im Stakeholder-Agency-Modell, S.13f). Da es sich lediglich um eine Erweiterung der Anforderungen handelt, wird dies in der Arbeit durch CMMI+IPPD kenntlich gemacht.

Grundsätzlich ist CMMI ein sogenanntes integriertes Modell. Es integriert die erwähnten Vorgängermodelle CMM (vgl. Abts/Mülder, Masterkurs Wirtschaftsinformatik, S.686). Diese Vorgängermodelle beinhalteten identische Grundideen und Ziele, unterschieden sich jedoch in ihrem Aufbau von CMMI. Die

Integration wird nach Kneuper durch zwei unabhängige Konzepte erreicht (vgl. Kneuper, CMMI, S.13).

Zum Einen sind zwei Darstellungsformen vorhanden. Die stufenförmige Darstellung und die kontinuierliche Darstellung. Zum Anderen gibt es die bereits erwähnten drei Varianten von CMMI für unterschiedliche Anwendungsgebiete. So ergeben sich für jede Variante zwei Darstellungsmöglichkeiten. Dabei werden die Inhalte jeweils unterschiedlich strukturiert (siehe Kapitel 2.2.4 Darstellungsformen von CMMI).

CMMI ist unterteilt in vier Kategorien. Diese vier Kategorien werden Projektmanagement, Prozessmanagement, Engineering und Support genannt. Jede Kategorie unterteilt sich weiter in Prozessgebiete.

Ein Prozessgebiet umfasst dabei die Anforderungen zu einem bestimmten Themengebiet. Themengebiete sind z.B. Risikomanagement, Projektplanung und Messung & Analyse. Alle Prozessgebiete beinhalten Anforderungen bzw. Ziele, die es zu erreichen gilt, um Prozessreife nach CMMI zu erlangen. Dabei gibt es spezifische Ziele, die für jedes Prozessgebiet gelten und generische Ziele, die zur Verfestigung des jeweiligen Prozessgebietes zur Anwendung kommen müssen. Diese sind jedoch übergreifend formuliert und werden daher generische Ziele genannt. Jedem Ziel sind wiederum Praktiken zugeordnet, die detaillierter beschreiben, auf welchem Weg das generische oder das spezifische Ziel erreicht werden soll.

Als Beispiel für das Risikomanagement sind durch CMMI drei spezifische und ein generisches Ziel genannt. Ein spezifisches Ziel des Risikomanagement ist "Identifizieren und Analysieren der Risiken". Die dem Ziel zugeordneten Praktiken sind "Risiken identifizieren" und "Evaluieren, Kategorisieren und Priorisieren der Risiken". Es ist erkennbar, dass sich diese Praktikbeschreibungen auf einem abstrakten Niveau befinden. Die Organisation ist für die jeweilige Umsetzung selbst verantwortlich. Werden die beschriebenen Praktiken umgesetzt, so sind die Ziele erfüllt. Es sind jedoch nicht zwingend alle Praktiken umzusetzen, wenn die Organisation den Einsatz einer alternativen Praktik zur Zielerreichung begründen kann.

Neben den geforderten Zielen und den erwarteten Praktiken enthält CMMI auch informative Bestandteile. Sie dienen als Hilfe zur Umsetzung und zum besseren Verständnis des Modells. Diese Bestandteile sind detaillierter beschrieben als die Ziele und Praktiken. Zum Informationsgehalt der Bestandteile gehören:

- der Zweck des Prozessgebietes
- einführende Beschreibungen zu jedem Prozessgebiet

11

- Referenzen
- Namen von Zielen und Praktiken
- Tabellen mit der Zuordnung der Praktiken zu den Zielen
- erläuternde Beschreibungen
- typische Arbeitsergebnisse
- einige Sub-Praktiken zu den eigentlichen Praktiken
- Ergänzungen zu den spezifischen Anwendungsgebieten

## 2.2.4 Darstellungsformen von CMMI

Für CMMI sind zwei unterschiedliche Darstellungsformen möglich. Die kontinuierliche Darstellungsform und die stufenförmige Darstellungsform. Dabei ändert sich nicht der Inhalt des Modells selbst, sondern lediglich die Struktur des Modells bzw. die Sichtweise auf das Modell. Diese Sichtweisen werden im Folgenden dargestellt.

## 2.2.4.1 Stufenförmige Darstellungsform

In der stufenförmigen Darstellung werden die Prozessgebiete in Reifegrade, auf Englisch "maturity level", eingeteilt. Mit diesen Reifegraden werden gesamte Organisationen oder Organisationseinheiten bewertet, nicht jedoch die einzelnen Prozessgebiete.

Man unterscheidet fünf Reifegrade in CMMI:

- Reifegrad 1: Initial
- Reifegrad 2: Gemanagt
- Reifegrad 3: Definiert
- Reifegrad 4: Quantitativ gemanagt
- Reifegrad 5: Optimierend

Ab Reifegrad 2 werden jedem Reifegrad genaue Anforderungen aus den Prozessgebieten zugeordnet. Die Erfüllung der jeweiligen Ziele ist die Voraussetzung zur Erreichung der Organisationsreife. Dabei sind zum Erlangen des nächsten Reifegrades jeweils alle Anforderungen der vorherigen Stufe notwendig zuzüglich der Anforderungen der Stufe selbst.

Es kommen nicht nur weitere Prozessgebiete hinzu, sondern auch bereits vorhandene Prozessgebiete sind weiter so zu verbessern, dass sie dem nächsten Reifegrad entsprechen.

Für Reifegrad 1 sind keine Anforderungen vorhanden, die Prozesse sind undefiniert und das Vorgehen ist nicht dokumentiert. Der Erfolg eines solchen Projektes ist somit stark mitarbeiterabhängig und bei deren Ausfall nur schwer zu erzielen. Ein weiteres Praxisproblem ist bei diesem Reifegrad die ungenügende Projektsteuerung mit einem Soll-Ist-Vergleich. Die Anforderungen an das Projekt sind unklar formuliert und werden häufig geändert. Aufwandsplanungen sind oft unrealistisch oder unvollständig. Gerade der Wechsel auf den Reifegrad 2 ist in einer Organisation häufig besonders schwierig, da hier ein Umdenken in der Organisation stattfinden muss. Häufig wird von einem kulturellen Wandel gesprochen.

Der Reifegrad 2 setzt den Fokus auf das grundlegende Projektmanagement. CMMI hilft auch bei der Festlegung der Reihenfolge der Verbesserungsmaßnahmen in der Organisation. Die Etablierung eines Projektmanagements hilft bei der Durchführung weiterer Maßnahmen zur Verbesserung der Prozesse in der Organisation. Ziel der Etablierung ist es die Kosten, den Zeitplan und die Funktionalität der Projekte zu planen und zu steuern (vgl. Kneuper, CMMI, dpunkt. Verlag, Heidelberg, 2006, S.18).

Bei dem Reifegrad 3 werden nicht mehr nur einzelne Projekte betrachtet, sondern das Augenmerk liegt auf der Gesamtorganisation. Prozessgebiete wie "Organisationsweite Prozessdefinition" und "Organisationsweiter Prozessfokus" kommen als Anforderungen hinzu. Der Schwerpunkt verlagert sich von den reinen Managementaktivitäten hin zu Entwicklungsaktivitäten. Dadurch wird die Organisation im Sinne der Entwicklung ausgerichtet. Der organisationsweite Fokus fördert die Weiterentwicklung der Organisation, indem Erfahrungen, Daten und Mitarbeiter der Projekte für weitere Projekte einsetzbar gemacht werden. Dies wird durch die einheitliche Verwendung von organisationsweit definierten Prozessen möglich. Nach Kneuper ist der Reifegrad 3 in etwa den Anforderungen der ISO 9001 entsprechend (vgl. Kneuper, CMMI, S.119ff).

Der Schritt hin zum Reifegrad 3 erfordert einen weiteren Kulturwandel in der Organisation. Der Fokus jedes Beteiligten muss vom eigenen Projekt auf weitere, eventuell künftige Projekte erweitert werden (vgl. Kneuper, CMMI, S.19).

Um den Reifegrad 4 zu erlangen, stellt CMMI Anforderungen, die einen intensiven Einsatz von Metriken und Kennzahlen erforderlich machen. Die Organisation ist durch die organisationsweiten einheitlichen Prozesse in der Lage, die Ergebnisse zu vergleichen. Ergebnisdifferenzen sind somit nicht auf unterschiedliche Prozesse

zurückzuführen. Durch die Wiederverwendung von Projektdaten steigt die Produktivität in einer Organisation stark an (vgl. Kneuper, CMMI, S.19). Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus unterschiedlichen Projekten ermöglicht ein schnelleres Gegensteuern. Ein früheres Erkennen der Probleme in den Projekten ist gewährleistet. Neue Prozessgebiete bei dem Reifegrad 4 sind "Organizational Process Performance" und "Quantitative Projekt Management", die entsprechende Anforderungen zur intensiven Nutzung der Kennzahlen enthalten (vgl. Kneuper, CMMI, S.19f).

Der höchste Reifegrad, den eine Organisation nach CMMI erreichen kann, ist der Reifegrad 5. In dieser Stufe werden die Prozesse in der Organisation kontinuierlich verbessert. Dazu werden die Prozesse regelmäßig statistisch ausgewertet und Fehler systematisch erkannt und behoben. Es werden die quantitativen Modelle aus Reifegrad 4 herangezogen. Der Unterschied zu Reifegrad 4 besteht darin, dass nun die gemeinsamen Gründe für die Ergebnisvarianz aller Projekte gesucht werden können (vgl. Kneuper, CMMI, S.20f). Bei Reifegrad 4 wurden lediglich die Gründe der Abweichungen für das einzelne Projekt untersucht, also mögliche Fehlerfälle in einem Projekt erkannt und behoben.

## 2.2.4.2 Generische Ziele der Stufenförmigen Darstellungsform

CMMI sind in der stufenförmigen Darstellung zwei der fünf generischen Ziele zugeordnet. Diese generischen Ziele dienen der Institutionalisierung eines Prozessgebietes.

Die generischen Ziele der stufenförmigen Darstellungsform sind:

- Generisches Ziel 2: Einen gemanagten Prozess institutionalisieren
- Generisches Ziel 3: Einen definierten Prozess institutionalisieren
- Das generische Ziel 2 ist dabei den Prozessgebieten des Reifegrades 2 zugeordnet und muss für das Erreichen dieses Reifegrades erfüllt werden. Das generische Ziel 3 gilt sowohl für alle Prozessgebiete des Reifegrades 3 und den höheren Reifegraden, als auch für die Prozessgebiete des Reifegrades 2, wenn die Organisation einen höheren Reifegrad anstrebt. Jedem generischen Ziel sind generische Praktiken zugeordnet, die zum Erreichen des Ziels umgesetzt werden müssen (siehe Abbildung 2.1). Die generischen Ziele 1, 4 und 5 finden keine Anwendung in dieser Darstellungsform (vgl. Gausemeier/Plass/Wenzelmann, Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung, S.351f).

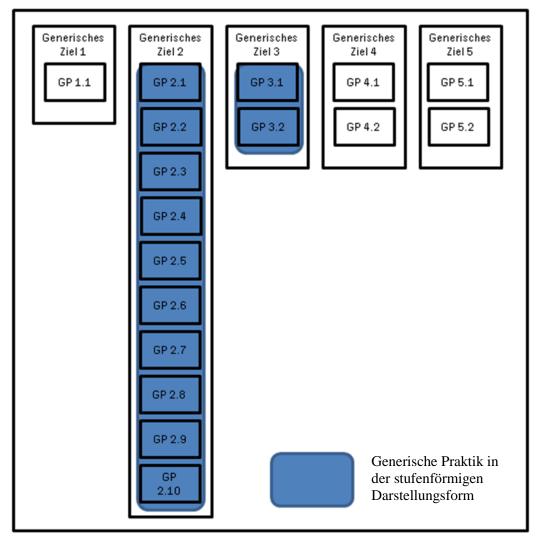


Abb. 2.1: Generische Ziele und Praktiken von CMMI in der stufenförmigen Darstellungsform

## 2.2.4.3 Kontinuierliche Darstellungsform

Eine zweite Darstellungsform von CMMI ist die kontinuierliche Darstellung. In dieser Form werden die Prozessgebiete zur Strukturierung in die vier Kategorien Projektmanagement, Prozessmanagement, Engineering und Support unterteilt. Die Prozessgebiete werden einzeln und nicht über eine definierte Menge betrachtet. In der kontinuierlichen Darstellung gibt es fünf Stufen der Institutionalisierung, den CMMI Capability Levels, mit jeweils einem zugeordneten generischen Ziel plus die Stufe 0, wenn keines der fünf generischen Ziele erreicht wurde. Die Ziele sind aufeinander aufbauend. Zur Veranschaulichung der kontinuierlichen Darstellung dient die Abbildung 2.2:

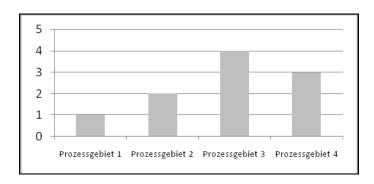


Abb. 2.2: Beispiel zur kontinuierlichen Darstellungsform

Die fünf generischen Ziele sind:

- Generisches Ziel 1: Spezifische Ziele erreichen
- Generisches Ziel 2: Einen gemanagten Prozess institutionalisieren
- Generisches Ziel 3: Einen definierten Prozess institutionalisieren
- Generisches Ziel 4: Einen quantitativ gemanagten Prozess institutionalisieren
- Generisches Ziel 5: Einen optimierenden Prozess institutionalisieren

Jedes der Ziele ist einem Fähigkeitsgrad zugeordnet, dem Pendant zu den Reifegraden in der stufenförmigen Darstellung. Diese Fähigkeitsgrade, auf Englisch "capability level", beziehen sich auf jeweils einzelne Prozessgebiete und nicht auf die gesamte Organisation. Dieser Unterschied ermöglicht eine detailliertere Aufschlüsselung über den Stand in der Organisation. Die Fähigkeitsgrade, die eine Organisation erreichen kann, sind: Unvollständig, Durchgeführt, Gemanagt, Definiert, Quantitativ gemanagt und Optimierend. Diese Fähigkeitsgrade sind ebenfalls in der Norm ISO 15504 zu finden.

## 2.2.5 Vergleich der Darstellungsformen

Beide Darstellungsformen haben jeweils ihre Vorteile. Ein Vorteil der stufenförmigen Darstellung ist der vordefinierte Weg, den die Organisation zur Umsetzung nutzen kann. Der Fokus liegt auf einem Bündel von Prozessen zur Verbesserung der Organisation, die Prozessverbesserung wird in einer einzigen Zahl dargestellt– dem Reifegrad. Die stufenförmige Darstellungsform hat sich in der Vergangenheit bereits bewährt. Es liegt bereits eine Vielzahl von Daten und Fallstudien vor (vgl. CMMI-Report).

Vorteile für die kontinuierliche Darstellungsform sind die Freiheit für die Organisation, die Prozessverbesserung in einer für die Organisation günstigen Reihenfolge durchzuführen. Die detaillierte Sicht auf die einzelnen Prozessgebiete, die Möglichkeit verschiedene Prozesse zu entwickeln und in unterschiedlichen Teilen auszuführen und schließlich die Darstellung als neuer Ansatz sind weitere Argumente für diese Darstellungsform.

Für beide Darstellungsformen sind die Anforderungen gleich. Daher lässt sich eine Beziehung zwischen beiden Darstellungen erstellen. Die Tabelle 2.1 zeigt das jeweilige Mindestfähigkeitsprofil, das zu einem Reifegrad gehört.

	Generisches	Generisches	Generisches	Generisches
	Ziel 2	Ziel 3	Ziel 4	Ziel 5
Prozessgebiete	X	X	O	О
Reifegrad 5				
Prozessgebiete	X	X	О	О
Reifegrad 4				
Prozessgebiete	X	X	О	О
Reifegrad 3				
Prozessgebiete	X	0	0	0
Reifegrad 2				

X – muss erfüllt sein O – muss nicht erfüllt sein

Tab.2.1: Zusammenhang generischer Ziele und Reifegrad

Aus der Tabelle 2.1 ist erkennbar, dass zum Erreichen von Reifegrad 2 die Prozessgebiete für diese Stufe mindestens das generische Ziel 2 erfüllt haben müssen. Um den Reifegrad 3 äquivalent zu erreichen, muss die Organisation das generische Ziel 3, welches auf dem generischen Ziel 2 aufbaut, für die Prozessgebiete des Reifegrades 2 und für die Prozessgebiete des Reifegrades 3 erfüllen.

Für den Reifegrad 4 und den Reifegrad 5 ist ebenfalls für jedes Prozessgebiet des jeweiligen Reifegrades und der Prozessgebiete der darunter liegenden Reifegrade das generische Ziel 3 zu erreichen. Es ist für diese Reifegrade nicht erforderlich, die generischen Ziele 4 und 5 zu erreichen. Reifegrade 4 und 5 erweitern lediglich um zusätzliche Prozessgebiete, jedoch nicht um neue Anforderungen an die Prozessgebiete. Der Grund hierfür ist, dass Prozessgebiete des Reifegrades 4 eine Auswahl an Teilprozessen beschreiben. die sich an den Oualitätszielen und den Prozessperformancezielen der Organisation orientieren. Es werden nicht alle Prozessgebiete angesprochen. CMMI gibt im Vorfeld nicht an, welche Prozessgebiete in die Auswahl kommen müssen. Die Auswahl wird von der jeweiligen Organisation getroffen (vgl. Chrissis, CMMI, S.79).

Analog gilt dies ebenfalls für den Reifegrad 5 und das Fähigkeitsprofil der Stufe 5. In der Praxis werden die Anforderungen der Fähigkeitsgrade 4 und 5 oftmals automatisch durch die Einführung der weiteren Prozessgebiete aus den Reifegraden 4 und 5 erfüllt (vgl. Kneuper, CMMI, S.27).

## 2.2.6 Prozessgebiete von CMMI

In diesem Abschnitt sollen die Prozessgebiete von CMMI näher betrachtet werden. Dabei wird die Reihenfolge der Prozessgebiete nach Reifegraden erfolgen. Die Prozessgebiete sollen jeweils mit dem inhaltlichen Kern und den Anforderungen von CMMI vorgestellt werden.

## 2.2.6.1 Prozessgebiete Reifegrad 2

Auf dem Reifegrad 2 befinden sich vorwiegend Prozessgebiete zur Thematik des Projektmanagements. Diese Anforderungen sind vorwiegend Richtlinien, die sich auf einzelne Projekte beziehen und nicht auf die gesamte Projektlandschaft der Organisation.

## 2.2.6.1.1 Anforderungsmanagement

Der Zweck des Anforderungsmanagements ist die Steuerung der Anforderungen aus den Projekten. Dazu werden die Anforderungen der Projektprodukte und der Produktkomponenten berücksichtigt. Die Anforderungen werden auf Inkonsistenz gegenüber den Projektplänen und Arbeitsergebnissen geprüft. Die Beziehung zwischen den Anforderungen, dem Projektplan und den Arbeitsergebnissen sind zu pflegen. Notwendige Maßnahmen zur Korrektur von Inkonsistenzen sind durchzuführen. Anforderungsmanagementprozesse managen alle Anforderungen an das Projekt, beispielsweise vom Kunden, von der Führungsebene, gesetzliche Forderungen und weitere technische sowie nicht-technische Anforderungen. Es werden sowohl die gestellten Anforderungen an das Projekt selbst gemanagt, als auch die Anforderungen, die durch das Projekt entstehen. Die Anforderungen müssen zwischen dem Anforderungen und dem Anforderungserfüllenden abgestimmt sein. Über die Umsetzung der Anforderungen entscheidet je nach Kompetenz der Projektleiter oder die Führungsebene der Organisation. Typische Merkmale der Anforderung sind (vgl. Kneuper, CMMI, S.32):

- Anforderung wird im laufenden Projekt umgesetzt
- Anforderung wird später umgesetzt

- Anforderung wird nicht umgesetzt
- Anforderung wird zurückgestellt

Nach der Entscheidung über die Merkmalsvergabe wird bei einer Umsetzung der Anforderungen der Kostenträger für die Durchführung festgelegt und die Beteiligten werden über die Entscheidung informiert und diese wird dokumentiert.

Anforderungsmanagement ist nicht nur zu Beginn eine Aufgabe des Projektes, sondern auch die Umsetzung oder eine bewusste Nichtumsetzung von Anforderungen gehört zum Anforderungsmanagement. Eine eventuell notwendige Verfeinerung Anforderungen während der Projektarbeit ist ebenso Teil des wie die Dokumentation über Anforderungsmanagements, ebenso Anforderungsänderungen und deren Ursachen.

Anforderungsänderungen müssen effektiv und effizient gemanagt werden. Anpassungen der Steuerung der Maßnahmen können notwendig werden und die Wirkung auf die Stakeholder des Projektes muss klar sein. CMMI fordert eine bidirektionale Nachverfolgbarkeit der Anforderungen. Das bedeutet, dass jede Anforderung bestimmten Arbeitsergebnissen zugeordnet werden kann. So ist sichergestellt, dass vorab bekannt ist, welchen Einfluss die Anforderung hat und welchen Effekt eine Änderung bewirken kann. Bidirektional bedeutet zudem, dass den Arbeitsergebnissen eine Anforderung zugeteilt werden kann. Dadurch ist der Grund für die Qualität des Arbeitsergebnisses jederzeit ersichtlich. Eine Erweiterung der Anforderungen an ein Projekt ist nicht möglich, was jedoch in der Praxis häufig vorkommt (vgl. Kneuper, CMMI, 2007, S.34).

## 2.2.6.1.2 Projektplanung

Der Zweck der Projektplanung besteht darin, die durchzuführenden Aktivitäten des Projektes zu definieren. Dazu werden Projektpläne erstellt und gepflegt. Als Grundlage der Planerstellung werden die vorher festgelegten Anforderungen genutzt. Die Interaktion mit den Stakeholdern zu pflegen und die Zustimmung zum Projektplan einzuholen sind ebenfalls Aufgaben, die von diesem Prozessgebiet erfasst werden.

Die Schätzungen für Aufwand und Kosten können auf historischen Daten beruhen. Die Projektplanung beinhaltet neben den Schätzungen auch die Festlegung der Ressourcen, das Einverständnis vom Management, die zeitliche Planung und das Identifizieren und das Analysieren der Projektrisiken. Ein iteratives Durchlaufen der Aktivitäten ist dabei geeignet, den Projektplan fertigzustellen. Der Projektplan ist die Basis zur Steuerung der Projektaktivitäten. Sowohl Planung des Projektes als auch die Überplanung gehören

zum Prozessgebiet "Projektplanung". Die eingeführten Schätzungen stellen die Informationen bereit, die zur Planung, zur Organisation, zur Rollenzuweisung der Projektteilnehmer, zur Leitung, zur Koordination, zum Reporting und zur Budgetierung des Projektes notwendig sind. Die Schätzungen müssen auf einer Datenbasis beruhen, die einen durchführbaren Plan als Output erzeugen lässt. Es müssen also realistische Schätzungen sein, die auf vertrauenswürdigen Daten beruhen. Typische Einflussfaktoren zur Bestimmung dieser Größen sind (vgl. Chrissis, CMMI, S.399ff):

- Projektanforderungen, Produktanforderungen und weitere Anforderungen mit Einfluss auf das Projekt
- Projektrahmen
- festgestellte Aufgaben und Arbeitsergebnisse
- Eigenschaften der Arbeitsergebnisse und Aufgaben
- technischer Ansatz
- Projektlebenszyklusmodell
- Zeitplanung
- Modelle oder historische Daten zur Wandlung der Eigenschaften in Arbeitszeit und Kosten
- Methodik zur Festlegung der benötigten Ressourcen

Eine Dokumentation der geschätzten Daten ist die Grundlage für ein Review durch die Stakeholder des Projektes und zur Einverständniserklärung mit dem Projektplan durch das Management. Der Fortschritt des Projektes wird auf dieser Grundlage festgehalten. Eine konkrete Anforderung von CMMI ist die Einführung eines Top-Down Ansatzes. Das bedeutet, dass die Projektplanung sich an den übergeordneten Organisationszielen auszurichten hat (vgl. Hebertinger, Wertsteigerungsmasse, S.183ff.). Es erfolgt die Projektplanung durch Unterteilung des Gesamtzieles in Zwischenziele und die Ausgestaltung des Prozesses zur Zielerreichung ausgehend vom Hauptprozess hin zu den Teilprozessen (vgl. Schareck, Wertorientierung im Versicherungsbetrieb, S.339f sowie Fink, Prozessorientierte Unternehmensplanung, S.115). Dieser unterstützt die Festlegung des Projektrahmens.

CMMI empfiehlt die Einführung eines Projektstrukturplans, der zur Einteilung des Gesamtprojektes in einzelne Aufgaben dient. Die Aufteilung kann auf Basis der Projektorganisation, auf Basis eines Objektes oder auch aktivitätsorientiert sein. Als Ergebnis steht die Einteilung des Projektes in Arbeitspakete oder in Teilprojekte.

Die Schätzungen über die Eigenschaften der Arbeitsergebnisse und der Aufgaben beruhen zum Großteil auf dem Projektumfang. Weitere Grundlagen können die Struktur, die Komplexität und auch die Konnektivität des Projektes sein (vgl. Dixius, Simultane Projektorganisation, S.54f). Die Definition eines Projektlebenszyklus und die Einteilung in Phasen helfen der Organisation zur besseren Abschätzung und unterstützen eine Entscheidungsfindung. Die Phaseneinteilung bietet die Möglichkeit regelmäßiger Evaluierung der Projektarbeit. So kann zwischen den Phasen die Projektarbeit bewertet werden und für die folgende Phase die nötige Zustimmung eingeholt werden. Durch die Aufteilung des Projektes in Arbeitspakete und die Einteilung in Phasen wird eine realitätsnahe, begründete Schätzung für den Projektaufwand und die Kosten möglich (vgl. Jung, Controlling, S.604f).

Um das Projekt zu managen, ist die Erstellung und die Pflege eines Projektplans notwendig. Der Projektplan ist als formales und bestätigtes Dokument geeignet, das Projekt zu managen und die Ausführung zu steuern. Dem Projektplan liegen die gefundenen Anforderungen und die vorgenommenen Abschätzungen zugrunde. Der Gesamtplan stellt sicher, dass die Pläne der einzelnen Phasen über den gesamten Projektlebenslauf konsistent sind. Der Projektplan beinhaltet einen Budget- und einen Zeitplan. Ein ereignisgesteuerter Projektplan ist geeignet, Projektrisiken zu identifizieren und zu analysieren. Die Auswirkungen und die Eintrittswahrscheinlichkeit der Risiken sind mit allen Projektbeteiligten abzuklären und eine Priorisierung der Risiken entsprechend der Auswirkungen auf das Projekt und auf das Projektergebnis durchzuführen.

Ein weiterer Bestandteil des Projektplans ist ein Schema, das den Umgang mit den Projektdaten regelt. An dieser Stelle regeln die Anforderungen durch einen IPPD-Zusatz von CMMI das Vorhandensein von Daten bei der Bildung von integrierten Teams. Dabei handelt es sich einerseits um Daten, die innerhalb des Teams bleiben und nur dort genutzt werden und andererseits um Daten, die bei mehreren integrierten Teams in der Projektorganisation untereinander zur Verfügung gestellt werden. Integrierte Teams sind Gruppen von Personen mit unterschiedlichen Fähigkeiten und sich ergänzendem Wissen. Sie bestehen über den gesamten Produktlebenszyklus in den jeweiligen Projektphasen und sind für die Umsetzung der mit den Anteilshabern an dem Projektergebnis vereinbarter Produkteigenschaften verantwortlich.

Die Anforderungen an die Projektdaten müssen ebenfalls festgelegt werden und der Anlass für die Aufnahme dieser Projektdaten muss im Projektplan festgehalten werden. Dazu müssen die zu sammelnden Daten analysiert und verifiziert werden und es muss zwischen den vom Projekt lieferbaren und den nicht lieferbaren Daten unterschieden werden. Ebenso ist zwischen den vertraglich vereinbarten und den nicht vereinbarten Datenanforderungen zu unterscheiden. Die Aufnahme unnötiger Daten verursacht zusätzlichen Aufwand, der keinen Nutzen bringt und den es daher zu vermeiden gilt. Die notwendigen Ressourcen zur Durchführung des Projektes sind Bestandteil des Projektplans.

CMMI+IPPD erweitert den notwendigen Inhalt, wenn integrierte Teams gebildet werden, um einen Plan für die Personalbesetzung. Die Definition der Projektressourcen und die Bestimmung der quantitativen Ausprägung dieser beruhen auf den ersten Schätzungen und bieten zugleich zusätzliche Informationen für den Projektstrukturplan zum Managen des Projektes. Ebenso wie die Ressourcen muss im Projektplan auch festgehalten werden, welche Anforderungen an Wissen und Fertigkeiten für das Projekt notwendig sind. Die Bildung des Projektteams ist von den notwendigen Fähigkeiten und dem nötigen Wissen zur Durchführung des Projektes abhängig. Neben einer Auflistung der benötigten Fähigkeiten und einem Plan zur Stellenbesetzung kann auch ein Schulungsplan für die Projektmitarbeiter ein Output sein.

Neben den Mitarbeitern sind auch die identifizierten Stakeholder des Projektes mit in den Plan einzubeziehen. CMMI+IPPD erweitert die Einbeziehung der Stakeholder hierarchisch nach unten, bis auf die Ebene der integrierten Teams. Eine Matrix kann die Verbindung zwischen den Stakeholdern und den Projektaufgaben bzw. den Projektergebnissen aufzeigen. Eine sorgfältige Wahl der relevanten Stakeholder ist hilfreich. Den Projektaufgaben sind diejenigen zuzuordnen, die über die notwendige Fachkompetenz zur Durchführung einer Projektaktivität verfügen, wobei eine Änderung der Zuordnung während des Projektverlaufs möglich ist. Der Zuordnungsplan der Stakeholder und der Plan der benötigten Fähigkeiten und des benötigten Wissens sind auf Lücken abzugleichen.

Ist der Gesamtplan mit allen Inhalten erstellt, kann er etabliert und fortan weitergepflegt werden. Ein dokumentierter Plan stellt bei der Adressierung aller relevanten Gruppen ein gemeinsames Verständnis sicher. Auf dieser Grundlage werden die Vereinbarungen und die Verpflichtungen aller Beteiligten festgehalten, die zum Erfolg des Projektes notwendig sind.

Der erstellte Gesamtplan benötigt die Zustimmung der Verantwortlichen für die Umsetzung und den Support des Plans, um effektiv zu sein. Um dieses Ziel zu erreichen, werden alle Pläne mit Einfluss auf das Projekt einem Review unterzogen, in dem das Projekt von den Verantwortlichen bewertet wird. Auf dieser Basis wird die Zustimmung zum Projekt nachvollzogen.

Als IPPD-Zusatz gilt, dass die Pläne der integrierten Teams ebenfalls zu den Plänen des Reviews gehören. Der Gesamtplan kann durch Einzelpläne in den jeweiligen Phasen detailliert werden. Alle Pläne müssen einem Review unterzogen werden, um ein gemeinsames Verständnis für den Projektrahmen, die Ziele, die Rollen und den Verbindungen, die für einen Projekterfolg notwendig sind, zu erlangen.

Der Abgleich des Projektplans und der Aussagefähigkeit über verfügbare Ressourcen und benötigte Ressourcen sichert ein durchführbares Projekt. Ein durchführbares Projekt erhält die Zustimmung der relevanten Stakeholder. Nach CMMI+IPPD ist bei integrierten Teams besonders auf die gegebenen Umstände von verteilten integrierten Teams zu achten oder darauf, ob die Personen bereits in anderen integrierten Teams eines oder mehrerer Projekte eingesetzt sind. Zum Ende des Abgleich werden beispielsweise die technischen Anforderungen verschoben oder verändert, weitere Ressourcen ausgehandelt und nach Möglichkeiten zur Produktivitätssteigerung gesucht.

Um die Zustimmung zum Plan zu erhalten, muss das Einverständnis der relevanten Stakeholder zur Vergabe der notwendigen Verantwortung für die Ausführung und die Unterstützung der Planausführung eingeholt werden. Der IPPD Zusatz bei integrierten Teams erfordert, dass die Pläne des integrierten Teams eine hohe Akzeptanz bei den Teammitgliedern, den Schnittstellenteams, dem Projekt und den Prozessbesitzern für die vom Team ausgewählten Standardprozesse benötigen. Für die Zustimmung ist eine Interaktion zwischen den Stakeholdern notwendig. Dies gilt sowohl für interne Stakeholder, als auch für externe Stakeholder. Das Einverständnis aller Seiten gewährleistet die Durchführung innerhalb der vereinbarten Kosten, der vorgesehenen Zeit und der Performanzgrenzen.

## 2.2.6.1.3 Projektverfolgung und -steuerung

Der Zweck von Projektverfolgung und Projektsteuerung besteht in erster Linie darin, ein Projekt entsprechend der Planung durchzuführen. Das Projekt wird aktiv gesteuert. Bei signifikanten Abweichungen von der Planung werden korrigierende Maßnahmen eingeleitet. Die Grundlage liefert der dokumentierte Projektplan. Der Projektfortschritt wird durch den Vergleich der aktuellen Arbeitsergebnisse und Aufgaben, dem Aufwand, der Kosten und dem Zeitplan mit den im Projektplan beschriebenen Zielen und Zwischenzielen bestimmt. Ein frühes Erkennen von Problemen sichert ein rechtzeitiges Eingreifen in den Projektverlauf. Als signifikante Abweichung vom Projektplan wird eine Abweichung verstanden, die das Erreichen der Projektziele unmöglich macht. Die Maßnahmen erfordern je nach Situation eine Neuplanung, neue Vereinbarungen oder Zusatzmaßnahmen für das Projekt.

Die laufende Überwachung des Projektfortschritts und der aktuellen Projektperformanz erfolgt vergleichend zum Projektplan. Dazu müssen die aktuellen Werte der Projektparameter überprüft werden. Diese bilden typische Anhaltspunkte für den Projektfortschritt und die Ausprägungen der Arbeitsergebnisse. Kosten, Aufwand und Komplexität und weitere Parameter des Arbeitsergebnisses werden erfasst.

Zur Projektbeobachtung gehören auch die Messungen der Parameter, das Überprüfen der Schätzungen und das Aufzeigen von großen Differenzen. Des Weiteren müssen die Verbindlichkeiten überwacht werden. Dabei werden die im Projektplan vereinbarten Zustimmungen nachgeprüft und es wird untersucht, ob diese bisher zufriedenstellend eingehalten worden sind oder eingehalten werden können. Die identifizierten und analysierten Projektrisiken aus dem Projektplan müssen auch zur Projektverfolgung und Projektsteuerung überwacht werden. Dabei können sich die Wahrscheinlichkeit und die Priorität des Risikos ändern.

Das im Projektplan festgelegte Datenmanagement muss gegenüber dem aktuellen Managen der Projektdaten ebenfalls überwacht werden. Eventuelle Schwachstellen und deren Folgewirkungen müssen aufgezeigt und dokumentiert werden. Die Einbeziehung der Stakeholder entsprechend der im Projektplan festgelegten Beteiligung ist jeweils zu berücksichtigen. Die vereinbarte Mitwirkung muss sich in einer angemessenen Interaktion widerspiegeln. Des Weiteren sind alle überprüften Daten und die Resultate der Überprüfung zu dokumentieren.

Ein periodisches Durchführen von Projektreviews umfasst den Projektfortschritt, die Performanz und untersucht offene Punkte. Diese dokumentierten Reviews sind informativ für die Stakeholder des Projektes und müssen nicht im Projektplan spezifiziert werden. Auch die geplanten Meilensteine des Projektes sind einem Review zu unterziehen. Diese Reviews sind zumeist formal und werden während der Projektplanung festgelegt. Die im Review festgestellten Differenzen zwischen dem Projektplan und den tatsächlichen Werten werden gemeinsam mit den getroffenen Maßnahmen und Entscheidungen dokumentiert und ihre Wirkung wird aufgezeigt.

Sind alle Messungen der Projektdaten abgeschlossen und dokumentiert, werden auf dieser Basis notwendige korrigierende Maßnahmen zum Ausgleich der Differenzen zwischen dem Projektplan und den aktuellen Werten eingeleitet. Dazu werden zunächst die Punkte gesammelt und analysiert, welche dieser Punkte einen korrigierenden Eingriff benötigen. Darauf aufbauend wird ein Plan für die Maßnahmen aufgestellt. Dieser wird mit den Stakeholdern abgestimmt und gegebenenfalls mit internen und externen Zustimmungen beschlossen. Auch ein Projektabbruch kann eine mögliche

korrigierende Maßnahme sein (vgl. Versteegen/Hindel, Prozessübergreifendes Projektmanagement, S. 43ff.).

Anpassungsmaßnahmen werden durchgeführt und dokumentierte Konsequenzen aus der gefundenen Fehlerursache können als Input für folgende Projektplanungsprozesse und Risikomanagementprozesse ihren Einfluss finden.

#### 2.2.6.1.4 Zulieferungsmanagement

Bei der Vergabe von Teilaufgaben, die außerhalb des Projektes von internen Auftragnehmern der Organisation oder externen Auftragnehmern gelöst werden sollen, sichergestellt werden, dass die Ergebnisse den Anforderungen Gesamtprojektes entsprechen. Die Beschaffung von Teilergebnissen zu steuern, ist Zweck des Prozessgebietes "Zulieferungsmanagement". Dazu gehört zunächst die Festlegung der Art der Beschaffung des Ergebnisses. Die Beschaffung kann eine externe Erstellung einer Projektkomponente, eine Dienstleistung eines Lieferanten, die Beschaffung der Werkzeuge zur Erstellung des Ergebnisses, der Einkauf von Standardprodukten, die im Projekt verwendet werden, die Wiederverwendung von Lösungen aus anderen Projekten oder ein interner Zulieferer eines anderen Projektes sein. Nicht als Lieferant gemäß dieser Aufstellung sind extern eingebundene Mitarbeiter zu klassifizieren, da bei ausreichender Einbindung in das Projekt die Regeln des Projektmanagements bereits gelten (vgl. Kneuper CMMI, 2007, S.42).

Für die Auswahl von Lieferanten werden diese hinsichtlich ihrer Fähigkeit evaluiert, die spezifischen Anforderungen und weiteren von der Organisation festgelegten Kriterien zu erfüllen. Die Kriterien richten sich dabei nach wichtigen Faktoren für das Projekt. Als Beispiele sind die geographische Lage des Lieferanten und die Erfahrung mit ähnlichen Anforderungen zu nennen. Ist der Lieferant ausgewählt, so werden die Vereinbarungen mit den Lieferanten getroffen. Bei integrierten Teams fordert CMMI+IPPD eine Verhandlung über eine Teammitgliedschaft und eine Aufnahme der Reportinganforderungen und Entscheidungsfindungen des Lieferanten in einer Vereinbarung. Allgemein kann die Vereinbarung eine Lizenz, ein Vertrag oder auch eine Aktennotiz sein. Inhaltlich spezifiziert die Vereinbarung, die Reviews, die Überwachung, die Evaluierung und Tests, die für das geforderte Ergebnis notwendig sind.

Sind die Vereinbarungen mit den Lieferanten getroffen, gilt es die Vereinbarungen beiderseitig einzuhalten. Das vereinbarte Teilprojekt zur Erbringung des geforderten Ergebnisses wird durchgeführt. Hier greifen die vereinbarten Projektmanagementmethoden. Die Überwachung der ausgewählten Lieferantenprozesse

und deren Analyse sind geeignet, die Einhaltung der Vereinbarungen zu gewährleisten und Schnittstellenprobleme zwischen den Lieferantenprozessen und dem Projekt zu vermeiden. Die Überwachung des Lieferanten muss auf einem geeigneten Weg geschehen. Die Intensität muss so gewählt sein, dass diese nicht bedrückend und andererseits auch nicht uninformativ ist. Die aufgenommenen Daten werden zur Analyse möglicher größerer Schwierigkeiten genutzt.

Sind die Ergebnisse erbracht, so sind diese vor der Abnahme zu evaluieren. Eventuelle Differenzen werden dokumentiert und Maßnahmen abgeleitet. Die Leistung des Lieferanten wird bewertet und wird bei einer künftigen Lieferantenauswahl berücksichtigt. Zur Abnahme des Ergebnisses werden die Eigenschaften mit den vertraglich vereinbarten Ausprägungen abgeglichen. Eventuelle Lücken zwischen dem Ist-Zustand und dem vereinbarten Zustand sind zu schließen. Abschließend wird das gelieferte Ergebnis in das eigene Projekt eingearbeitet. Dazu sind Übergangspläne für einen weichen Übergang in das Projekt hilfreich.

## 2.2.6.1.5 Messung und Analyse

Der Zweck des Prozessgebietes "Messung und Analyse" besteht darin, eine Fähigkeit des Messens zu entwickeln und zu etablieren, die dem Management Informationen als Entscheidungsunterstützung liefert. Dieses Prozessgebiet wird daher auch der Kategorie "Support" zugeordnet. Für Messung und Analyse werden die Ziele spezifiziert, so dass diese sich an den identifizierten Informationsbedürfnissen und Zielen orientieren. Ebenfalls werden die Messungen, die Analysetechniken und die Methoden zur Datensammlung, zur Datenspeicherung, zum Reporting und für Rückmeldungen spezifiziert. Diese Methoden sind umzusetzen, um so objektive Ergebnisse zu erhalten, Informationen zur Entscheidungsunterstützung liefern und angemessene Korrekturmaßnahmen abgeleitet werden können. Die Mess- und Analysemethoden sind in die Projektprozesse einzubinden und unterstützen das Projekt bei einer objektiven Planung und bei objektiven Schätzungen. Mit Hilfe von Messungen und Analysen kann die aktuelle Projektperformanz gegenüber den festgelegten Plänen und Zielen verfolgt werden. Dadurch lassen sich kritische prozessbezogene Punkte entdecken und in Absprache mit den Stakeholdern lösen. Es wird eine Basis für die Aufnahme von Messungen in künftigen Zusatzprozessen geschaffen.

Ein typischer Informationsbedarf wird durch Statusinformationen zum Budgetverbrauch, erreichten Ergebnissen, Fehlerstatus usw. generiert. Es werden Metriken definiert, um den Größen einen quantitativen Wert zuweisen zu können. Aus den Informationen werden Erfahrungswerte generiert, aus denen künftige Schätzungen abgeleitet werden können. Die Informationserhebung durch Messung und Analyse

bietet sich an, um Verbesserungsmöglichkeiten und Probleme von Prozessen zu erkennen und zwischen zwei alternativen Prozessen zu wählen (vgl. Kneuper, CMMI, S.44).

Der Einsatz von Metriken ändert sich mit dem erreichten Reifegrad der Organisation. Bei Reifegrad 1 ist die Nutzung noch sehr auf einzelne Metriken beschränkt, die zur Projektüberwachung, hauptsächlich zur Zeit- und Budgetüberwachung dienen. Beim Reifegrad 2 werden die Metriken zunehmend anspruchsvoller und umfangreicher. Als Beispiel kann eine Meilenstein-Trend-Analyse hinzukommen, um Terminverzögerungen frühzeitig zu erkennen. Die Hinzunahme von Fehlerzahlen in Qualitätssicherungsmaßnahmen kann ebenfalls im Reifegrad 2 erfolgen.

Mit dem Reifegrad 3 werden die Entwicklungsprozesse im Projekt und die Prozesse des Prozessmanagements überwacht. Die Metriken können auch projektübergreifend verwendet werden und die Daten werden dadurch untereinander vergleichbar. Ein Beispiel sind Kennzahlen und Analysen zu aufgetretenen und entdeckten Fehlern. Die projektübergreifende Nutzung der Metriken wird durch organisationsweiten Prozessfokus gewährleistet (siehe Kapitel 2.2.6.2.6 *Organisationsweite Prozessausrichtung*).

Eine weitere Verfeinerung der Thematik und die Nutzung für Vorhersagen wird mit dem Reifegrad 4 zum Fokus der Messungen und Analysen der Metriken. Ziel ist es die Varianz der Prozesse zu reduzieren. Der bei Reifegrad 4 unternehmensweit einheitliche Prozess soll bei jeder Anwendung identische Ergebnisse liefern. Die Ursachen für Abweichungen sollen gefunden und behoben werden. Die Metriken werden durch die standardisierten Prozesse aussagekräftiger, da die Vergleiche zwischen identischen Prozessen die Ursachen für Abweichungen und mögliche Fehlinterpretationen eingrenzen.

Zur quantitativen Untersuchung werden die Metriken in Reifegrad 5 eingesetzt. Auf dieser Grundlage erfolgt die kontinuierliche Verbesserung der Prozesse. Beispielsweise können verschiedene Prozessvarianten unter identischen Rahmenbedingungen getestet und schließlich durch Vergleich der effizientere Prozess bestimmt werden. Es ist dabei wichtig ist es darauf zu achten, dass nicht lokale Optima gebildet werden, sondern ein Gesamtoptimum. Eine Möglichkeit ist nach Kneuper die Nutzung der Balanced Scorecards (vgl. Kneuper CMMI, S.46).

#### 2.2.6.1.6 Qualitätssicherung von Prozessen und Produkten

Die Zielsetzung dieses Prozessgebietes, im englischen Original mit PPQA (für Process and Product Quality Assurance) abgekürzt, ist dem Management und den Mitarbeitern

einen objektiven Einblick in Prozesse und den dazugehörigen Arbeitsergebnissen zu geben. Dies geschieht über den gesamten Projektlebensweg hinweg.

PPQA umfasst die objektive Evaluierung der ausgeführten Prozesse, der Arbeitsergebnisse und Dienstleistungen anhand der Prozessbeschreibungen, der Standards und der Verfahren. PPQA befasst sich mit der Identifizierung und Dokumentierung von Nichteinhaltungen von Regeln und Normen. Rückmeldungen bezüglich der Ergebnisse der Qualitätssicherung werden für das Projektteam und das Management erstellt. Es wird sichergestellt, dass Nichteinhaltungen kommuniziert werden. Allgemein wird auf die formale Korrektheit und Einhaltung der Vorgaben hin geprüft. Diese Überprüfung erfolgt in der Regel durch Reviews. Eine inhaltliche Überprüfung wird in PPQA nicht behandelt, sondern gehört zur Validierung und Verifikation (vgl. Kneuper, CMMI, S.47).

EineoObjektive Betrachtung ist ein Erfolgsfaktor für das jeweilige Projekt. Objektivität kann durch Unabhängigkeit und Nutzung fester Kriterien erreicht werden. Der Grad der Formalität der Überprüfung kann variieren. Häufige, rein informative Reviews sind weniger formal durchzuführen als regelmäßige Reviews zur Qualitätssicherung erfolgsrelevanter Prozesse, Arbeitsergebnisse und Dienstleistungen. Die Nichteinhaltungen von Standards, Vorgehensweisen oder sonstigen Vorschriften werden mit den Mitarbeitern und dem Management kommuniziert. Die eingeleiteten Maßnahmen zur Qualitätssicherung werden in Unterlagen festgehalten.

## 2.2.6.1.7 Konfigurationsmanagement

Das an dieser Stelle betrachtete Prozessgebiet des Reifegrades ist das Konfigurationsmanagement, das die Vollständigkeit der Arbeitsergebnisse sicherstellt. Dieses Ziel wird durch die Nutzung von Konfigurationsidentifikation, durch eine Konfigurationslenkung, durch die Verfolgung des Konfigurationsstatus und durch Konfigurationsaudits erreicht. Unterschiedliche Varianten und Veröffentlichungen sind dadurch leichter zu koordinieren.

Das Konfigurationsmanagement umfasst die Identifikation der Konfigurationen der gewählten Arbeitsergebnisse, welche die Grundlage zu einem bestimmten Zeitpunkt ausmachen. Die Änderung von Konfigurationseigenschaften wird somit gesteuert. Konfigurationsmanagement umfasst ebenfalls die Spezifizierung der Arbeitsergebnisse, damit diese anhand des Konfigurationsmanagementsystems erstellt werden können.

Das Konfigurationsmanagementsystem kann ein spezielles Werkzeug sein, jedoch wird in CMMI kein explizites Werkzeug verlangt, sondern es würde auch ein Management von Dokumenten auf dem Dateisystem genügen, um die Anforderungen von CMMI an dieser Stelle zu erfüllen. Wichtig sind aus CMMI-Sicht der bewusste, angemessene Umgang und die Umsetzung des Konfigurationsmanagements (vgl. Kneuper, CMMI, S.50). Die Wartung der Vollständigkeit der Basis für das Konfigurationsmanagement dabei ebenfalls zu diesem Prozessgebiet. gehört Im Gegensatz Anforderungsmanagement wird beim Konfigurationsmanagement nicht die inhaltliche, sondern die technische Seite der Änderungen betrachtet. das Konfigurationsmanagement eingeführt und wird es gepflegt, so werden Entwicklern, Endanwendern und Kunden der genaue Status der Konfigurationen und die aktuellen Konfigurationsdaten bereitgestellt.

## 2.2.6.2 Prozessgebiete Reifegrad 3

Der Fokus beim Reifegrad 3 ändert sich im Vergleich zum Reifegrad 2 dahingehend, dass nicht mehr das einzelne Projekt im Mittelpunkt steht, sondern die gesamte Organisation. Der bisherige Blick auf das Projektmanagement wird nun auf die Entwicklungsprozesse gerichtet.

Der Entwicklungsprozess besteht in CMMI aus drei Teilen: "Anforderungsentwicklung", "Technische Umsetzung" und "Produktintegration" (vgl. Chrissis, CMMI, S.37ff sowie Höhn, Das V-Modell XT, S.530f.). Begleitet wird der Entwicklungsprozess durch die Verifikation und Validierung. Um den Reifegrad 3 zu erreichen, müssen auch alle bisherigen Prozessgebiete des Reifegrades 2 die erweiterten Anforderungen für Reifegrad 3 erfüllen.

## 2.2.6.2.1 Anforderungsentwicklung

Der Beginn des Entwicklungsprozesses ist die Anforderungsentwicklung. Die Anforderungen der Kunden, des Produktes und der Produktkomponenten sind hier zu erstellen und zu analysieren. Dieses Prozessgebiet ist eine Weiterführung des bereits unter 2.2.6.1.1 beschriebenen "Anforderungsmanagements", bei dem es um das Erfassen, Analysieren und Umsetzen von bekannten Anforderungen geht. Anforderungsentwicklung befasst sich mit dem Erkennen der Anforderungen.

drei Anforderungsarten Kundenanforderungen, Produktanforderungen Produktkomponentenanforderungen repräsentieren mit den entsprechenden Anforderungen aus den Phasen des Produktlebenszyklus und den Produkteigenschaften aus Sicht der Stakeholder die Gesamtnotwendigkeit. Mit berücksichtigt werden müssen Einschränkungen, z.B. designbedingte Einschränkungen und ebenfalls die die Schnittstellen Produkten. typisches zu anderen Ein Arbeitsergebnis Anforderungsentwicklung ist das Grobkonzept.

Die Entwicklung von Anforderungen beinhaltet die Erhebung, Analyse, Validierung und Kommunikation der Kundenbedürfnisse, die Erwartungen und zugleich die zu beachtenden Grenzen der Umsetzbarkeit. So entsteht ein Verständnis für die Anforderungen, die zu erfüllen sind, um den Vorstellungen der Stakeholder zu entsprechen.

Die Sammlung und die Koordination der Bedürfnisse aller Stakeholder gehört ebenso zur Anforderungsentwicklung, wie die Entwicklung der Anforderungen, die während des Produktlebenszyklus entstehen. Zu diesem Prozessgebiet gehören das Feststellen der Kundenanforderungen und das Feststellen der Anforderungen an das Produkt und der Produktkomponenten zu Beginn der Anforderungsentwicklung unter der Berücksichtigung der Kundenanforderungen.

Produktanforderungen sind als eine verfeinerte Form der Kundenanforderungen zu sehen. Die Analyse der Anforderungen ist für alle Detaillevel möglich, so kann die Analyse zu einem operationalen Konzept führen und die funktionalen Anforderungen definieren. Das darauf beruhende Konzept zur Umsetzung beinhaltet weitere abgeleitete Anforderungen. So zum Beispiel technische Einschränkungen, Kosten und Kostentreiber, Risiken, zeitliche Beschränkungen und Zeitpläne sowie weitere Anforderungen aus Gesetzen, Vorschriften und organisationsbedingten Anforderungen.

Die Analyse auf Vollständigkeit auf der einen Seite und die Überprüfung der Notwendigkeit und Beachtung der Ausgewogenheit auf der anderen Seite sind die wesentlichen Aspekte der Anforderungsentwicklung (vgl. Kneuper, CMMI, S.52).

#### 2.2.6.2.2 Technische Umsetzung

Der nächste Schritt im Entwicklungsprozess ist im Prozessgebiet "Technische Umsetzung" beschrieben. Die Verlagerung des Fokus von Projektleitung und Management beim Reifegrad 2 auf Entwicklung und Entwickler beim Reifegrad 3 ist hier zu erkennen.

Ziel des Prozessgebietes ist der Entwurf, die Entwicklung und die Umsetzung der Lösungen der Problemstellung aus den Anforderungen. Die Lösungen, Entwürfe und umfassen die Produkte, die Produktkomponenten Umsetzungen produktbezogenen Lebenszyklusprozesse. Jeweils einzeln oder zusammengefasst. Das Prozessgebiet beinhaltet die Evaluierung und die Auswahl der Lösungen, die einen ausreichenden Teil der gesammelten Anforderungen erfüllen. Aufbauend auf den gewählten Lösungen werden detaillierte Entwürfe entwickelt. Die Detailstufe beinhaltet alle benötigten Informationen zur Umsetzung. Die Umsetzung der Entwürfe in Produkte Produktkomponenten gehört ebenfalls und zum Prozessgebiet "Technische Umsetzung". Es wird dabei eine bewusste Entscheidung darüber getroffen, ob die Lösung eigenständig neu erstellt wird, eingekauft wird oder aus vorhandenen Komponenten erstellt werden kann.

Die relevanten Anforderungs- und Entwurfsdokumente werden in den technischen Unterlagen dokumentiert. Dazu gehören Informationen zur Produktarchitektur, Anforderungen an das Produkt, Schnittstellenanforderungen, Verifikationskriterien, Randbedingungen sowie Begründungen zu Entwurfsentscheidungen (vgl. Kneuper, S.53).

## 2.2.6.2.3 Produktintegration

Die Produktintegration gehört ebenfalls zum Entwicklungsprozess. CMMI versteht unter der Produktintegration das schrittweise Zusammenfügen einzelner Produktkomponenten zu einem komplexeren Produktkomponentenbündel oder zu einem kompletten Produkt. Dies geschieht durch den Einsatz eines definierten Integrationsvorgangs. Dabei wird durch das Prozessgebiet Produktintegration sichergestellt, dass das integrierte Produkt auch vollkommen funktionsfähig ausgeliefert wird.

Die Integration bzw. die Zusammenführung der Produktkomponenten erfolgt dabei hierarchisch von unten nach oben. Für jede Ebene der Integration hat das jeweilige Prozessgebiet die Aufgabe, die Produktintegration vorzubereiten, umzusetzen und die zusammengeführten Komponenten zu evaluieren. Dieser Punkt kann als eine Erweiterung des Prozessgebietes Konfigurationsmanagement gesehen werden (vgl. Kneuper, S.55). Zweck der schrittweisen Integration ist die Verringerung der Risiken. Das Zusammenfügen in einem Schritt kann dazu führen, dass Fehler erst spät entdeckt werden und deren Ursachen schwer gefunden werden können.

Ein wichtiger Punkt während der Integration der Produktkomponenten ist der Umgang mit den Schnittstellen des Produktes. Die internen und die externen Schnittstellen des Produktes sind zu lenken. Die Kompatibilität zwischen den einzelnen Schnittstellen der verschiedenen Produktkomponenten und der Schnittstellen nach außen ist während des gesamten Projektes zu berücksichtigen. Die Beschreibung der Anforderungen an die Schnittstellen und deren Umsetzungen sind im Entwicklungsprozess bereits in den Prozessgebieten "Anforderungsentwicklung" und "Technische Umsetzung" beschrieben.

Daran ist zu erkennen, dass die Prozessgebiete nicht rein sequentiell zu bearbeiten sind, sondern eine logische Gliederung von zusammengehörigen Prozessen darstellen (vgl. Kneuper, CMMI, S.55).

### 2.2.6.2.4 Verifikation

Das Prozessgebiet "Verifikation" stellt sicher, dass die Arbeitsergebnisse auch den Anforderungen entsprechen. Die korrekte Umsetzung der Anforderungen wird überprüft. Verifikation ist die Prüfung der Ergebnisse mit den jeweiligen Spezifikationen für die Ergebnisse (vgl. Wallentowitz/Reif, Handbuch Kraftfahrzeugelektronik, S.675). Es wird überprüft, ob diese Spezifikationen erfüllt worden sind, also ob die Umsetzung korrekt ist, nicht jedoch, ob die Anforderungen die richtigen sind. Das Prozessgebiet umfasst die Vorbereitung zur Verifikation, die Durchführung der Verifikation und die Identifizierung von eventuell notwendigen korrigierenden Maßnahmen.

Die Durchführung von Partnerreviews vor der eigentlichen Verifikation der gewählten Arbeitsergebnisse sind neben der Vorbereitung der Verifikation weitere Anforderungen von CMMI.

Partnerreviews sind Reviews von Arbeitsergebnissen durch gleichgestellte Partner und bringen durch die Kenntnisse der Partner mit den Gegebenheiten und den Anforderungen des Projektes einen hohen Nutzen für die Organisation (vgl. Kneuper, CMMI, S.56).

Anschließend wird die Verifikation durchgeführt. Als Hilfsmittel können Tests oder statistische Analysen durchgeführt werden. Nach der Durchführung der Verifikation werden die Ergebnisse analysiert. Es werden daraus Informationen darüber zusammengestellt, wie Abweichungen behoben werden können. Schließlich werden Maßnahmen zur Korrektur der Abweichungen abgeleitet.

# 2.2.6.2.5 Validierung

Das Prozessgebiet "Validierung" stellt sicher, dass die Anforderungen an das angestrebte Ergebnis erfüllt werden. Validierung ist die Überprüfung, ob das Richtige entwickelt wurde (vgl. Wallentowitz/Reif, Handbuch Kraftfahrzeugelektronik, S.675). Die Abgrenzung gegenüber der Verifikation wird bei folgender Gegenüberstellung besonders deutlich:

- Verifikation ist die Prüfung, ob die Umsetzung korrekt erfolgt ist

Validierung prüft, ob die Anforderungen den gewünschten Nutzen des Kunden erzielen und kommt daher bei der Anforderungsentwicklung zum Einsatz.

Ist die Anforderungsentwicklung und die Verifizierung positiv verlaufen, so ist ein positives Ergebnis der Validierung zu erwarten. Das Prozessgebiet Validierung beinhaltet die zwei Schritte "Vorbereitung" und "Durchführung der Validierung". Diese zwei Schritte sind analog zu den Schritten der Verifikation aufgebaut. Partnerreviews werden jedoch bei der Validierung nicht durch CMMI empfohlen.

## 2.2.6.2.6 Organisationsweite Prozessausrichtung

Das Prozessgebiet "Organisationsweite Prozessausrichtung" gehört zum Prozessmanagement auf der Reifegradstufe 3. Das Ziel dieses Prozessgebietes ist die Planung, Umsetzung und Anwendung von organisationsweiter Prozessverbesserung. Als Grundlage für diese Verbesserungen dient ein durchgängiges Verständnis der Stärken und Schwächen der Organisationsprozesse und der Prozess-Assets.

Prozess-Assets sind nach CMMI die Erzeugnisse, die sich auf "Beschreibung, Umsetzung und Verbesserung der Prozesse beziehen, also neben den Standardprozessen selbst und ihren Beschreibungen die Bibliothek [...], die diese Standardprozesse und Beschreibungen sowie Vorlagen, Beispiele, Checklisten und Schulungsmaterial enthält. Außerdem [...] die gesammelten Daten erhobener Metriken." (Kneuper, CMMI, S.61).

Die für Reifegrad 3 gültigen generischen Ziele von CMMI fordern die Sammlung von Verbesserungsinformationen. Diese Informationen werden zur kontinuierlichen Prozessverbesserung genutzt. Quellen für solche Informationen können zum Beispiel Rückmeldungen von Prozessanwendern, Messdaten aus Messungen oder die Ergebnisse von Reviews und Qualitätssicherungsmaßnahmen sein. Die Prozessverbesserung erfolgt innerhalb der Erfordernisse der Organisation und unterstützt deren Zielerreichung. Die Organisation muss die jeweiligen Prozessbeteiligten zum Mitwirken an der Prozessverbesserung bestärken. Beim Einsatz einer festgelegten Gruppe oder der Aufgabenzuweisung zu einer bestimmten Abteilung zur Prozessverbesserung ist diese durch die Organisation langfristig zu unterstützen und mit Ressourcen zu versorgen. Nur so kann eine effektive und zeitnahe Prozessverbesserung eingeführt werden.

Die Erstellung eines Prozessverbesserungsplans gewährleistet eine angemessene Frist zur Umsetzung der Maßnahmen in der gesamten Organisation. Dieser Plan beinhaltet die Planung der Bewertungen, den Maßnahmenplan, Pilotierungspläne und die Planung der Anwendung der neuen Prozesse.

Bewertungspläne beinhalten die Zeitpläne der Bewertung, den Anwendungsbereich und die benötigten Ressourcen. Ebenfalls sind das Referenzmodell zur Bewertung und die logistischen Aspekte der Bewertung im Bewertungsplan enthalten. Der Maßnahmenplan kann aus der Bewertung resultieren. Hier werden die Verbesserungsziele dokumentiert,

die aus der Bewertung hervorgegangen sind. Die Ergebnisse der Maßnahmen müssen zunächst in einem kleinen Rahmen getestet werden. Dies wird im Pilotplan geregelt. Die Einführung des neuen Prozesses in der gesamten Organisation wird im Plan zur Anwendung des Prozesses geregelt. Die eingeführten Prozesse werden überwacht und die Erfahrungen fließen in die Daten der Prozess-Assets ein.

## 2.2.6.2.7 Organisationsweite Prozessdefinition + IPPD

Das Prozessgebiet "Organisationsweite Prozessdefinition" dient zur Einführung und Pflege einer Sammlung von zu nutzenden Standardprozessen und Arbeitsumgebungsstandards. Diese Standards und Prozesse sind organisationsweit gültig und an den jeweiligen Bedarf anzupassen. Bei der Nutzung des CMMI-Zusatzes IPPD deckt das Prozessgebiet auch die Einführung von Richtlinien und Regeln ab, die eine Ausführung der Arbeit mit integrierten Teams erlaubt.

Die Prozess-Assets ermöglichen eine konsistente Prozessausführung in der gesamten Organisation. Dadurch werden die Vorteile durch die Prozessverbesserung verstärkt und langfristig gewahrt.

Die wichtigste Aufgabe des hier betrachteten Prozessgebietes ist die Definition aller wichtigen Prozesse der Organisation und deren Pflege. Die Auswahl der Prozesse und die Detailstufe der Definition sind von der Organisation zu entscheiden. Besonders geeignet sind Prozesse, die häufig durchgeführt werden, die ein hohes Maß an Risiko besitzen oder bei denen ein hoher Abstimmungsbedarf besteht.

Die häufige Durchführung kumuliert den Vorteil. Ein Standardprozess verringert das Fehlerrisiko. Diskussionen über den Prozessablauf werden durch einen festgelegten Prozess vermieden. Der Prozess des Projektmanagements und der Entwicklungsprozess sind besonders für eine Standarddefinition geeignet (vgl. Kneuper, S. 62).

Neben den Arbeitsstandards und den Standardprozessen mit Anpassungskriterien werden auch ein Lebenszyklusmodell und die Speicherung von Messdaten aus dem Projekt beschrieben. Hier werden Kennzahlen aus den Prozessen und deren Ergebnissen gespeichert. Diese können anderen Projekten zur Verfügung gestellt und so für Schätzungen genutzt werden.

Der IPPD-Zusatz regelt die Einführung und Pflege von Ermächtigungsmechanismen, um schnelle Entscheidungsfindungen zu ermöglichen. Die Regeln und Richtlinien zur Bildung und zur Strukturierung eines integrierten Teams werden beschrieben.

## 2.2.6.2.8 Organisationsweite Aus- und Weiterbildung

Zweck des Prozessgebietes "Organisationsweite Aus- und Weiterbildung" oder auch "Organisationsweites Training" ist die Weiterentwicklung der Fähigkeiten und Kenntnisse der Mitarbeiter dahingehend, dass sie die Aufgaben der ihnen zugewiesenen Rolle in der Organisation effektiv und effizient erfüllen können.

Die Sichtweise des Trainings muss die der Organisation sein. Weiterentwicklung aus Sicht des Mitarbeiters wird in CMMI nicht behandelt. Trainingsmaßnahmen können neben den Schulungen auch ein Training-on-the-Job sein. Darunter ist ein systematisches Erlernen von geplanten Inhalten während der Arbeitsausführung zu verstehen. Das Coaching ist eine weitere Maßnahme zur Weiterbildung der Mitarbeiter. Hierbei wird einem Mitarbeiter bei der Durchführung einer Aufgabe ein erfahrener Mitarbeiter zur Seite gestellt. Ziel ist die Erfahrungssammlung, ergänzend zu einer vorhandenen theoretischen Grundlagenausbildung.

Das Training kann ebenfalls durch die Einstudierung von Dokumentationen erfolgen. Bei einer ausreichend vorhandenen Dokumentation der Prozesse ist dieses Vorgehen sinnvoll. Ohne eine gute Dokumentation kann das Einlesen in die Prozesse nicht wirksam sein.

Das Trainingsprogramm der Organisation beinhaltet im ersten Schritt die Identifizierung der organisationsinternen Erfordernisse. Die Inanspruchnahme und das Anbieten der Schulungen sind wichtiger Bestandteil des Programms, um die Erfordernisse der Organisation abzudecken. Dieser strategische Plan ist für den Bedarf der Projekte angelegt, nicht jedoch projektspezifisch ausgerichtet. Der Plan dient zur Etablierung und Pflege der Trainingsfähigkeit der Organisation, ebenso wie die Schulungsunterlagen und die Dokumentation der durchgeführten Schulungen. Die Effektivität des Trainings ist regelmäßig zu bewerten. Es wird geprüft, ob die Qualifikationen tatsächlich erreicht worden sind. Eine Möglichkeit dies zu prüfen sind von den Teilnehmern oder auch von den Vorgesetzten ausgefüllte Fragebögen. Empfehlenswert ist zusätzlich die Überprüfung der Effizienz der Schulung. Es wird dabei die Angemessenheit des Aufwands der Weiterbildung überprüft (vgl. Kneuper, S.64).

## 2.2.6.2.9 Integriertes Projektmanagement + IPPD

Das Integrierte Projektmanagement umfasst die Aktivitäten des Projektmanagements aus Reifegradstufe 2. Diese werden nun nicht weiter auf Ebene des einzelnen Projektes sondern gebündelt betrachtet. Das Prozessgebiet hat das Ziel ein Projekt einzuführen und mit allen relevanten Stakeholdern gemäß eines definierten und integrierten

Prozesses, der aus den Standardprozessen abgeleitet worden ist, zu leiten. Der IPPD-Zusatz für das Prozessgebiet Integriertes Projektmanagement spiegelt die unterschiedliche Sichtweise auf ein Projekt wider und unterstützt die Bildung von integrierten Teams, die die Projektziele verfolgen.

Integriertes Projektmanagement beinhaltet die Prozessdefinition des Projektes durch die Anpassung der vorhandenen Prozessdefinitionen in der Organisation zu Projektbeginn. Das Projekt wird entsprechend der Definitionen geführt. Das notwendige Arbeitsumfeld des Projektes wird auf Basis der organisationsweiten Standards dafür geschaffen.

Die vorhandenen Prozess-Assets sind zu nutzen und mit weiteren Daten aus dem Projekt zu ergänzen. Das Prozessgebiet Integriertes Projektmanagement ermöglicht die Identifizierung der Unsicherheiten der relevanten Stakeholder und sichert die angemessene Berücksichtigung dieser während der Produktentwicklung. Es wird gewährleistet, dass die Stakeholder ihre Aufgaben in koordinierter und zügiger Form durchführen und die Anforderungen, Pläne, Ziele, Probleme und Risiken der Produkte und Produktkomponenten berücksichtigt werden.

Die Stakeholder haben die Vereinbarungen zu erfüllen und die Koordinationsaufgaben werden erkannt und gelöst. Der IPPD-Zusatz stellt die unterschiedlichen Sichtweisen auf das Projekt sicher und führt die integrierten Teams ein, deren Aufgabe es ist, die Projektziele zu erreichen. Die Aktivitäten des Integrierten Projektmanagements sind demnach die Anpassung der Standardprozesse an die Projektbedürfnisse, die Integration der einzelnen Projektpläne zu einem Gesamtplan, die Zusammenarbeit aller am Projekt beteiligten Personen aus den verschiedenen Bereichen und deren Koordinierung und schließlich die Prozessverbesserung durch Nutzung der Daten aus anderen Projekten und der Erweiterung der Datensammlung mit Daten aus dem eigenen Projekt.

## 2.2.6.2.10 Risikomanagement

Ein Risiko ist ein mögliches Schadensereignis (vgl. Buchhart/Burger, Risiko-Controlling, S.1). Die Höhe des Risikos lässt sich durch Multiplikation der Höhe des möglichen Schadens und der Eintrittswahrscheinlichkeit berechnen. Projektrisiken sind Risiken, die den Erfolg des Projektes gefährden oder mindern können (vgl. Buchhart/Burger, Risiko-Controlling, S.1f). Risikomanagement ist der aktive Umgang mit Risiken, um den Projekterfolg zu sichern (vgl. Wolke, Risikomanagement, S.2f.). Ziel des Prozessgebietes Risikomanagement in CMMI ist es, potenzielle Probleme vor deren Auftreten zu identifizieren. So kann der Umgang mit den Risiken geplant und bei Eintreten der Risiken kann auf Maßnahmenpläne zur Korrektur zurückgegriffen werden.

Die Auswirkung des Schadens wird so vermindert (vgl. Romeike, Erfolgsfaktor Risiko-Management, S.242).

Risikomanagement ist ein Prozess über den gesamten Lebensweg des Produktes und des Projektes hinweg. Es ist besonders für die kritischen Erfolgsfaktoren des Projektes wichtig. Den Ereignissen, die diese Erfolgsfaktoren besonders gefährden, wird intensiv entgegengewirkt. Die Maßnahmen orientieren sich an der Höhe Eintrittswahrscheinlichkeit und der Höhe des möglichen Schadens. Ein kontinuierliches Steuern der Risiken mindert die Auswirkungen und sichert eine effektive Handhabung der Risiken. Effektives Risikomanagement beinhaltet zeitige und energische Risikoidentifizierung gemeinsam mit allen Stakeholdern des Projektes. Eine starke Leitung, zwischen allen Stakeholdern operierend, ist die Grundlage für eine offene Auseinandersetzung mit den Projektrisiken. Interne und externe Kostenverursacher, Ablaufpläne und die verschiedenen Risiken werden vom Risikomanagement erfasst. Frühzeitiges Erkennen von Risiken begünstigt das Einleiten von Gegenmaßnahmen, verursacht geringere Kosten. Zudem sind frühzeitige Änderungen der Arbeitsweise weniger störend zu Projektbeginn als in einer späteren Phase.

Das Risikomanagement wird in drei Teile unterteilt. Die Definition der Risikostrategie, die Identifizierung und die Analyse der Risiken, sowie der Umgang mit den identifizierten Risiken. Die Handhabung der Risiken bestimmt auch den Inhalt von zu erstellenden Korrekturplänen. Der erste Schritt zu einem Risikomanagement ist die Identifizierung der Risiken, die zu Projektbeginn durchgeführt wird. Ebenso wichtig ist die laufende Überwachung der Risiken während des Projektes (vgl. Kneuper, CMMI, S.67).

Der Umgang mit Risiken wird von CMMI evolutionär vorangebracht. Am Beginn stehen das Feststellen der Risiken und das Reagieren bei deren Eintreten. Ziel ist der proaktive Umgang mit den Risiken zur Risikoreduzierung. Das systematische Planen, das Vorausahnen und die Minderung der Risiken werden nach und nach in der Organisation eingeführt. Die Risikomanagement-Ansätze von CMMI sind speziell auf den Umgang mit Risiken in Projekten ausgelegt, können jedoch für das organisationsweite Risikomanagement ebenfalls angewendet werden.

## 2.2.6.2.11 Entscheidungsanalyse und Entscheidungsfindung

Das Prozessgebiet Entscheidungsanalyse und Entscheidungsfindung ist Unterstützung für andere Prozessgebiete. Es gehört zum Themenbereich Support. Gegenstand des Prozessgebietes ist die Analyse von möglichen Entscheidungen mit Hilfe eines formalen Evaluationsprozesses, der die möglichen Alternativen anhand fester Kriterien

überprüft. Weiterhin ist die Einführung von Richtlinien zur Steuerung notwendig. Es wird festgelegt, welche Entscheidungen einer Evaluation unterzogen werden müssen und wie die Zuweisung zu formalen Evaluierungsprozessen erfolgt.

Ein formaler Evaluierungsprozess ist eine strukturierte Herangehensweise, um alternative Lösungen anhand von festen Kriterien zu evaluieren. Ein formaler Evaluierungsprozess beinhaltet folgende Aktivitäten:

- Etablieren von Kriterien zur Evaluierung der Alternativen
- Identifizierung alternativer Lösungen
- Methodenauswahl zur Evaluierung
- Durchführung der Evaluierung
- Auswahl der Lösung auf Grundlage der Evaluationskriterien

Vorteile eines formalen Evaluierungsprozesses sind die Objektivität der Entscheidung und dadurch die Möglichkeit, die vielseitigen Anforderungen der relevanten Stakeholder zum größtmöglichen Grad zu erfüllen. Die Anwendung des Entscheidungsprozesses ist nicht nur für technische Zwecke geeignet, sondern auch für die Projektplanung, wenn alternative Lösungswege zur Auswahl stehen.

## 2.2.6.3 Prozessgebiet Reifegrad 4

Der Kern von Reifegrad 4 von CMMI befasst sich mit der Ausweitung der eingeführten Messungen aus dem Prozessgebiet "Messung und Analyse". Darauf aufbauend wird ein quantitatives Prozessmanagement eingeführt. Die Prozessgebiete auf der Stufe Reifegrad 4 sind "Organisationsweite Prozessperformanz" zur Festlegung der benötigten Messungen dazugehöriger Ziele und "Quantitatives Projektmanagement" zum Steuern der Nutzung der Messungen.

Ziel von Reifegrad 4 ist die Fähigkeit der genutzten Prozesse, bestimmte Ergebnisse zur Effizienz, Effektivität, Fehlerquote usw. vorherzusagen. Dies geschieht durch die Messung dieser Parameter und deren Analyse. Die Variationsbreite der Prozesse ist zu reduzieren (vgl. Kneuper, CMMI, S.69).

# 2.2.6.3.1 Organisationsweites Prozessfähigkeitsmanagement

Das Prozessgebiet Organisationsweite Prozessperformanz hat die Aufgabe ein quantitatives Verständnis der Prozessperformanz der Standardprozesse zu etablieren und zu pflegen. Dies dient der Unterstützung der Qualitätsziele und der

Prozessperformanzziele. Die Daten der Prozessperformanz werden zum quantitativen Management der Projekte der Organisation bereitgestellt. Prozessperformanz ist ein Maß für die Leistung eines Prozesses und umfasst Kennzahlen wie Aufwand und Fehlerdichte.

Im ersten Schritt werden die zu betrachtenden Prozesse ausgewählt, um einen möglichst hohen Nutzen der Messungen zu gewährleisten. Für diese Prozesse werden geeignete Messungen für Zeit-, Ressourcen-, Budgetbedarf gemessen und zum Vergleich von Prozessvarianten und Fehlerquoten genutzt. Die Prozessperformanz wir durch die aktuelle Messung eines Prozessdurchlaufs festgelegt. Die organisationsweiten Daten werden analysiert und so ein erwarteter Wertebereich für die Ergebnisse der Projekte in der Organisation definiert.

Dieser erwartete Wertebereich kann herangezogen werden, wenn die Qualitätsziele und die Prozessperformanzziele der Organisation etabliert werden. Weiterhin kann er zum Vergleich von aktuellen Messungen aus den Projekten genutzt werden. Durch die Nutzung dieser Informationen ist es möglich die Projekte quantitativ zu managen. Die aktuellen Projektdaten fließen in den Wertebereich ein und erweitern die Basis, auf der diese Werte beruhen. Die dazugehörigen Modelle werden genutzt, um die vergangenen, die aktuellen und die erwarteten Werte abzubilden.

Organisationen, die Messungen, Daten und Analysetechniken haben, sind in der Lage zur:

- Ermittlung, welche Prozesse konsistent sind und einen klaren Trend aufzeigen, somit vorhersehbar sind
- Findung der Prozesse, die innerhalb des normalen Bereichs einer Prozessimplementierung liegen
- Festlegung von Kriterien zur Identifizierung, welche Prozesse bzw. Teilprozesse statistisch zu managen sind und der Bestimmung der zugehörigen Messungen und Analysetechniken
- Findung der Prozesse, die nicht innerhalb des normalen Bereichs liegen und Unregelmäßigkeiten aufzeigen
- Festlegung der Prozessaspekte, die von den organisationsweiten Standardprozessen verbessert werden können
- Identifizierung der Prozessimplementierung mit der besten Prozessleistung

## 2.2.6.3.2 Quantitatives Projektmanagement

Das Prozessgebiet Quantitatives Projektmanagement baut auf den Ergebnissen des vorher genannten Prozessgebietes "Organisationsweite Prozessperformanz" auf. Das Ziel des Prozessgebietes "Quantitatives Projektmanagement" ist das quantitative Führen des definierten Projektprozesses.

Die Ergebnisse und Ziele der organisationsweiten Prozessperformanz werden zur Steuerung einzelner Projekte genutzt und die Ziele für einzelne Projekte werden aus den organisationsweiten Zielen abgeleitet.

Das Prozessgebiet umfasst neben der Zielfestlegung für die Projektqualität und der Prozessperformanz auch die Identifizierung passender Teilprozesse, die den definierten Projektprozess ergeben und auf historischen, möglichst quantitativen Daten zur Stabilität und Fähigkeit beruhen.

Der Begriff der Prozessstabilität bezieht sich auf die Varianz des Prozesses. Ein stabiler Prozess gibt keine Anzeichen dafür, dass die Varianz über die normale Streuung hinausgeht. Es kann von einem beherrschten Prozess gesprochen werden (vgl. Kneuper, CMMI. S.70f.). Prozessfähigkeit gibt an, in wie weit der Prozess Ergebnisse liefert, die Qualitätsmerkmale innerhalb eines tolerierbaren Bereichs aufweisen.

Zum quantitativen Projektmanagement ist die Auswahl der Teilprozesse aus dem Projektprozess zu treffen, die statistisch zu managen sind. Ebenfalls Teil des Prozessgebietes ist die Projektüberwachung hinsichtlich der Zielerreichung für Qualität und Prozessperformanz und dem Ableiten von angemessenen Korrekturmaßnahmen. Eine Auswahl der Messungen und analytischen Vorgehensweisen zum statistischen Managen der gewählten Teilprozesse ist vorzunehmen.

Des Weiteren ist das Etablieren und Pflegen eines einheitlichen Verständnisses für die Bedeutung der Abweichung in den gewählten Teilprozessen unter Verwendung der gewählten Messungen und Analyseverfahren notwendig. Auch die Überwachung der gewählten Teilprozesse gehört zum quantitativen Projektmanagement, um festzustellen, ob die Ziele bezüglich Qualität und Prozessperformanz erreicht werden können.

Ein weiterer Bestandteil des hier betrachteten Prozessgebietes ist die Ableitung angemessener Korrekturmaßnahmen. Ebenso gehört die Aufnahme der statistischen und der Qualitätsmanagementdaten in der Datensammlung der Organisation in das Prozessgebiet. Es sollte sichergestellt sein, dass die Daten von Lieferanten ebenfalls zur Verfügung stehen. Durch die effektive Einbindung der Lieferanten wird das Prozessgebiet seine volle Wirkung entfalten können. Die Schätzungen für die

Projektplanung werden zuverlässiger und das Verständnis für die Varianz von Prozessen und die Eingrenzung dieser, sowie die Fähigkeit Prozesse außerhalb der Grenzen Qualitätsziele und Prozessperformanzziele zu erkennen, sind die Vorteile, die durch dieses Prozessgebiet entstehen.

# 2.2.6.4 Prozessgebiet Reifegrad 5

Im Gegensatz zu den Prozessgebieten des Reifegrades 4 wird beim Reifegrad 5 nicht mehr die Vorhersagbarkeit der Prozesse durch Varianzreduktion verfolgt, sondern die Verbesserung der Prozesse rückt in den Mittelpunkt.

## 2.2.6.4.1 Organisationsweites Innovationsmanagement

Das Prozessgebiet "Organisationsweites Innovationsmanagement" und dessen Anwendung hat das Ziel, die Auswahl und Entwicklung von schrittweiser und innovativer Verbesserung voranzutreiben. So können die Organisationsprozesse und technologien messbar verbessert werden. Das bedeutet, dass die Änderung aktiv herbeigeführt und gemanagt wird. Das hier beschriebene Prozessgebiet beschäftigt sich mit der kontinuierlichen Verbesserung. Dazu werden systematisch Prozesse und Technologien ausgewählt. Die eingeführten Verbesserungen und herbeigeführten Änderungen können dadurch aus quantitativen Daten hervorgehen und werden systematischer durchgeführt, als auf unteren Reifegradstufen (vgl. Kneuper, CMMI, S.72).

Die Verbesserungen unterstützen die Organisation bei der Erreichung der Ziele bezüglich Qualität und Prozessperformanz. Mögliche Ziele, die vom Prozessgebiet unterstützt werden, sind:

- Verbesserung Produktqualität
- Steigerung Produktivität
- Verkürzung der Prozessdurchlaufzeit
- Steigerung der Kundenzufriedenheit
- Verkürzung der Entwicklungs- und der Produktionszeit für neue oder veränderte Anforderungen
- Reduktion der Lieferzeiten
- Verkürzung der Anpassungszeit an neue Technologien

Die erfolgreiche Umsetzung eines Prozessgebietes hängt von der erforderlichen Einführung einer Infrastruktur ab, die solche Mitarbeiter unterstützt, die eine Verbesserung der Organisationsprozesse und -technologien beabsichtigen. Die Zielerreichung ist ebenfalls abhängig von der Möglichkeit der effektiven Evaluierung und des Herbeiführens der beabsichtigten Verbesserungen. Grundsätzlich kann jedes Mitglied der Organisation ein Teil der Verbesserungsaktivitäten sein. Die Vorschläge werden systematisch erfasst und ausgewählt. Die Evaluierung kann mit einzelnen Pilotversuchen durchgeführt werden, bevor die Verbesserung in der Breite eingeführt wird. Die Einführung der Verbesserung erfolgt über die Schritte der Planung, dem Steuern der Umsetzung und der Überprüfung durch die Messungen.

Verbesserungen von Prozessen und Technologien, die in der gesamten Organisation eingeführt werden, werden aus Verbesserungsvorhaben anhand von Kennzeichen und Kennzahlen ausgewählt, die sich auf diese Gesichtspunkte beziehen:

- quantitatives Verständnis der aktuellen Qualität und Prozessperformanz der Organisation
- Ziele der Organisation bezüglich der Qualität und der Prozessperformanz
- Schätzungen der Verbesserung der Qualität und Prozessperformanz, die aus der Einführung der Prozess- und Technologieverbesserung resultiert
- Schätzungen der Kosten für die Einführung der Verbesserungen und den zur Verfügung stehenden Ressourcen dafür

Der erwartete Nutzen wird den Kosten und dem Effekt auf die Organisation gegenübergestellt. Es muss ein geeignetes Maß aus Stabilität und Veränderung gegeben sein. Schnelle und große Veränderung birgt die Gefahr in sich, dass die Organisation die Umstellung nicht leisten kann und ebenso das bisher erlernte Wissen unbrauchbar wird. Zu sehr auf Stabilität bedacht zu sein, führt zu einer Stagnation, die die Position der Organisation gefährdet.

## 2.2.6.4.2 Ursachenanalyse und -beseitigung

Ziel des Prozessgebietes "Ursachenanalyse und -beseitigung" ist es, die Ursache der Fehler und anderer Probleme zu identifizieren und vorbeugend das künftige Eintreten dieser Problemfälle zu verhindern. Das Prozessgebiet hat die Funktion eines Unterstützungsprozesses. Es umfasst die Identifizierung und der Analyse der Ursachen der Fehler und Probleme. Auch die Einleitung von spezifischen Maßnahmen zur Ursachenbeseitigung und dem künftigen Auftreten vorbeugend entgegenzuwirken wird hierbei untersucht.

Durch vorbeugende Maßnahmen zur Fehlervermeidung trägt das Prozessgebiet zur Erhöhung der Qualität und der Produktivität bei. Fehlerbehebung ist kostenintensiver, als die Vermeidung der Fehler durch aus dem Prozessgebiet eingeleitete Maßnahmen für die Projektphasen.

Die Erkenntnisse der vorbeugenden Maßnahmen in einem Projekt können für andere Projekte nutzbar gemacht werden und stellen eine Basis für einen Erfahrungsaustausch zwischen den Projekten dar. Die Fehlerquellen und Probleme sind zu analysieren, um eventuelle Trends zu erkennen. Durch das Verständnis des gesamten Prozesses wird das Grundproblem für die Fehler ersichtlich und die Folgen auf die Zukunft abgeleitet. Ursachenanalyse kann auch auf Probleme angewandt werden, denen kein Fehler vorausgeht. Ein Beispiel hierfür ist die Prozessdurchlaufzeit.

Da die Ursachenanalyse aller Probleme unpraktisch oder gar unmöglich ist, wird eine Auswahl der Fehler getroffen, die untersucht werden. Die Auswahl wird anhand der geschätzten Investition und der geschätzten Auswirkungen auf die Qualität, die Produktivität und die Durchlaufzeit des Prozesses getroffen.

Ein Ansatz zur Ursachenanalyse ist das Ursache-Wirkungs-Diagramm nach Ishikawa (vgl. Kamiske/Brauer, Qualitätsmanagement von A bis Z, S.251f.). Sind die Ursachen analysiert, so sind Korrekturmaßnahmen auszuwählen, um diesen entgegenzuwirken. Sind die Maßnahmen eingeführt, so ist die Behebung des Problems nachzuweisen. Anhand der bereits implementierten Messungen kann der Effekt der Veränderung evaluiert werden. Abschließend sind die Daten zu speichern, um für weitere Projekte in der Organisation zur Verfügung zu stehen.

## 2.2.7 Generische Ziele und Praktiken

Die Institutionalisierung ist ein wesentliches Konzept von CMMI. Institutionalisierung bedeutet der "Grad an Selbstverständlichkeit, mit dem ein Prozess im Unternehmen gelebt wird." (vgl. Schmied, "Mit CMMI Prozesse verbessern!", S. 20). Dies bedeutet, die Prozesse auch bei einem Wechsel der Prozessteilnehmer -verantwortlichen weiterhin in Organisation ausgeführt werden. der Institutionalisierung eines Prozesses bedeutet, dass die Handlungen in der Organisation verfestigt sind und das Vorgehen als normal angesehen wird. Die Prozesse sind in der Organisation verwurzelt, konsistent in ihrer Durchführung und von allen Beteiligten befürwortet. Die generischen Ziele und Praktiken von CMMI adressieren direkt die Institutionalisierung der Prozesse und gehören zu jedem Prozessgebiet dazu. Der Grad der Institutionalisierung steigt mit der Erreichung der generischen Ziele. Das generische

Ziel 1 ist der niedrigste Grad der Institutionalisierung und steigt bis zum generischen Ziel 5 an.

### 2.2.7.1 Generische Ziele und Praktiken Stufe 1

Mit dem generischen Ziel 1 wird ein Prozess auf die Stufe "ausgeführt" oder auch "durchgeführt" gebracht. Ein ausgeführter Prozess ist für CMMI ein Prozess, der die erforderliche Arbeit ausführt, um ein Arbeitsergebnis zu erreichen. Die spezifischen Ziele des jeweiligen Prozessgebietes sind erreicht. Der Zweck der einzigen generischen Praktik auf Stufe 1, welche die Umsetzung der spezifischen Praktiken fordert, ist die Erbringung der Arbeitsergebnisse und der Dienstleistungsverrichtung, die bei der Prozessausführung erwartet werden. Die Umsetzung kann informell erfolgen, jedoch auch auf einer dokumentierten Prozessbeschreibung beruhen.

# 2.2.7.2 Generische Ziele und Praktiken Stufe 2

Mit dem generischen Ziel 2 und den dazugehörigen Praktiken werden geführte und gesteuerte Prozesse institutionalisiert. Ein derartiger Prozess ist ein durchgeführter Prozess, der geplant ist und unter Berücksichtigung von Randbedingungen, wie Leitlinien der Organisation, ausgeführt wird. Die Ressourcen zur Prozessdurchführung sind ausreichend vorhanden und die Mitarbeiter mit den entsprechenden Fähigkeiten stehen zur Verfügung. Der Status des Prozesses wird vom Management gefordert und während der Durchführung gemessen. Die Stakeholder werden entsprechend in den Prozess eingebunden. Der Prozess und die Prozessergebnisse werden mit den Vereinbarungen abgeglichen. Ein Konfigurationsmanagement für die Ergebnisse wird eingesetzt. Der wesentliche Unterschied ist die Planung des Prozesses und die Messung des durchgeführten Prozesses. Korrigierende Maßnahmen werden eingeleitet, wenn die Planabweichung signifikant groß ist. Durch das managen des Prozesses wird die Zielerreichung sichergestellt und eine konsistente Leistungserbringung gewährleistet.

Die generischen Praktiken zur Zielerreichung auf Stufe 2 sind:

- 2.1 Organisationsweite Leitlinien etablieren
- 2.2 Arbeitsabläufe planen
- 2.3 Ressourcen bereitstellen
- 2.4 Rechte und Pflichten zuweisen
- 2.5 Aus- und Weiterbilden

- 2.6 Arbeitsergebnisse verwalten
- 2.7 Relevante Stakeholder identifizieren und einbeziehen
- 2.8 Arbeitsabläufe überwachen und steuern
- 2.9 Prozesseinhaltung objektiv bewerten
- 2.10 Umsetzung mit dem höheren Management

Die Umsetzung der generischen Praktiken sichert die Erreichung des generischen Ziels. Mit dem Erreichen des Ziels der Stufe 2 ist der Fähigkeitsgrad 2 erreicht.

### 2.2.7.3 Generische Ziele und Praktiken Stufe 3

Das generische Ziel der Stufe 3 führt zur Institutionalisierung eines definierten Prozesses. Ein definierter Prozess ist ein gemanagter Prozess, der entsprechend den Richtlinien der Organisation angepasst wurde und aus den Standardprozessen der Organisation abgeleitet wurde. Resultat aus der Prozessumsetzung kann eine Verbesserung der Prozessbeschreibung sein. Ein definierter Prozess enthält neben den Anpassungsrichtlinien auch eine saubere Prozessbeschreibung, angeschlossene Arbeitsergebnisse, Messungen und weitere Prozessverbesserungsinformationen. Die eingesetzten Metriken werden gesammelt und können für weitere Prozessausführungen genutzt werden.

Die Grundlage für die definierten Prozesse sind die Standardprozesse der Organisation. Diese werden schrittweise in die Organisation eingeführt. Sie beschreiben die grundlegenden Prozesselemente, die in einer Prozessdefinition erwartet werden und die Beziehungen dieser Elemente untereinander.

Ein projektspezifisch definierter Prozess ist die Basis für die Planung, Durchführung und Verfeinerung der Projektaufgaben und Aktivitäten. Für ein Projekt können mehrere Prozesse definiert werden, zum Beispiel ein Entwicklungsprozess und ein Testprozess. Ein definierter Prozess beinhaltet den Zweck des Prozesses, die notwendigen Eingaben, Eingangskriterien, die Aktivitäten des Prozesses, die Rollen im Prozess, Messungen und Messmethoden, die Verifikationsschritte für den Prozess, die Ausbringung des Prozesses, sowie die Ausgangskriterien zum Beenden des Prozesses.

Ein bedeutsamer Unterschied zwischen einem gesteuerten und einem definierten Prozess ist der Anwendungsbereich der Prozessbeschreibungen, der Standards und Prozeduren. Ein gemanagter Prozess hat Prozessbeschreibungen, Standards und Prozeduren, die für ein einzelnes Projekt, eine Gruppe oder eine bestimmte Funktion

anwendbar sind. Daher können sich gemanagte Prozesse innerhalb einer Organisation unterscheiden. Weiterhin ist ein definierter Prozess detaillierter beschrieben und wird strikter verfolgt als ein gemanagter Prozess. Daraus resultierend kann eine Prozessverbesserung konsequenter umgesetzt werden und ist besser durch eine breitere Datenbasis zu analysieren.

Die generischen Praktiken auf Stufe 3 sind zur Einführung und Wartung der Prozessbeschreibungen für einen Prozess, der aus den Standardprozessen angepasst wird, um so den spezifischen Bedürfnissen zu genügen. Die generischen Praktiken sind:

- 3.1 Definierte Prozesse etablieren
- 3.2 Verbesserungsinformationen sammeln

Die Organisation benötigt die Standardprozesse zur Abdeckung des Prozessgebietes und die Anpassungsrichtlinien, um die Anforderungen eines Projektes oder einer Organisationsfunktion zu erfüllen. Durch den definierten Prozess wird die Vielfältigkeit der Prozesse in der Organisation reduziert und Prozessbestandteile, Daten und Erkenntnisse können effektiv gemeinsam verwendet werden. Die Sammlung von Verbesserungsinformationen ist neben der Prozessdefinition die zweite generische Praktik auf der Stufe 3. Es werden Arbeitsergebnisse, Messungen und Messergebnisse, sowie Verbesserungsinformationen aus der Planung und Durchführung der Prozesse gesammelt. Diese Daten werden für künftige Verbesserungen der Prozesse und Prozessteile genutzt. Die Daten werden mit in die Datensammlung des Prozesses aufgenommen und stehen jedem Anwender und möglichem Anwender des Prozesses oder eines ähnlichen Prozesses zur Verfügung.

## 2.2.7.4 Generische Ziele und Praktiken Stufe 4

Die Stufe 4 institutionalisiert einen quantitativ geführten Prozess. Das ist ein definierter Prozess, der mit quantitativen Techniken gesteuert wird. Dazu werden quantitative Ziele für Produktqualität, Servicequalität und Prozessdurchführung definiert und zur Prozessführung genutzt. Der Prozess und die Eigenschaften werden messbar und statistisch vorhersagbar über den gesamten Projektverlauf (vgl. Schmied, "Mit CMMI Prozesse verbessern!", S. 22).

Die generischen Praktiken zum Fähigkeitsgrad 4 sind:

- 4.1 Quantitative Ziele für Arbeitsprozesse etablieren
- 4.2 Leistung von Teilprozessen stabilisieren

Quantitative Ziele werden auf der Grundlage der organisationsweiten Standardprozesse, den Geschäftszielen der Organisation, den Kundenbedürfnissen, den Endnutzern, der Organisation und den Prozessumsetzern in Zusammenhang mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen etabliert. Die Prozessanwender werden direkt in die quantitative Steuerung des Prozesses einbezogen. Quantitative Steuerung wird auf die Gesamtheit der Prozesse zur Erstellung eines Produktes angewandt. Teilprozesse mit signifikantem Beitrag zu der Gesamtleistung der Prozesse werden statistisch gesteuert. Für diese ausgewählten Teilprozesse werden detaillierte Messungen gesammelt und statistisch analysiert. Auftretende Abweichungen werden untersucht und die Ursachen werden adressiert, um eine Wiederkehr zu verhindern.

Die Messungen bezüglich Qualität und Prozessperformanz sind in die Datensammlung der Messungen integriert, um diese Daten künftigen Entscheidungsfindungen zur Verfügung zu stehen.

Tätigkeiten zur quantitativen Steuerung der Leistung eines Prozesses umfassen:

- Identifizierung der Teilprozesse zur statistischen Steuerung
- Identifizierung und Messung der Produkt- und Prozesseigenschaften, die einen wichtigen Beitrag zur Qualität und zur Prozessperformanz leisten
- Identifizierung und Adressierung der Abweichungsgründe für die Teilprozesse
- Steuern der ausgewählten Teilprozesse anhand der Ziele und dem Einhalten der Toleranzgrenzen für die Prozessleistung
- Vorbestimmen der Fähigkeit des Prozesses, die quantitativen Ziele zur Qualität und der Prozessleistung zu erreichen
- Durchführung von angebrachten, korrigierenden Maßnahmen, wenn die quantitativen Ziele zur Qualität und zur Prozessleistung nicht erreicht werden können

Die korrigierenden Maßnahmen können auch eine Zieländerung beinhalten oder die Sicherstellung, dass die relevanten Stakeholder mit dem Leistungsunterschied einverstanden sind.

Der bedeutende Unterschied zu den definierten Prozessen ist die Vorhersagbarkeit der Prozessleistung. Eine quantitative Steuerung bedeutet die Nutzung von statistischen und anderen quantitativen Techniken, um die Prozessleistung der relevanten Teilprozesse zu steuern und die Leistung der Prozesse vorhersagbar zu machen. Ein definierter Prozess erlaubt lediglich eine qualitative Vorhersagbarkeit.

Die generischen Praktiken auf Stufe 4 haben den Zweck, eine Zustimmung der relevanten Stakeholder zu den spezifischen quantitativen Zielen des Prozesses einzuholen. Diese Ziele können auf die Produktqualität, Servicequalität und Prozessperformanz abzielen. Dazu sind zunächst die Prozessziele nicht mehr qualitativ, sondern auch quantitativ zu formulieren. Basis für die Formulierung sind die Nutzeranforderungen und die Organisationsziele. Durch die quantitative Formulierung ist die Anforderungserfüllung der Prozessziele konkret ablesbar. Verbesserungspotenziale der Prozesse sind dadurch schnell und einfach aufzudecken. Desweiteren sind die relevanten Teilprozesse zu stabilisieren. Dafür ist die zweite generische Praktik auf Stufe 4 zuständig. Diese Stabilität ist die Voraussetzung für die quantitative Steuerung auf Basis quantitativer Prüfwerte. Aufbauend auf der Prozessdefinition von der Stufe 3 werden statistische Auswertungen durchgeführt, um die Ursachen zu beseitigen, die einen stabilen Prozessablauf verhindern. Die neuen Messungen und Messergebnisse sind so in der Organisation aufzubewahren, dass sie für künftige Entscheidungen als Grundlage genutzt werden können.

#### 2.2.7.5 Generische Ziele und Praktiken Stufe 5

Ein optimierender Prozess ist ein quantitativ geführter Prozess. Die Verbesserungen werden durch die Erkennung von inhärenten Ursachen für Abweichungen erreicht. Weiterhin werden Verbesserungen durch inkrementelle und durch radikale Innovationen erzielt. Quantitative Prozessverbesserungsziele werden aufgestellt und in der Organisation verankert. Die Aufgabe für die Prozessverbesserung trägt jeder in der Organisation (vgl. Schmied, "Mit CMMI Prozesse verbessern!", 2008, dpunkt.Verlag, S. 22).

Die generischen Praktiken des Fähigkeitsgrades sind die zwei Praktiken:

- 5.1 Kontinuierliche Prozessverbesserung sicherstellen
- 5.2 Ursachen von Problemen dauerhaft beseitigen

Die Prozessverbesserung bedeutet die Anpassung und Veränderung eines Prozesses dahingehend, dass die relevanten aktuellen und zukünftigen Organisationsziele erreicht werden. Optimierende Prozesse setzen auf kontinuierliche Verbesserung der Prozessleistung. Diese Verbesserungen können schrittweise erfolgen oder durch innovative Umbrüche in der Prozesslandschaft. Die Prozesse werden systematisch gesteuert und in die Organisation eingeführt. Ziele der Verbesserungen können die Reduzierung der Prozessvariation, die Beseitigung von Fehlerquellen oder weitere Problembeseitigungen sein. Insbesondere werden solche Prozesse verbessert, denen ein

messbarer Vorteil für die Organisation nachgewiesen werden kann. Diese Verbesserungen werden auf der Grundlage der quantitativen Befähigung durch den erwarteten Beitrag der Prozesse gewählt, um die Prozessverbesserungsziele der Organisation zu erreichen. Gegenübergestellt werden die Kosten und der Effekt der Prozessveränderung auf die Organisation. Der Effekt der Prozessverbesserung wird gemessen und durch Zuhilfenahme der quantitativen Ziele der Prozessverbesserung evaluiert.

In einem optimierenden Prozess werden allgemeine Gründe der Prozessvariation angesprochen, um diese zu reduzieren oder den Durchschnitt der Varianzen bei einer Stabilisierung des Prozesses zu verändern. Diese Veränderungen verfolgen die Absicht, die Prozessleistung zu verbessern und die vereinbarten Organisationsziele zu erreichen.

Ein Hauptunterschied zwischen einem quantitativ gesteuertem Prozess und einem optimierenden Prozess ist die kontinuierliche Verbesserung durch die Adressierung von allgemeinen Ursachen der Prozessvariation. Ein quantitativ gesteuerter Prozess befasst sich mit der Behebung von besonderen Ursachen der Prozessvariation und bietet die Möglichkeit einer statistischen Vorhersagbarkeit der Prozessergebnisse. Auch wenn die Prozesse vorhersagbare Ergebnisse liefern, so können diese dennoch ungeeignet sein, um die Organisationsziele der Prozessverbesserung zu erreichen.

Die generischen Praktiken auf Stufe 5 dienen zur kontinuierlichen Verbesserung der Prozesse. Zur Analyse und Entscheidung über Verbesserungsvorschläge dient die erste generische Praktik. Sie dient zur systematischen Umsetzung der Prozess- und Technologieverbesserungen zur Erreichung der vereinbarten Qualitätsziele und der Ziele hinsichtlich der Prozessleistung.

Die Optimierung der agilen und innovativen Prozesse ist abhängig von dem Mitwirken der bevollmächtigten Arbeitskräfte in Zusammenhang mit den Zielen und den Werten der Organisation. Die Fähigkeit der Organisation schnell auf Veränderungen und Gelegenheiten zu reagieren, hängt davon ab, schnellere Wege des Lernens zu finden und dieses Wissen zu teilen.

Die Prozessverbesserung ist Bestandteil von jedem Mitglied der Organisation, resultierend aus dem Kreislauf der kontinuierlichen Prozessverbesserung.

Die zweite generische Praktik der Stufe 5 hat das Ziel die Ausgangsursachen von Problemen zu finden und diese zu beheben, anstatt lediglich auf die Symptome der Probleme zu reagieren. Entdeckt werden können die Probleme in einem quantitativ gesteuerten Prozess. Ziel ist die Verhinderung eines erneuten Auftretens der Probleme und Fehler in der Zukunft. Der Einsatz von Fehlerursachenanalysen kann nützlich für die Prozesse sein, die nicht quantitativ gesteuert werden. Der Fokus der generischen Praktik ist das Reagieren auf einem quantitativ gesteuerten Prozess, auch wenn die eigentliche Fehlerursache außerhalb des Prozesses gefunden werden kann.

## 2.3 Weitere Modelle

Der Abschnitt 2.3 gibt einen kleinen Überblick über weitere Modelle und Normen aus dem Qualitätsmanagement. Es wird die ISO-Norm 15504 vorgestellt und ihre Anwendung in der Variante Automotive SPICE in der deutschen Automobilindustrie erläutert. Darauf Aufbauend wird ein Vergleich zwischen SPICE und CMMI durchgeführt. Ebenfalls wird die DIN EN ISO 9000 und 9001 vorgestellt und ein Vergleich zwischen der Norm und CMMI hergestellt. Abschließend werden weitere Modelle erwähnt und ihre heutige Bedeutung erwähnt.

#### 2.3.1 SPICE und Automotive SPICE

Zunehmend setzt sich die Norm ISO 15504 durch, die auch als SPICE bezeichnet wird. SPICE steht für Software Process Improvement and Capability dEtermination. Ein Ziel bei der Entwicklung von CMMI 1.2 war es kompatibel und konsistent zur ISO 15504 zu sein. Die zweite Darstellungsform von CMMI, die kontinuierliche Darstellungsform, ist konsistent zu SPICE (vgl. Hoffmann, Software-Qualität, S.535).

In der Automobilindustrie hat sich die Form Automotive SPICE durchgesetzt. Das ist eine domänespezifische Variante der ISO 15504. Diese Form der Norm ISO 15504 wurde von dem Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA) entwickelt. Im Jahr 2005 wurde dieses Prozessassessmentmodell von der Automotive Special Interest Group (AutoSIG) veröffentlicht. Zu dieser Gruppe gehören die Firmen AUDI AG, BMW Group, Daimler AG, Fiat Auto S.p.A., Ford Werke GmbH, Jaguar, Land Rover, Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG, VOLKSWAGEN AG, Volvo Car Corporation. Durch die Bindung dieser großen Unternehmen an die Norm ISO 15504, hat sie einen hohen Stellenwert bekommen.

Vergleicht man CMMI in der Version 1.2 mit SPICE, so werden Gemeinsamkeiten deutlich. Die kontinuierliche Darstellung von CMMI und SPICE sind konform zueinander (vgl. Bernhard, Strategisches IT-Management, S.284). Eine Verbesserung der Prozesse gemäß CMMI führt ebenfalls zu einer Verbesserung der Prozesse nach SPICE.

### 2.3.2 DIN EN ISO 9000 und 9001

"Alle die Rahmen Tätigkeiten des Gesamtmanagements, im eines Qualitätsmanagementsystems die Qualitätspolitik, die Ziele und Verantwortlichkeiten festlegen, sowie diese durch Mittel wie Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung verwirklichen" gehören nach DIN EN ISO 8402 von 1994 zum Verantwortungsbereich des Qualitätsmanagements. Dem Qualitätsmanagement kommt eine Führungsaufgabe zu, die durch den Begriff Qualitätspolitik einen hohen Stellenwert erhält und als eine strategische Komponente der Unternehmenspolitik zu sehen ist.

In der DIN EN ISO 9000:2000 wird Qualitätsmanagement zum Oberbegriff der Normenreihe anstelle von Qualitätssicherung und ist dadurch weniger produktorientiert. Die Norm von 1994 wurde zurückgenommen. Qualitätsmanagement wird hier als "aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zur Leitung und Lenkung einer Organisation bezüglich Qualität. Anmerkung 1: Leitung und Lenkung bezüglich Qualität umfassen üblicherweise die Festlegung der Qualitätspolitik und von Qualitätszielen, die Qualitätsplanung, die Qualitätslenkung, die Qualitätssicherung und die Qualitätsverbesserung." definiert. Damit enthält diese Norm eine erweiterte Definition des Begriffs Qualitätsmanagement.

Die **ISO** 9000:2000 enthält die Grundlagen und Begriffe für das das Qualitätsmanagementmodell. Die Anforderungen, also eigentliche Qualitätsmanagementmodell ist in der DIN EN ISO 9001. Aktuell liegt die Version aus dem Jahr 2008 vor, die DIN EN ISO 9001:2008.

Als die acht Grundsätze des Qualitätsmanagements werden in der Norm DIN EN ISO 9001:2008 folgende Stichpunkte genannt:

- Kundenorientierung
- Verantwortlichkeit der Führung
- Einbeziehung der beteiligten Personen
- Prozessorientierter Ansatz
- Systemorientierter Managementansatz
- Kontinuierliche Verbesserung
- Sachbezogener Entscheidungsfindungsansatz
- Lieferantenbeziehungen zum gegenseitigen Nutzen

Diese Grundsätze bilden die Grundlage für das prozessorientierte Modell, welches auf dem Demingkreis bzw. PDCA-Zyklus beruht (vgl. Liggesmeyer, Sofware-Qualität, S.19f., weiterführende Literatur zum Demingkreis: Kamiske, Gerd "Qualitätstechniken für Ingenieure", Symposion Publishing, Düsseldorf, 2009).

# 2.3.3 Vergleich DIN EN ISO 9001 und CMMI

Im Vergleich zu CMMI ist die DIN EN ISO 9001 allgemeiner formuliert. Dadurch ist die Norm für alle Branchen anwendbar. Im Gegenzug wird die Norm dadurch weniger konkret und bietet weniger Hilfestellung zur Nutzung. Für konkrete Anwendungen kann die Norm durch weitere ergänzt werden, die Richtlinien zur Anwendung bereitstellen. Vorteilhaft an der ISO 9001 ist, dass nicht nur ein Teil der Organisation abgedeckt wird, sondern alle wesentlichen Geschäftsprozesse berücksichtigt werden (vgl. Kneuper, CMMI, S.3). Beide Ansätze passen zueinander und lassen sich kombinieren. So kann der Vorteil beider Modelle genutzt werden (weiterführende Hinweise: Kneuper, CMMI, S.119).

# 2.3.4 Kompatibilität der Modelle

Ein älteres Modell zum Qualitätsmanagement ist das Bootstrap. Dieses wurde im Auftrag der EU entwickelt. Es sollte besser auf europäische Belange zugeschnitten sein als das CMM, der Vorgänger von CMMI. Dieses Modell nutzt eine kontinuierliche Darstellung, wie sie bei CMMI als neue Variante hinzugekommen ist.

Allgemein lässt sich festhalten, dass CMMI mit anderen Modellen vereinbar ist. Häufig ergänzen sich die Modelle und lassen sich gemeinsam umsetzen. Der Nutzen aus den jeweiligen Modellen bleibt auch bei einer gemeinsamen Umsetzung gewährleistet. Weitere zu CMMI kompatible Modelle sind EFQM, ITIL, PSP und TSP, V-Modell XT, Hermes, PMI PMBOK, Six Sigma, COBIT und SOX (vgl. Kneuper, CMMI, S.4ff.).

## 2.4 Effizienzsteigerung in Projekten durch die Anwendung von CMMI

Der Nachweis der Effizienzsteigerung in Projekten ist auf verschiedenen Wegen möglich. Die wichtigsten Faktoren sind dabei Methoden, Maschinen, Materialien, Mittel und Menschen (vgl. Reschke/Michel, Effizienz-Steigerung durch Moderation, S.21f.). Der Anteil der möglichen Effizienzsteigerung durch Methoden wird bei Reschke/Michel mit 10% angegeben. Für den Faktor Maschine werden 30%, für Materialien ebenfalls 30%, die Mittel mit 10% und der Faktor Mensch mit 20%

angegeben (vgl. Reschke/Michel, S.22). Beispiele für die genannten Faktoren sind die Prozessgestaltung und die Kommunikation für den Faktor Methoden, die Arbeitspläne und die Durchlaufzeiten für den Faktor Maschinen, die Qualität und der Materialfluss für Materialien, der Kapitaleinsatz für den Faktor Mittel und die Auslastung und die Qualifikation für den Faktor Menschen.

Die Anwendung von CMMI zielt überwiegend auf die effektive Ausrichtung der internen Organisation ab (siehe Abb. 4.9). Das bedeutet, dass CMMI unterstützt das Richtige zu tun, jedoch nicht dabei die Dinge richtig zu tun (vgl. Drucker, The Effective Executive, S.1f). Andere Standards, wie ITIL, sind dagegen auf die effiziente Gestaltung der Organisation ausgerichtet (vgl. Goeken, Referenzmodelle für IT-Governance, S.150ff.).

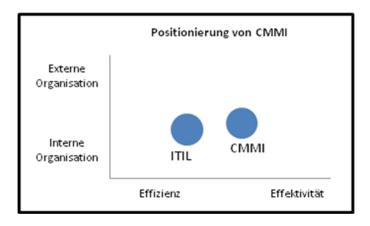


Abb. 2.3: Positionierung von CMMI

Quelle: Goeken, Referenzmodelle für IT-Governance, S.186ff.

Die Ursache liegt im jeweiligen Aufbau der Standards. Die Anforderungen von CMMI geben vor, was umgesetzt werden muss, jedoch wird von CMMI keine Aussage darüber getroffen, wie die Umsetzung zu gestalten ist. Die Anforderungen von CMMI dienen dazu, ein vorgegebenes Ziel zu erreichen. Die Verantwortung einer effizienten Gestaltung der Zielerreichung liegt bei der Organisation. Das Ziel kann durch die Zuhilfenahme weiterer Werkzeuge erreicht werden.

Die Umsetzung der Anforderungen von CMMI unterstützt einen Projektleiter dabei, sein Projekt effizient zu gestalten. Durch die effektive Gesamtausrichtung der Organisation, wird eine effiziente Ausgestaltung der einzelnen Projekte und Prozesse möglich (vgl. Rausch, Controlling, S.48f.).

Die Effektivität ist dabei der Schritt vor der Effizienz. Effektivität bedeutet, dass die Ziele klar definiert sind und erreicht werden. Ist die Wirksamkeit der Maßnahmen gegeben, so folgt im zweiten Schritt die Optimierung des benötigten Aufwands zur

Zielerreichung. Effizienz bedeutet demnach, dass das angestrebte Ziel mit möglichst geringem Aufwand erreicht wird (vgl. Rausch, Controlling, S.48f.).).

# 3 Problematik der Nutzenpotenzialbestimmung

Die Bestimmung des Nutzens von CMMI ist in Organisationen oft schwierig. Die Bewertung in einem Zahlenwert auszudrücken, gestaltet sich vor allem bei Organisationen mit einem geringen Reifegrad kompliziert, da Messungen kaum oder gar nicht durchgeführt und dokumentiert werden und keine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Daten gegeben ist (vgl. Grasl/Rohr, Prozessorientiertes Projektmanagement, S.288). Daher ist eine vergleichbare und nachvollziehbare Abschätzung vor der Einführung von reifen Prozessen eine große Herausforderung. Selbst nach der Einführung von reifen Prozessen ist der Einfluss von CMMI nicht trivial abzulesen. Ein Modell zur Bestimmung des Nutzens muss jedoch nachvollziehbar sein, da nur so die Mitglieder der Organisation in der Lage sind die Einführung von CMMI und den damit verbundenen Aufwand als notwendig verstehen, um den Vorteil von CMMI zu erreichen. Ist die Bestimmung zu abstrakt und kann von den Beteiligten nicht nachvollzogen werden, so wird der Einführung von CMMI häufig ein Widerstand entgegengebracht (vgl. Foegen, Der Weg zur professionellen IT, S.172f., sowie Kapitel 3.1 Widerstand gegen CMMI). Der Projektleiter der Prozessverbesserungsmaßnahme sieht sich zunächst der zusätzlichen Aufgabe gegenüber, den Verantwortlichen deutlich zu machen, dass die Prozesse angepasst werden müssen und das bekannte Vorgehen überarbeitet werden muss. Der resultierende Nutzen ist für das Projektteam, welches bisher in den alten Prozessen gearbeitet hat, zunächst nicht erkennbar(vgl. Foegen, Der Weg zur professionellen IT, S.172ff).

In diesem Kapitel wird auf den möglichen Widerstand bei der Prozessverbesserung in Organisationen eingegangen. Es werden Verbesserungsbeispiele durch die Einführung von CMMI vorgestellt. Die Schwierigkeiten der Nutzenbestimmung werden genannt und erste Ansätze zur Problemlösung erläutert.

# 3.1 Widerstand gegen CMMI

"Wir haben genug Probleme im Projekt, dafür haben wir nicht auch noch Zeit" (unbekannt)

Diese Einstellung ist oft aus Projekten wahrnehmbar, in denen bereits Probleme mit der Termineinhaltung erkennbar sind. Die Projektpläne sind realitätsfern entwickelt worden und beruhen auf groben Schätzungen des Projektleiters. Oftmals sind diese Meilensteinzusagen optimistisch, um in der Organisation positiv in Erscheinung zu treten. Im Jahr 2008 abgeschlossene Projekte werden deutlich weniger als "gescheitert" klassifiziert als Projekte der vorausgegangenen Jahre (vgl. Johnson, Chaos Report,

S.14ff). Als Gründe lassen sich die Fortschritte und Erfahrungen im Projektmanagement benennen. Zu diesen Entwicklungen trägt auch CMMI bei, welches im Grunde eine Sammlung von bewährten Herangehensweisen ist (siehe Kapitel 2.2 Capability Maturity Model Integration). Demzufolge können CMMI unterstützte Projekte eine deutlich genauere Planungsgenauigkeit aufweisen und geringere Terminverzögerungen erreichen. Dennoch ist bei Projekten, die sich auf niedrigem Reifegrad befinden und in Terminkonflikte geraten, die Einführung von reifen Prozessen nicht gern gesehen. Die Projektleiter sind fokussiert auf die Konfliktlösung der einzelnen Probleme fokussiert, nicht jedoch auf die Ursache und meinen in der Einführung einen zusätzlichen Aufwand zu erkennen, der von der eigentlichen Arbeit ablenkt. Diese Einstellung zeigt sich auch in der Einhaltung von vereinbarten Terminen zu Verbesserungsmaßnahmen. Bei der eines Beispielunternehmens und der dort durchgeführten Analyse bei Prozessverbesserungsmaßnahmen ist ein deutlicher Unterschied Termineinhaltung zwischen reifen und unreifen Projekten zu erkennen. Während Projekte, die bereits mit CMMI arbeiten, nur geringfügige Terminüberschreitungen bei der Einführung weiterer Prozesse aufweisen, sind bei Projekten mit geringer Reife deutliche Planüberschreitungen erkennbar (siehe Abb. 3.1).

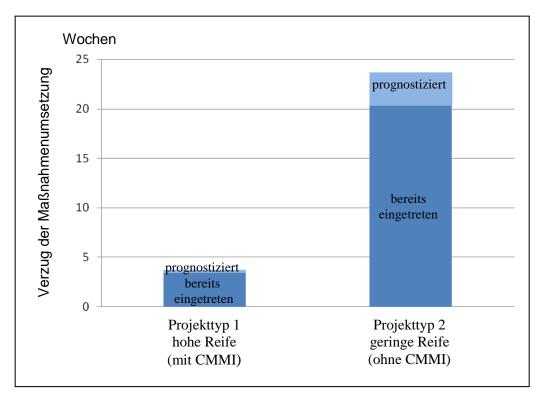


Abb. 3.1: Verzug der Maßnahmen zur Prozessverbesserung in Wochen (laufende Projekte des untersuchten Unternehmens)

Es ist erkennbar, dass Projekte mit niedrigem Reifegrad mit der Einführung von reifen Prozessen Probleme haben. Im Durchschnitt ist eine Planverzögerung von über 20 Wochen zur Umsetzung der Maßnahmen zu beobachten. Reife Projekte setzen Maßnahmen zur weiteren Verbesserung deutlich schneller um, weisen allerdings auch eine Verzögerung von durchschnittlich vier Wochen auf. Der Terminverzug bindet Personal für die Einführung der reifen Prozesse und erhöht dadurch die Kosten der Verbesserungsmaßnahmen. Des Weiteren sind die Auswirkungen auf den Nutzen durch die Verzögerung schwer absehbar. Die angestrebten Vorteile können verringert werden oder gar komplett verloren gehen.

Die Verzögerung der Umsetzungen für die Verbesserungsmaßnahmen kann aus der Unerfahrenheit des Projektteams mit den Anforderungen von CMMI resultieren, jedoch ist bei einer Verzögerung von über 20 Wochen die zielstrebige Umsetzung zu hinterfragen. Schließlich nützt dem Projekt eine Fertigstellung der Maßnahmen nichts, wenn diese zeitgleich mit dem Ende des Projektes ist. Eine zügige Umsetzung der Verbesserungsmaßnahmen im Projekt ist daher anzustreben.

#### 3.2 Ursache für den Widerstand

Wie in Abschnitt 3.1 gezeigt wurde, ist bei der Einführung von reifen Prozessen mit einem Widerstand innerhalb des Projektes zu rechnen. Eine Ursache ist darin zu finden, dass zunächst der Aufwand für das Projekteam wahrgenommen wird, der zur Einführung reifer Prozesse entsteht. Besonders bei unreifen Projekten ist der Aufwand hoch, da hier ein großer Handlungsbedarf besteht. Der Nutzen für das Projekteam entsteht durch die saubere Planung und Durchführung des Projektes. Dieses Vorgehen vermindert einen Korrekturaufwand der Projektpläne und durch einen Plan, der realistisch umsetzbar ist, wird der Druck auf das Projekteam verringert (vgl. Schott, Strategisches Projektmanagement, S.6f.). Ressourcenfehlplanungen werden reduziert und unerwartete Überstunden zum Aufholen eines Planverzugs sind somit nicht notwendig.

Projekte werden in Organisationen entweder unter Berücksichtigung von CMMI-Anforderungen geplant oder ohne diese Anforderungen geplant und anschließend jeweils durchgeführt. Der gesparte Aufwand bei einer Projektdurchführung in reifen Prozessen durch die Vermeidung von Fehlern und die Planung von realistischen Terminen und einem realistischen Aufwand, der zumeist höher ausfällt als der grundlagenlos geschätzte Aufwand, ist für die Projektleiter und das Projektteam nicht unmittelbar wahrnehmbar. Dadurch ist der entstehende Vorteil durch die Erfüllung von

CMMI-Anforderungen dem Projektteam nicht leicht vermittelbar (vgl. Foegen, Der Weg zur professionellen IT, S.172ff).

## 3.3 Beispielergebnisse für den Nutzen von Prozessverbesserungen

Die Daten zur Ermittlung eines Nutzens von CMMI sind insbesondere zu Beginn der Einführung in eine Organisation nur spärlich vorhanden. Somit kann den Projektleitern nicht aus Erfahrungen der Organisation der mögliche Nutzen vermittelt werden. Mittlerweile sind einige Daten aus anderen Organisationen vorhanden, die einen Nutzen von CMMI nachweisen. Die SEI veröffentlicht auf ihrer Internetseite regelmäßig Reports, in denen Beispiele für Verbesserungen vorgestellt werden (siehe <a href="https://www.sei.com">www.sei.com</a>).

Prozessverbesserungen in einer Organisation zeigen Auswirkungen in unterschiedlichen Bereichen. Bereiche, die durch die Verbesserung von Prozessen betroffen sein können sind (vgl. Wallmüller, SPI, S.185ff.):

- Kosten
- Zeitplan
- Produktivität
- Qualität
- Kundenzufriedenheit
- Return on Investment (ROI)

In der Tabelle 3.1 werden beispielhaft mögliche Auswirkungen auf einige dieser Bereiche aufgezählt und mögliche Ausprägungen der Verbesserungen in den einzelnen Bereichen genannt.

Bereich	Art der Verbesserung	Ausprägung der Verbesserung	
Zeitplan	<ul><li>Zeitplanvariation verringert</li><li>Verspätungstage reduziert</li><li>Durchlaufzeit verkürzt</li><li>Zeitplanschätzungen genauer</li></ul>	<ul> <li>Erhöhung der Meilensteineinhaltung von 50% auf 95%</li> <li>Reduzierung der durchschnittlichen Verspätung von 50 auf 10 Tage</li> <li>25 Meilensteine nacheinander eingehalten, mit hoher Qualität und Kundenzufriedenheit</li> </ul>	
Produk- tivität	<ul> <li>Entwicklungsdauer verringert</li> <li>Ausbringungsmenge erhöht</li> <li>mehr Lines Of Code je</li> <li>Arbeitsstunde</li> <li>Testniveau erhöht</li> </ul>	- Verbesserung der Produktivität durch geänderte Entwicklungsmethoden nach CMMI - Softwareproduktivität (mit Wiederverwendung) von 80% auf 140% gestiegen	
ROI	<ul> <li>Fehlerkorrektur vermindert</li> <li>verbesserte Qualität der</li> <li>Ergebnisse</li> <li>erhöhte Automatisierung</li> <li>allgemeine Prozessverbesserung</li> </ul>	<ul> <li>- 5:1 ROI durch Qualitätsmaßnahmen</li> <li>- 13:1 ROI kalkuliert für Fehlervermeidung pro Stunde, die in Training und</li> <li>Fehlervermeidung investiert wurde</li> <li>- Vermeidung von 3.720.000\$ Kosten durch bessere Kosten-Leistung</li> <li>- 2:1 ROI über 3 Jahre</li> <li>- 2.5:1 ROI innerhalb des ersten Jahres, Amortisierung innerhalb von 6 Monaten</li> </ul>	

Tab.3.1: Beispiele für Verbesserungen

Quelle: CMMI-Report

Weitere Angaben können aus dem entsprechenden Report für andere Kategorien bezogen werden (vgl. CMMI-Report). So sind nach Erfahrungen die Korrekturkosten, Gemeinkosten und fortlaufende Kosten gesunken und die Budgetabschätzungen wurden genauer. Zum Bereich Qualität geben einige Organisationen auch konkrete Zahlenwerte an. Bei Lockheed Martin Systems Integration wurde durch Anwendung und Umsetzung der Anforderungen aus dem CMMI-Prozessgebiet Messung und Analyse eine Produktivitätssteigerung von 11% erzielt, was einem Wert von 4.400.000\$ entspricht. Ebenfalls ist es gelungen, die Softwarefehler in dem ausgelieferten Quellcode um 50% zu reduzieren (vgl. CMMI-Report). Lockheed Martin Maritime Systems & Sensors Undersea Systems konnte die Gesamtfehlerzahl um ein Drittel reduzieren. Siemens Information Systems Ltd., India ist es durch die Anwendung gelungen, die Fehlerbeseitigung vor der Testphase von 50% auf 70% zu erhöhen. Hinzu kommt eine Fehlerreduktion von 44% durch den Kreislauf der Kausalanalyse im Reifegrad 2 (vgl. CMMI-Report).

Weitere der oben genannten Bereiche, die hier nicht aufgeführt sind, korrelieren mit den genannten Kategorien. Zum Beispiel ist eine Erhöhung der Kundenzufriedenheit mit dem Anstieg der Qualität eines Produktes zu erwarten (vgl. Loewenfeld, Brand Communities, S.255).

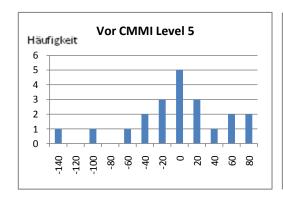
Bei Organisationen, die den Nutzen von CMMI zu verschiedenen Zeitpunkten bestimmt haben, sind Beobachtungen zu einzelnen Entwicklungsstufen der Organisation möglich. In der Tabelle 3.3 sind die jeweiligen Verbesserungen in verschiedenen Kategorien einmal vom Reifegrad 2 zum Reifegrad 3 aufgeführt und zudem von Reifegrad 3 hin zum Reifegrad 5. Besonders auffällig sind die deutlich erhöhte Kundenzufriedenheit und die signifikante Senkung der Fehlerrate. Bereits vom Reifegrad 2 hin zum Reifegrad 3 werden die Fehler auf 40% reduziert. Die weitere Verbesserung der **Prozesse** senkt die **Fehlerrate** auf 25% Walden, (vgl. http://www.dtic.mil/ndia/2002cmmi/walden2a3.pdf).

Bereich	Mittel zur Schätzung	CMMI Reifegrad 2 -> 3	CMMI Reifegrad 3 -> 5
Marktanteil	gestiegene Wahrscheinlichkeit eines Gewinns	1,1	1,15
Kundenzufriedenheit	erhöhte Vorhersagbarkeit	1,15	1,75
Produktivität	Ergebnisse je Stunde	1,08	1,15
Qualität	Fehlerrate	0,4	0,25
Durchlaufzeit	verstrichene Zeit	100%	90%

Tab.3.2: Vorteile anderer Organisationen

Quelle: Walden, A Business Case for CMMI-Based Process Improvement, S.13

Weitere Ergebnisse aus anderen Organisationen zur Prozessverbesserung mit CMMI können als Hinweise für Auswirkungen und als Vergleichspunkte der Verbesserungen in der eigenen Organisation dienen.



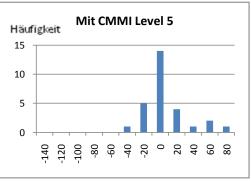


Abb. 3.1: Prozentuale Änderung der Varianz der geplanten Kosten und ihre Häufigkeit

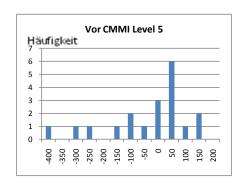
Quelle: CMMI-Report

In Abbildung 3.1 ist eine Verringerung der Varianz für die Kosten zu erkennen. Die Projekte wurden hinsichtlich der Genauigkeit der geplanten Kosten untersucht. In Teil 1

der Abbildung 3.1 wurden Projekte vor der Erreichung des Reifegrades 5 gemessen und eine deutliche Streuung der Ergebnisse ist zu erkennen. Die Varianz der Projektkosten ändert sich mit dem Erreichen des Reifegrades 5. Deutlich mehr Projekte erreichen das Ergebnis mit dem geplanten Kostenaufwand und die Streuung der Ergebnisse ist wesentlich geringer. Die Projektteams erstellen demnach genauere Pläne und halten die vereinbarten Kosten ein. Zusätzlicher Aufwand und damit verbundene Mehrkosten zur Überarbeitung der Pläne entfallen.

In Abbildung 3.2 werden die Projekte hinsichtlich der Einhaltung des geplanten Zeitraums untersucht. Auch hier wurden Projekte vor dem Erreichen des Reifegrades 5, hauptsächlich Projekte der Reifegrade 1 bis 3, untersucht und die Ergebnisse wurden Ergebnissen aus einer Betrachtung nach dem Erreichen des Reifegrades 5 gegenübergestellt. Die Ergebnisse aus der Betrachtung vor dem Reifegrad 5 weisen eine starke Streuung auf und die Abweichungen der tatsächlichen Ergebnisse sind teilweise sehr groß. Die Betrachtung der Projekte nach der Reifegraderhöhung auf Reifegrad 5 zeigt eine deutlich höhere Plangenauigkeit auf. Eine signifikant höhere Anzahl der Projekte verläuft gemäß der Zeitplanung und die Abweichungen der Projekte von den Planungen sinken wesentlich ab.

Als Ergebnis lässt sich für die Organisation festhalten, dass die Plangenauigkeit klar zunimmt. Die Prozessreife der Organisation hat nachweislich einen deutlichen Einfluss auf den Projektablauf, insbesondere auf die Projektplanung.



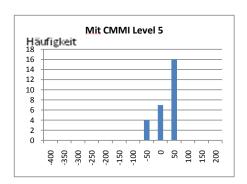


Abb. 3.2: Prozentuale Abweichung der Varianz des Zeitplans und Häufigkeit

Quelle: CMMI-Report

Andere Organisationen betrachten den Zusammenhang zwischen den Änderungen und Anpassungen an den Projektplänen. Dazu wird den Projekten der Status "reif" und "unreif" zugewiesen. Unreife Projekte sind in der Abbildung 3.3 als Quadrat abgebildet und reife Projekte sind in Form einer Raute eingezeichnet. Die Projektpunkte sind

aufsteigend in der Grafik eingetragen. Auffällig wird dann die Anhäufung von unreifen Projekten. Das sind Projekte, die ohne reife Prozesse durchgeführt werden und die zahlreiche Planänderungen aufweisen. Demgegenüber steht eine Anhäufung von reifen Projekten mit einer geringen Anzahl an Planänderungen. Diese Auswertung deutet auf einen Zusammenhang zwischen der Reife von den im Projekt angewendeten Prozessen und der Plangenauigkeit und der Einhaltung der Projektpläne hin.

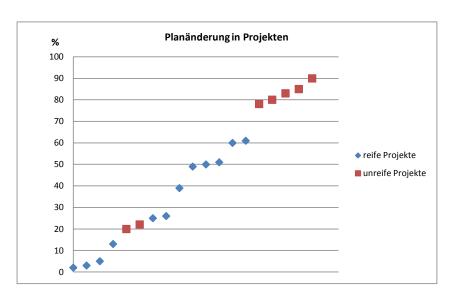


Abb. 3.3: Planänderungen von Projekten in Prozent

Quelle: CMMI-Report

Dieser Zusammenhang zwischen den Planänderungen und der Projektreife zeigt ebenfalls den Einfluss von CMMI auf den Projektablauf und die positiven Effekte der Einführung von CMMI, also der Einführung von reifen Prozessen. Eine gute Planung auf der Grundlage von reifen Prozessen benötigt weniger Änderungen, da die Pläne eher eingehalten werden können. Die Ursache dafür sind die realistischen Schätzungen als Grundlage zur Planerstellung.

## 3.4 Daten zur Nutzenbestimmung

Der Datenbestand ist bei Organisationen mit einem geringen Reifegrad an Prozessen in der Regel schlecht, da die Einführung von Messungen erst sinnvoll ist, wenn definierte Prozesse in der Organisation vorhanden sind. Daher ist die Anforderung Messungen durchzuführen und deren Analyse ein Bestandteil für einen höheren Reifegrad von CMMI (siehe Kapitel 2.2.6.1.5.). Die Messung der Wirkung durch die Einführung

einzelner Prozessgebiete ist daher schwer durchführbar. Zudem sind die Wirkungen der Prozessgebiete nicht klar voneinander abgrenzbar. Es sind daher Indikatoren zu bestimmen, die die gesamte Wirkung von CMMI abbilden.

Alle Prozessgebiete gehören zu einem der Bereiche Entwicklung, Projektmanagement, Prozessmanagement oder Unterstützung (vgl. Chrissis, CMMI, S.90). Die Unterstützungsprozesse dienen den anderen Prozessgebieten. Die Indikatoren für die Wirkung von CMMI sind daher für die drei anderen genannten Prozessgebiete zu suchen. Die Prozessgebiete Entwicklung, Projektmanagement und Prozessmanagement stehen in einer Verbindung zueinander. Die Entwicklung eines neuen Produktes wird in einem Projekt durchgeführt und diese Durchführung wird in Prozessform abgebildet. So werden die Einmaligkeit eines Projektes und zugleich die Wiederholbarkeit eines Projektvorgehens in Form eines Prozesses berücksichtigt. Die Bestimmung des Nutzens von CMMI muss daher an einer Messgröße festzumachen sein, die sowohl eine Verbesserung im Projektmanagement abbildet, als auch für das Prozessmanagement gültig ist.

Der Einsatz der Metriken, die von CMMI gefordert sind, liefert Transparenz über die einzelnen Prozesse in der Organisation und in dem Projekt. So lassen sich Abweichungen von Prozesszielen und die Abweichung vom Prozess frühzeitig erkennen. Dadurch ist ein frühzeitiges Entgegenwirken von Fehlern und das Einleiten von Maßnahmen möglich. Die wichtigsten Kategorien der Prozessmessung sind Aufwand und Kosten, Zeit und Dauer, Qualität und Fehler, Produktivität, sowie die Prozessreife (vgl. Lother, S 30f.).

Die Behebung von früher entdeckten Fehlern kostet die Organisation weniger (vgl. Boehm, Software Engineering Economics, S.38f). *Boehm* weist eine exponentielle Kostensteigerung der Fehlerbehebung in späteren Projektphasen nach. Ebenfalls ist es möglich, den Fortschritt der Projektumsetzung zu überwachen. Eine signifikante Abweichung vom Erfüllungsgrad zu der verstrichenen Projektzeit lässt sich als Warnindikator für Probleme im Projekt implementieren. Bereits bei unreifen und wenig reifen Organisationen ist es möglich, die Fehleranzahl zu dokumentieren. Daher eignet sich der Ansatz über die Anzahl der auftretenden Fehler, um ein Nutzenwert von CMMI zu bestimmen.

Der Nutzen von CMMI lässt sich über die Anzahl der gefundenen Fehler und dem Zeitpunkt der Fehlerentdeckung bestimmen. Die benötigten Messdaten sind dazu die Fehleranzahl im Projekt und der Fehlerentdeckungszeitpunkt. Dabei ist eine Gewichtung der Fehler möglich. Die Fehleranzahl im Projekt ist folglich eine wichtige

Kennzahl des Projektes. Die Kennzahl Fehlerquote eignet sich zudem, da zur Bestimmung kein großer Aufwand notwendig ist.

Ein weiterer Weg, um Nutzen von CMMI zu bestimmen, ist durch die Risikoanalyse möglich. Hat die Organisation ein Risikomanagement eingeführt, so kann durch die Bestimmung und die Bewertung von Risiken ein Risikowert ermittelt werden. Unter der Annahme, dass mit CMMI die Transparenz der Prozesse erhöht wird und Abweichungen früher erkannt werden, lassen sich Risiken dadurch vermindern, dass frühzeitig auf die Abweichungen reagiert werden kann (vgl. Rohrschneider, Risikomanagement in Projekten, S.26ff.). Aus Erfahrungen des jeweiligen Projektleiters und aus Richtwerten der Industrie können Schätzungen dahingehend vorgenommen werden, inwieweit sich das Risiko mindern lässt. Ebenfalls ist eine Simulation des Projektverlaufs möglich, um objektive Bewertungen zu ermitteln. Die Simulation des Projektes muss dabei den Projektverlauf, die geplanten Maßnahmen, den jeweiligen Risiken und deren Eintrittswahrscheinlichkeit berücksichtigen. Kann eine solche Simulation nicht durchgeführt werden, zum Beispiel aufgrund fehlender Daten oder der fehlenden Implementierung von Risikomanagement, so kann diese Methode nicht angewendet werden und eignet sich daher nicht für Organisationen mit niedriger Prozessreife und um den Nutzen von CMMI im Vorfeld abzuschätzen.

## 3.5 Daten zur Kostenbestimmung

Damit der Nutzen von CMMI abgeschätzt werden kann, ist es ebenfalls notwendig, die Kosten von CMMI zu kennen. Die oberste Leitung einer Organisation muss die Zielsetzungen und Verpflichtungen zur Qualität bestimmen und dokumentieren (vgl. Masing, Handbuch Qualitätsmanagement, S.834f). Die Kosten für die Einführung von CMMI-reifen Prozessen sind nicht trivial zu bestimmen. Insbesondere die Kosten zur Laufzeit der Prozesse in den Projekten werden selten quantifiziert.

Die Einführung reifer Prozesse in eine Organisation verursacht Kosten für die Entwicklung der Prozesse und die Einführung der Prozesse in die einzelnen Projekte. Die Kosten für die Erstellung der Standardprozesse sind als Fixkosten zu betrachten und treten einmalig bei der Initialisierung des Prozesses auf. Folgekosten zur weiteren Verfeinerung und Verbesserung der jeweiligen Prozesse sind deutlich geringer, da Anpassungen der Prozesse an Projektgegebenheiten im jeweiligen Projekt vorgenommen werden. Die Lerneffekte aus den Projekten fließen in Standardprozesse ein. Die Anwendung des Prozesses in einem weiteren Projekt kann der Berücksichtigung der Anmerkungen und Empfehlungen Vorgängerprojektes geschehen.

Für ein erfolgreiches Prozessverbesserungsprogramm sind fünf bis zehn Prozent der Entwicklungskosten des einzelnen Projektes einzuplanen (vgl. Tarnowski, IT-Republik). Jeder weitere Reife- oder Fähigkeitsgrad verursacht zusätzlich 3 Prozent der Entwicklungskosten. Abhängig von der Organisationsgröße sind zwischen fünf und 200 Mitarbeitern als Vollzeitbeteiligte des Prozessverbesserungsprogramms einzuplanen. Bei über 1.000 Mitarbeitern liegt der Anteil der Vollzeit-Beteiligten unterhalb von 0,3 Prozent. Kleinere Organisationen haben einen Anteil von 2,5 bis 9 Prozent der eigenen Entwicklungskosten (vgl. Tarnowski, IT-Republik).

Kosten zur Erreichung und Einhaltung der Anforderungen von CMMI sind ebenfalls in einem Modell zu berücksichtigen, welches den Vorteil durch eine Prozessverbesserung, beispielsweise mit Hilfe von CMMI, bestimmt. Der Aufwand zur Einführung von CMMI und zur Erreichung eines entsprechenden Reifegrades muss durch die einzelnen Projekte amortisiert werden. Daher ist auch die Anzahl der Projekte zu bedenken, die von der Einführung der CMMI-konformen Prozesse betroffen sind. Der Vorteil in den Projekten durch hohe Prozessreife muss den Aufwand innerhalb des Projektes zur Einhaltung der Anforderungen von CMMI übersteigen. Zusätzlich muss der Aufwand zur Prozesserstellung und zur Prozessweiterentwicklung durch den Gesamtvorteil aller Projekte gedeckt werden.

## 3.6 Methoden zur ROI-Analyse

Der Return on Investment (ROI) kann auf verschiedenen Wegen bestimmt werden. Eine eindeutige Definition für den Return on Investment ist nicht vorhanden (vgl. Dahlhaus, Investitions-Controlling, S.173). Die einzelnen Definitionen betrachten unterschiedliche Blickwinkel, zum Beispiel:

- Verhältnis von Kosten und Nutzen (häufig als ROI genutzt)
- Kapitalwertmethode
- Interne Rendite
- Amortisierungsdauer

Zur genauen Bestimmung des ROI werden alle der genannten Punkte gewertet. Die einzelnen Betrachtungsweisen bei der ROI-Analyse haben unterschiedliche Vor- und Nachteile. Der benötigte Detailierungsgrad für eine ROI-Analyse und somit die zu betrachteten Blickwinkel sind von der Organisation festzulegen. Ein besonderes Gewicht wird bei der Festlegung dem notwendigen Aufwand zur Analyse gegeben.

Bei der Bestimmung des ROI eines Prozessverbesserungsprojektes ist zu beachten, dass die herangezogenen Kosten zum jeweils betrachteten Nutzen passen müssen. Entstandene Kosten zur Durchführung des Verbesserungsprojektes, die keine Beziehung zu einem Nutzeneffekt haben, sind nicht aufzunehmen. Ebenfalls ist kein Nutzen auszuweisen, dem keine Kosten zugewiesen werden können. Sogenannte Einmalkosten sind über den gesamten Zeitraum der ROI-Betrachtung zu sehen.

Die Kosten der Verbesserung sind nicht nur für ein spezifisches Projekt zu werten. Der Nutzen ist auf Organisationsebene hochzurechnen. Die Verbesserungen dürfen dabei nicht doppelt gezählt werden, also nicht als Minderung einer Fehlerauswirkung und zugleich als Produktivitätssteigerung (vgl. Schmelzer, Geschäftsprozessmanagement, S.357ff.).

Der erste Gesichtspunkt des ROI ist das Verhältnis von Nutzen zu Kosten. Die Bestimmung erfolgt durch die Berechnung von Nutzen je Kosten. Diese Methode ist sehr einfach und gibt eine Aussage in nur einer Zahl. Jedoch wird die Zeit bei der Bestimmung des Wertes nicht berücksichtigt. Die Zeitspanne bis der Nutzen eintritt spielt bei der Methode keine Rolle und somit ist auch die zeitliche Bewertung der Kosten bei dieser Methode nicht möglich (vgl. Jung, Controlling, S.121).

Die Kapitalwertmethode berechnet den Wert von Zahlungen zu verschiedenen Zeitpunkten durch Abzinsung. Bei dieser Methode wird angenommen, dass auch zwischenzeitliche Überschüsse umgehend zum Zinssatz angelegt werden können. So können Zeitwerte bestimmt werden und zur Unterstützung von Entscheidungen eingesetzt werden. Durch diese Herangehensweise, bei der sowohl die Kosten als auch die Nutzenwerte bewertet werden, können auch unterschiedlich erscheinende Projekte vergleichbar dargestellt werden. Der Vorteil besteht darin, dass die Projekte mit Geldwerten angegeben und in einer einfachen Zahl ausgedrückt werden können. Die zeitliche Spanne zwischen dem Aufwand und dem Nutzen wird berücksichtigt, ist jedoch nicht aus der Zahl ablesbar. Die vergleichsweise komplizierte Bestimmung ist als nachteilig zu werten.

Eine weitere Methode, die den zeitlichen Verlauf berücksichtigt, ist die des internen Zinssatzes. Der interne Zinsfuß gibt den Zinsfaktor einer Investition, unter der Berücksichtigung des zeitlichen Verlaufs der Nutzeneintrittszeitpunkte an. Wird der Zinsfuß mit einem höheren Wert, als der kalkulierte Zins am Markt bestimmt, so ist die Investition in ein Projekt vorteilhaft. Auch mit dieser Methode wird der Wert eines Projektes in einer Zahl ausgedrückt. Jedoch ist ein Geldbetrag nicht erkennbar und auch nicht die Zeitspanne bis zum Eintritt des Nutzens. Die Methode eignet sich nicht, um Entscheidungen bei sich ausschließenden Alternativen zu treffen, da ein hoher interner

Zinsfuß nicht bedeutet, dass die Organisation durch die Wahl einer anderen Alternative nicht mehr Gewinn erzielen kann, wenn die Höhen der maximalen Investitionen in das jeweilige Projekt stark differieren. Die Bestimmung des internen Zinsfußes ist zudem keine triviale Berechnung.

Die Amortisierungsdauer einer Investition in ein Projekt ist die Dauer von dem Zeitpunkt der Kostenausgabe bis zu dem Zeitpunkt, ab dem die kumulierten angefallenen Nutzenwerte die Ausgabe für die Projektdurchführung abdecken. Dieser Break-Even-Zeitpunkt gibt an, wie schnell sich die Projektdurchführung für die Organisation auszahlt. Allerdings ist kein Geldbetrag durch die Angabe der Dauer ableitbar. Alleinstehend ist die Angabe der Dauer demzufolge nicht geeignet, um eine Entscheidung zwischen zwei sich ausschließenden Alternativen zu treffen.

Bei der Realisierung einer ROI-Analyse ist wichtig, dass den Beteiligten klar ist, dass die Durchführung einer ROI-Analyse nicht den Nutzen von CMMI sicherstellt, sondern eine Umsetzung der Maßnahmen weiterhin eine Notwendigkeit ist, damit der Nutzen der Maßnahmen überhaupt eintreten kann. Für jede Prozessverbesserung ist bei Einführung in eine Organisation auf Widerstand gegen die Veränderung einzugehen. Es ist dabei auf die bewährten Methoden der Organisation zurückzugreifen. Die Bestimmung und die Nachverfolgung des ROI sind mit in die Messdaten aufzunehmen, da hier ebenfalls der Fokus auf dem Nutzen für die Organisation liegt. Die Messungen und Analysen sind dementsprechend frühzeitig auf den Fokus des Nutzens der Organisation zu richten.

## 4 Das Modell zur Nutzenpotenzialbestimmung

Das Kapitel 4 beinhaltet die Entwicklung des Vorgehensmodells zur Nutzenpotenzialbestimmung von Prozessverbesserungsprojekten. Dazu werden unterschiedliche Ansätze betrachtet und beurteilt.

Wird Projekten im Vorfeld aufgrund hoher Komplexität oder anderen Projekteigenschaften ein hohes Risiko mit einem hohen Risikowert bescheinigt, so ist die Durchführung des Projektes in reifen Prozessen zu planen. Die Organisation kann so das Risiko verringern und der mögliche Nutzen kann eher erzielt werden (vgl. Müller, Handbuch Unternehmenssicherheit, S.388). Da eine Zuordnung nicht immer trivial ist, werden für das Modell weitere Kriterien zur Einordnung eines Projektes gesucht.

Eine Nutzenabschätzung ist vor der Prozessverbesserung notwendig, um die Projektverantwortlichen in eine geeignete Position zu bringen, mit den nötigen Informationen zu versorgen, um über die geplanten Mittel zur Durchführung der jeweiligen Maßnahme entscheiden zu können. Der tatsächlich eingetretene Nutzen ist nachträglich zu dokumentieren. Ein Vergleich der geschätzten Daten mit den eingetretenen Werten lässt Anpassungen bei der Vorgehensweise zur Abschätzung für künftige Maßnahmenplanungen zu.

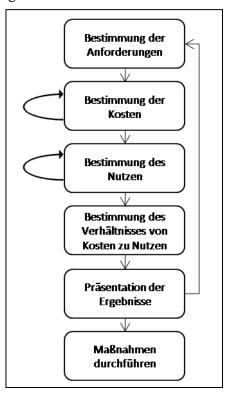


Abb. 4.1: Ablauf zur Schätzung eines Kosten-Nutzen-Verhältnisses

Ein mögliches Vorgehen zur Bestimmung eines Kosten-Nutzen-Verhältnisses eines Prozessverbesserungsprojektes zeigt die Abbildung 4.1 (vgl. Barth, Controlling,

S.112ff.). Im ersten Schritt sind die aktuellen Anforderungen für das Verbesserungsprojekt festzulegen und so der Betrachtungsrahmen zu bestimmen. Im nächsten Schritt sind die Kosten für die Verbesserung über Schätzungen festzulegen. Dieser Schritt kann iterativ erfolgen, bis die Schätzungen ausreichende Genauigkeit haben und die Daten auf einer stabilen Grundlage beruhen. Sind die Kosten bestimmt, so werden ebenfalls iterativ die Vorteile der Verbesserung bestimmt. Auch diese Daten benötigen eine ausreichende Genauigkeit zur Bestimmung des Verhältnisses von Kosten und Nutzen. Eine Möglichkeit das Verhältnis von Kosten und Nutzen auszudrücken ist der Return on Investment (ROI) (vgl. Jung, Controlling, S.164f.). Sind die Kosten und der Nutzen in finanziellen Werten ausreichend detailliert vorhanden, so kann der ROI mit diesen Daten berechnet werden. Die Ergebnisse der ROI-Kalkulation werden dem Management präsentiert und von diesem wird über die Durchführung der Verbesserungen entschieden. Wird der Aufwand zur Verbesserung akzeptiert, so werden die Maßnahmen durchgeführt. Neue Maßnahmen und weiterführende Maßnahmen können generiert werden, um so die Prozessverbesserung kontinuierlich voranzutreiben.

## 4.1 Verhältnis von Aufwand und Einsparung

Als Aufwand bezeichnet man die eingesetzte Menge an Mitteln zur Erreichung eines bestimmten Ziels (vgl. Ebert, Kosten- und Leistungsrechnung, S.34). Der Projektaufwand beschreibt also die eingesetzten Mittel zur Erreichung des Projektziels. Fixe Kosten für die Projektdurchführung, wie Kosten für Lizenzen und Hardwarebeschaffung, sind für die Betrachtung der Aufwandsreduzierung nicht relevant. Die Arbeitszeit der Mitarbeiter des Projektes ist jedoch ein variabler Indikator für den Aufwand, an dem sich zusätzliche Belastungen für das Projekt sichtbar machen lassen (vgl. Buchsein, IT-Management ITIL V3, S.208).

Als Arbeitszeit wird in dieser Diplomarbeit die Zeit bezeichnet, die Aufgabenbewältigung benötigt wird, also zur Durchführung des Projektes. Im Weiteren wird dieses als Normalaufwand bezeichnet. Vergrößert wird der Zeitaufwand durch die Korrektur der Fehler im Projekt, folgend als Korrekturaufwand bezeichnet. Dieser Korrekturaufwand lässt sich durch höhere Prozessreife des Projektes verringern (siehe Kapitel 4.8 "Fehlerquote im Projekt"). Zur Erreichung der höheren Prozessreife wird zusätzlicher Aufwand notwendig. Dieser Aufwand wird im Weiteren Prozessaufwand bezeichnet. Zusatzaufwand besteht demnach dem aus Korrekturaufwand und dem Prozessaufwand. Die Summe aus Normalaufwand, Korrekturaufwand und Prozessaufwand ist der betrachtete Gesamtaufwand.

Es ist zu klären, wie weit durch erhöhten Prozessaufwand der Korrekturaufwand vermieden werden kann. Offensichtlich ist, dass der zusätzliche Prozessaufwand den eingesparten Korrekturaufwand nicht übersteigen darf, da die Erreichung einer Prozessreife kein Selbstzweck ist.

## 4.2 Kosten und Nutzen von Verbesserungen mit CMMI

Um der Verbesserung durch CMMI einen Wert auf der Nutzen- und auf der Kostenseite zuzuordnen, ist zunächst der Betrachtungsrahmen abzugrenzen. Um den Nutzen vorab abzuschätzen, sind die Geschäftsziele der Organisation zu betrachten und die Frage zu klären, welche Verbesserungen oder Veränderungen dazu umzusetzen sind. Im nächsten Schritt ist zu prüfen, inwieweit CMMI dabei als Unterstützung dienen kann. Es ist zu prüfen, welche Prozessgebiete von CMMI berücksichtigt werden müssen, um die Organisation in einem bestimmten Bereich zu unterstützen. Auf dieser Grundlage lässt sich bestimmen, welchen Nutzen CMMI bringen kann.

Dem Nutzen der Prozessverbesserung ist der Aufwand gegenüberzustellen, um eine Vergleichbarkeit zu erreichen. Es ist auf der Kostenseite zu beachten, wie hoch der Aufwand zur Erarbeitung der Verbesserungen ist. Die Entwicklungskosten für Standardprozesse, die auch künftig in Projekten verwendet werden können, sind bei ausreichend vielen Projekten vernachlässigbar gering. Entscheidend ist die Größe des Aufwands im Projekt, der durch die Erfüllung von CMMI-Anforderungen entsteht (vgl. Rezagholi, Prozess- und Technologiemanagement, S.86ff.).

Ebenso ist die Höhe des Aufwands zu berücksichtigen, der zur Umsetzung des Verbesserungsprojektes in der Organisation benötigt wird. Nach der Einführung der Verbesserungen in einer Organisation sind die Verbesserungen zu evaluieren. Die Höhe des benötigten Aufwands zur Evaluierung ist ebenfalls zu berücksichtigen. Auf Grundlage von historischen Daten aus der eigenen oder aus anderen Organisationen und Verbesserungsprojekten wird das geschätzte Kosten-Nutzen-Verhältnis für die neuen Prozessverbesserungen belastbar gemacht.

#### 4.3 Einführung von CMMI zur Projektlaufzeit

Ein Projekt muss zunächst bezüglich der Fehler und der Prozessreife eingeordnet werden. Anhand des Ergebnisses ist zu entscheiden, ob eine Prozessverbesserung sinnvoll ist.

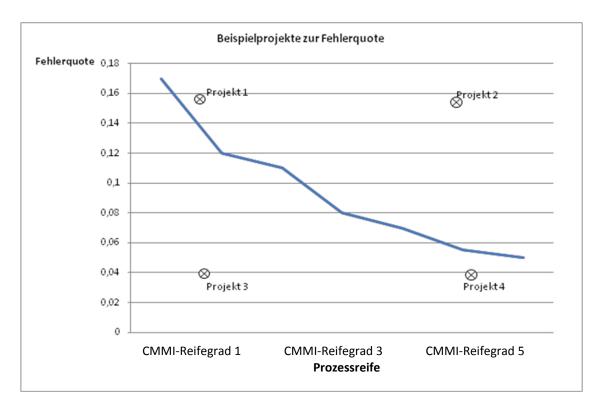


Abb. 4.2 Einordnung von Beispielprojekten hinsichtlich der Prozessreife

Werden Projekte in Organisationen analysiert und hinsichtlich der Prozessreife und der Qualität des Produktes bewertet, so können vier unterschiedliche Ergebnisse vorkommen (vgl. Abb.4.2):

- Projekt 1 ist unreif und hat eine hohe Fehlerquote
- Projekt 2 ist reif und hat eine hohe Fehlerquote
- Projekt 3 ist unreif und hat eine niedrige Fehlerquote
- Projekt 4 ist reif und hat eine niedrige Fehlerquote

Diese vier theoretischen Projekttypen charakterisieren lediglich die Eckpunkte der möglichen Ergebnisse, Zwischenpunkte sind bei einer praktischen Umsetzung möglich. Werden die vier möglichen Ergebnisse untersucht, so eignen sich lediglich Projekte vom Typ des Projektes 1, um Verbesserungen bezüglich der Prozessreife durchzuführen. Im Projekt 2 sind die Messergebnisse aus dem reifen Prozess zu analysieren und die Fehlerursache für die hohe Fehlerquote zu bestimmen. Dies kann zum Beispiel mit der Kausalanalyse geschehen. Ist die Ursache bestimmt, so sind Maßnahmen einzuleiten, um diese zu beheben.

Projekte vom Typ des Projektes 3 weisen eine geringe Fehlerquote auf, obwohl die Prozesse im Projekt als unreif einzuordnen sind. Ursache für ein solches Ergebnis kann eine geringe Komplexität des Projektes sein. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Einführung von reifen Prozessen zur Durchführung des Projektes nicht lohnenswert für die Organisation ist.

Ergibt sich durch Analyse ein Ergebnis wie bei Projekt 4, so weist das Projekt bereits eine hohe Prozessreife aus. Zugleich ist die Fehlerquote gering und das Projekt ist entsprechend den reifen Prozessen weiterzuführen. Es ist möglich, die Fehlerquote mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Mittel eines reifen Projektprozesses weiter zu senken.

Lediglich bei Projekten mit einer hohen Fehlerquote und einer geringen Prozessreife erscheint die Einführung von weiteren, reifen Prozessen vorteilhaft. Erschwert wird die Einführung jedoch durch den bereits vorhandenen erheblichen Zusatzaufwand im Projekt. Eine ablehnende Haltung gegenüber der Einführung ist im Projekt zu erwarten, da zunächst der weitere Aufwand wahrgenommen wird, der durch die Pflege von Dokumenten und die Erhebung von Projektdaten entsteht. Die mögliche Nutzung zur schnelleren Zielerreichung wird zunächst nicht erkannt.

Folgendes Beispiel zeigt den Unterschied zwischen dem wahrgenommenen Zeitverlust und dem möglichen Vorteil, der durch die Einführung von reifen Prozessen erreichbar ist.

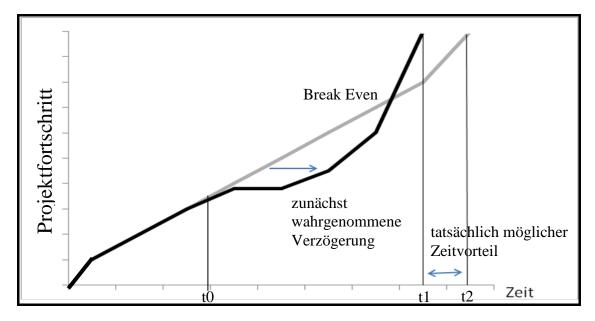


Abb. 4.3: Beispiel Projektverlauf mit und ohne Prozessverbesserung

In der Abbildung 4.3 ist in grau ein Projektverlauf dargestellt, wie er ohne Einführung einer Prozessverbesserung verlaufen könnte. Der Weg wird nahezu konstant zum Projektende verfolgt. Die schwarze Linie stellt einen möglichen Projektverlauf dar, bei dem zu einem Zeitpunkt t0 Verbesserungsmaßnahmen eingeführt werden. Zunächst verzögern die umzusetzenden Maßnahmen den Projektfortschritt. Die eingeführten

reifen Prozesse erlauben jedoch eine saubere Analyse der Fehlerursachen und ermöglichen eine zielgerichtete Steuerung des Projektes. Durch die zielgerichtete Behebung der Fehlerursachen können weitere Fehler vermieden werden und die Fehlerquote wird gesenkt. Der Aufwand wird reduziert und die Umsetzung des Projektes wird effizienter durchgeführt. Die Zeit zur Prozessverbesserung wird durch die effizientere Projektfortführung aufgeholt und ab dem Punkt "Break Even" ist die Projektdurchführung mit reifen Prozessen vorteilhaft. Die Differenz zwischen den Endzeitpunkten t1 und t2 stellt den Vorteil der Prozessverbesserung dar, quantifizierbar über die Zeit.

Es gilt:

$$Vorteil = t2 - t1$$

Dabei gilt *t2* als der Zeitpunkt des Projektabschlusses, wenn die Vorgehensweise zur Projektdurchführung unverändert fortgeführt wird. Der Vorteil wird maximiert, wenn der Zeitpunkt *t0*, der Zeitpunkt zum Einführungsbeginn der reifen Projektprozesse, mit dem Zeitpunkt des Projektbeginns zusammenfällt. Zu diesem Zeitpunkt kann die Fehlerquote nur anhand von Projektattributen geschätzt werden.

Eigenschaften, die Projekte kennzeichnen:

- Bedeutsamkeit
- Einmaligkeit
- Zielorientierung
- Ressourcenrelevanz
- Begrenzbarkeit
- Umfang
- Komplexität
- Ausmaß funktionsbereichsübergreifender Arbeit
- Risiko

Ist ein Projekt anhand dieser Eigenschaften bestimmt, so kann die Organisation ein Maß bestimmen, ab wann das Projekt CMMI-Konformität aufweisen muss. Ein hohes Risiko in Verbindung mit hoher Bedeutsamkeit des Projektes für die Organisation kann ein Indiz dafür geben, dass geeignete Maßnahmen zur Risikominimierung lohnenswert sind (vgl. Schierenbeck, Value Controlling, S.371ff.).

### 4.4 Aufwand zur Projektlaufzeit

Für die Organisation entsteht während der Projektlaufzeit Aufwand für die Durchführung des Projektes. Die Organisation initialisiert ein Projekt und beauftragt einen internen oder externen Lieferanten für die Ergebniserstellung. Die Steuerung des Gesamtprojektes bleibt jedoch bei der Organisation. Das Ergebnis muss in die Organisation integriert werden und somit muss die Einhaltung aller Richtlinien überwacht werden. Der Projektfortschritt ist auf der Organisationsseite zu beobachten. Dieser Aufwand gehört zum Normalaufwand. Es ist der Aufwand, den ein Projektleiter mit seinem Projektteam auf Organisationsseite hat. Zu diesem Aufwand kommt ein Korrekturaufwand. Dieser Korrekturaufwand kommt während der Projektdurchführung auf das Projektteam und den Projektleiter zu, wenn es notwendig ist, in das Projekt einzugreifen. Eingriffe sind dann zu tun, wenn Pläne nicht eingehalten werden oder sich eine Planüberschreitung andeutet.

Durch CMMI ist es möglich den Korrekturaufwand während der Projektlaufzeit bei der Organisation zu reduzieren, wenn die Plangenauigkeit und die Planeinhaltung erhöht kann (siehe Kapitel 3.3 "Beispielergebnisse für den Nutzen von Prozessverbesserungen"). Der Aufwand für Nachbesserungen am Projektplan bei unzureichender Projektplanung kann sehr hoch werden. Der Organisation entstehen Kosten durch Zeit für Abstimmungen und Besprechungen innerhalb der Organisation und mit Lieferanten. Bei externen Lieferanten ist eine Überplanung eventuell mit Zusatzforderungen verbunden. Je mehr höheres Management mit entsprechenden Personalkosten eingebunden werden muss und je länger die Abstimmungen zur Überplanung andauern, umso höher ist der Aufwand für die Organisation. Die Kosten für den Personaleinsatz werden durch Reisekosten für notwendige zusätzliche Meetings erhöht. Im Vergleich dazu ist der Korrekturaufwand signifikant niedriger für sauber geplante und entsprechend dem Plan durchgeführte Projekte. Rücksprachen lassen sich beispielsweise durch Videokonferenzen abwickeln, wenn in der Organisation Prozesse vorhanden sind, die ein solches Vorgehen unterstützen. Eine Themeneskalation, die höheres Management einbindet, ist oft nicht mehr notwendig, wenn Probleme rechtzeitig erkannt und geklärt oder vermieden werden. Der Projektleiter ist für seine Tätigkeiten im Tagesgeschäft verfügbar und muss weniger Zeit einsetzen, um Projektprobleme zu bearbeiten. In besonders drastischen Fällen von Projektproblemen benötigt der Projektleiter zusätzliches Personal, das ihn bei der Durchführung seiner Alltagsaufgaben unterstützt.

Dem gegenüber steht der Prozessaufwand, der ebenfalls Zeit der Projektmitglieder in Anspruch nimmt. Die Reduzierung des Zusatzaufwands wird in der Praxis kaum wahrgenommen. Verhinderte Fehler sind für den Projektleiter nicht erkennbar und es wird nur die Erhöhung des Zusatzaufwands um den Prozessaufwand registriert. Dies führt häufig zur Ablehnung gegenüber den Anforderungen eines Reifegradmodells wie CMMI.

Die Reduzierung des Zusatzaufwands durch eine höhere Prozessreife ist der Nutzen, der durch die Anwendung der reifen Prozesse im Projekt erreicht werden kann. Neben der Verringerung der Fehlerzahl ist vor allem die frühere Fehlerentdeckung im Projekt ein wesentlicher Vorteil bei der Anwendung von reifen Prozessen.

Der Nutzen von CMMI für die Gesamtorganisation erhöht sich, wenn viele und große Projekte durchgeführt werden (vgl. Kneuper, CMMI, S.95). Der fixe Aufwand zur Einführung von CMMI muss durch den Vorteil in den einzelnen Projekten wiedergewonnen werden.

#### 4.5 Einführung von CMMI zum Projektbeginn

Bereits vor dem Projektstart ist die Entscheidung über den Einsatz von Standardprozessen zur Projektdurchführung zu treffen. Dazu ist bereits vor Projektbeginn ein Erwartungswert für den Vorteil von CMMI-Konformität, dem Einsatz von reifen Prozessen, zu treffen. Es sind Erwartungswerte für die Zeitpunkte t1 und t2 zu bestimmen. Der Zeitpunkt t1 ist der Zeitpunkt des Projektabschlusses mit CMMI-konformen Prozessen und der Zeitpunkt t2 ist der Zeitpunkt des Projektabschlusses ohne CMMI-Konformität (siehe Abb.4.3).

Es gilt:

Erwartungswert des Vorteils = Erwartungswert von t2 – Erwartungswert von t1

Die Erwartungswerte der Zeitpunkte t1 und t2 sind abhängig voneinander. Der Zeitpunkt t1 ist durch das Verhältnis von Aufwand für die Fehlerkorrektur und Aufwand für die Einhaltung der reifen Prozesse bestimmt. Die Senkung der Fehlerquote und der dazu benötigte Prozessaufwand stehen in einem Verhältnis zueinander.

Der Aufwand für die Einführung von reifen Prozessen in einem Projekt hängt von der Projektgröße ab. Es werden 5% der Projektkosten für die Einführung von CMMI angesetzt und weitere Kosten von jeweils 3% der Projektkosten für eine Reifegraderhöhung der Prozesse im Projekt (vgl. Tarnowski, IT-Republik).

#### Kostentreiber sind:

- Entwicklung der Prozesse & Tools
- Interne Kommunikation
- Änderung der Projektorganisation
- Schulung der Projektmitglieder mit den neuen Prozessen
- Etablierung der neuen Prozesse im Projekt
- Überwachung der Nutzung der neuen Prozesse

Die Aufteilung der Einführungskosten für reife Prozesse in Projekten ist in der Abbildung 4.4 zu erkennen. Die größten Kostenanteile verursachen die Prozessentwicklung und die organisationsinterne Kommunikation mit jeweils 30%. Die weiteren Kostenanteile fallen mit jeweils 10% ins Gewicht.

Aus den Erfahrungen anderer Projekte können Standardprozesse in der Organisation definiert werden. Diese können für neue Projekte eingesetzt werden und verringern die Verzögerung des Projektfortschritts bei der Einführung von reifen Standardprozessen. Die Entwicklung der Prozesse und Tools ist nicht mehr notwendig, wenn bereits geeignete Standardprozesse in der Organisation existieren. Die Einführungskosten sinken dadurch um bis zu 30%, was den Kostenanteil zur Entwicklung der Prozesse und Tools entsprechen würde.

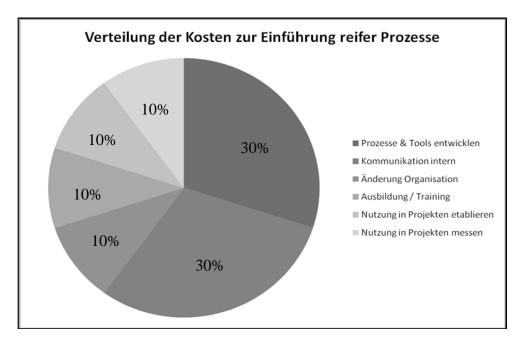


Abb. 4.4: Aufteilung der Kosten zur Einführung reifer Prozesse im Projekt

Quelle: Tarnowski, IT-Republik

Desweiteren können Standardprozesse die Schulungen der Mitarbeiter erleichtern oder unnötig machen. Sind beispielsweise bereits alle Mitarbeiter mit den Prozessen vertraut, so müssen keine Schulungen für diese Prozesse durchgeführt werden. Sind die Prozesse bereits in der Organisation institutionalisiert, so ist der Kommunikationsbedarf innerhalb der Organisation signifikant niedriger. Wird bereits zu Projektbeginn die Projektorganisation entsprechend aufgebaut, so entfallen Umstellungskosten während der Projektlaufzeit. Werden diese Möglichkeiten berücksichtigt, so kann der Zusatzaufwand auf 20% bei reifen Organisationen sinken, im Vergleich zu Organisationen mit geringem Reife- oder Fähigkeitsgrad.

Dem Aufwand zur Einführung und Einhaltung der reifen Prozesse steht der verminderte Aufwand zur Fehlerkorrektur gegenüber. Der erwartete Vorteil aus der Projektdurchführung in reifen Prozessen ergibt sich aus dem verminderten Aufwand zur Fehlerkorrektur und dem dafür eingesetzten Aufwand zur Erreichung und Einhaltung der Prozessreife.

### 4.6 Höhe des Aufwands für CMMI innerhalb des Projektes

Die durchzuführenden Assessments und die Einhaltung der Anforderungen der reifen Prozesse sowie das Trainieren der Projektmitglieder führen zu einem Aufwand. Zur Erstellung der Diplomarbeit wurden Projektdaten eines Unternehmens betrachtet und es wurde zusätzlich auf Erfahrungen von Projektleitern zurückgegriffen. Durch die

Auswertung der Projektdaten und Interviews mit den Experten lässt sich ein quartalsweiter Prozessaufwand an Arbeitsstunden ermitteln, der während der Projektlaufzeit in einem Jahr entsteht (vgl. Tabelle 4.1).

Aufwand in Arbeitsstunden	Q1	Q2	Q3	Q4
Berater Min.	25	15	10	1
Projekt Min.	15	35	20	1
Berater Max.	70	80	45	5
Projekt Max.	40	120	65	5
Berater Median	35	25	20	2
Projekt Median	20	35	30	2

Tab.4.1: Aufwände zur Einführung von CMMI Reifegrad 2 im Zeitraum über 1 Jahr

Die Daten wurden in der Tabelle unterteilt nach dem Aufwand, der im Projekt selbst entsteht und dem Aufwand, der durch die Hinzunahme von Prozessberatern entsteht, die bei der Umsetzung der Verbesserungsmaßnahmen helfen. Die Gesamtkosten ergeben sich aus minimal 122 Arbeitsstunden Aufwand. Der maximale Aufwand beträgt bei diesem Beispiel der Organisation 420 Arbeitsstunden. Um einen repräsentativen Wert zu erhalten, kann der Median der einzelnen Werte bestimmt werden. Der Median-Gesamtwert beträgt hier 169 Arbeitsstunden. Um die Kosten zu bestimmen, sind die aufgewendeten Arbeitsstunden mit den Brutto-Gehaltskosten je Stunde zu multiplizieren, abhängig von der jeweiligen Organisation.

Dem Aufwand zur Einführung von CMMI-konformen Prozessen muss der Vorteil gegenübergestellt werden. Ein möglicher Ansatzpunkt zur Bestimmung des Vorteils ist in einem Entwicklungsprojekt die Fehleranzahl (vgl. Wallmüller, Software-Qualitätsmanagement, S.258ff.).

## 4.7 Ergebnisqualität am Indikator Fehleranzahl

Die Fehlerentdeckung verlagert sich in frühe Projektphasen. Eine Fehlerentdeckung zu einem frühen Zeitpunkt im Projekt spart Kosten, denn die Kosten für eine Fehlerbehebung steigen exponentiell mit dem Zeitpunkt der Fehlerentdeckung (vgl. Balzert: Lehrbuch der Softwaretechnik, S.488f.).

Durch die Prozessverbesserung ist die Verlagerung von Fehlern an den Projektbeginn möglich (siehe Abbildung 4.5). Die Fehlerentdeckung in den ersten beiden Levels steigt von ca. 10% auf über 45% an, wobei Level hier mit Reifegrad gleichzusetzen ist.

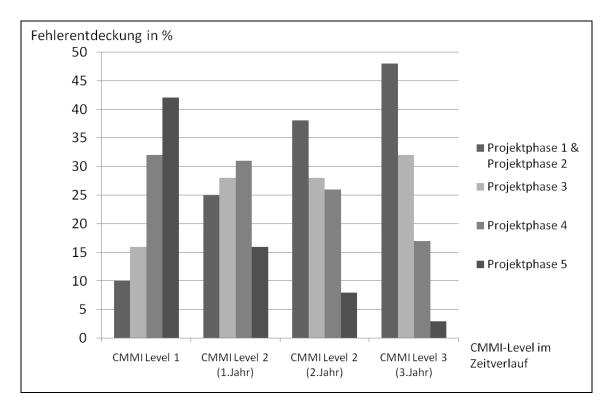


Abb. 4.5: Fehlerentdeckungszeitpunkt (Beispiel eines indischen SW-Hauses)

Quelle: Larsen & Toubro-Studie

Desweiteren ist die Gesamtfehleranzahl deutlich verringert (siehe Abbildung 4.6). Die Anzahl der absoluten Fehler wird auf 55% reduziert. Eine quantitative Bewertung der Ergebnisse hängt vom Umfang der Projekte ab, in denen die Prozesse zur Anwendung kommen. Je größer dieser Umfang ist und je mehr Projekte in den neuen Prozessen durchgeführt werden, umso mehr kommt der Vorteil der Prozessverbesserung zum Tragen. Der Vorteil der einzelnen Projekte addiert sich.

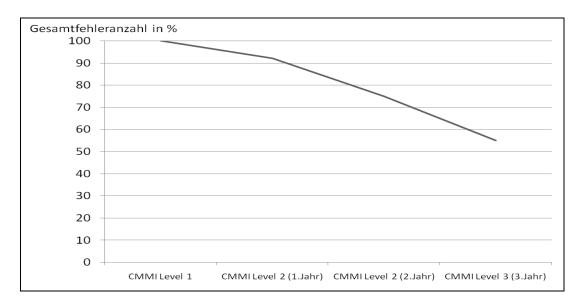


Abb. 4.6: Fallende Fehlergesamtzahl der Organisation

Quelle: Larsen & Toubro-Studie

Die Senkung der Fehlergesamtzahl bezieht allerdings nicht den Umfang der Projekte ein. Die Senkung der Fehlerzahl in Bezug zur Projektgröße gibt die in Kapitel 3 eingeführte Fehlerquote an. Wie im genannten Kapitel bestimmt, lässt sich die Fehlerquote bei reifen Projekten um bis zu 66% senken.

## 4.8 Fehlerquote im Projekt

Die Fehleranzahl berücksichtigt jedoch nicht den jeweiligen Projektumfang, obwohl der Umfang eines Projektes die Fehleranzahl beeinflusst. Größere Projektumfänge verursachen in der Regel eine höhere Gesamtanzahl von Fehlern. Der Projektumfang kann anhand der geplanten Funktionen und des geplanten Budgets normiert werden. Die Fehler pro Funktion geben einen Hinweis auf eine saubere Planung und Umsetzung der geforderten Leistungen. Die Annahme, dass dieser Effekt auf die Prozessreife zurückzuführen ist und diese Eigenschaften zusammenhängen, ist zu prüfen.

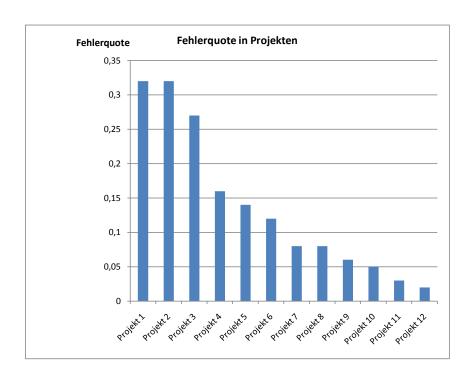


Abb. 4.7: Fehlerquoten in Projekten

Eine Messgröße für die Qualität des Ergebnisses ist die Fehlerquote. Die Fehlerquote ist die Anzahl der Fehler im Verhältnis zu den zu erstellenden Funktionen (vgl. Masing Handbuch Qualitätsmanagement, S.258). In einigen Projekten ist diese deutlich höher als bei anderen Projekten.

Im Rahmen der Diplomarbeit wurden in Zusammenarbeit mit einem Unternehmen mehrere Projekte hinsichtlich der Fehlerquote und der Prozessreife untersucht. Dabei wurde ein Zusammenhang zwischen den Größen festgestellt. Dieser beruht auf der Gegenüberstellung von zwei frei gewählten Projekten: Projekt 5 und Projekt 10. Dabei ist Projekt 5 mit Reifegrad 1als unreif einzustufen. Dahingegen ist Projekt 10 mit Reifegrad 3als reiferes Projekt einzustufen. Es wurde festgestellt, dass im Vergleich zu der Fehlerquote des Projektes 10eine mehr als doppelt so hohe Fehlerquote im Projekt 5 vorhanden ist. Um die These des Zusammenhangs zwischen der Fehlerquote und der Prozessreife zu verifizieren, werden alle Projekte hinsichtlich der Prozessreife untersucht und der Fehlerquote gegenübergestellt. Dabei wird ein Trend deutlich (siehe Abb. 4.7). Dieser Trend lässt den Schluss zu, dass eine niedrige Fehlerquote und eine hohe Prozessreife miteinander korrelieren.

Die Fehlerquote nimmt mit der zunehmenden Anforderungserfüllung für reife Prozesse ab (siehe Abb.4.8). Um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten, wurden die Daten um die Extremwerte bereinigt.

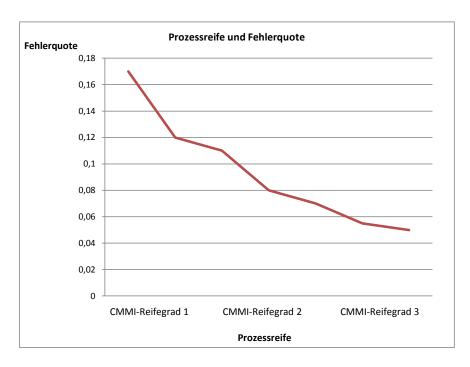


Abb. 4.8: Prozessreife und Fehlerquote

Anhand der Daten ist erkennbar, dass die Fehlerquote bei reifen Prozessen in Projekten im Vergleich zu unreifen Prozessen in Projekten um ungefähr 66% niedriger ist. Der Aufwand, der durch die Erfüllung der Anforderungen entsteht, ist jedoch auch deutlich höher als bei den unreifen Projekten.

#### 4.9 Höhe des Vorteils von CMMI in einem Projekt

Dem Aufwand für reife Prozesse steht der Aufwand für die Projektdurchführung bei unreifen Prozessen gegenüber. Dieser erhöht sich proportional zur Fehlerquote im Projekt. Eine hohe Fehlerquote verursacht einen höheren Aufwand für die Projektdurchführung im Vergleich zu einer niedrigen Fehlerquote. Der Aufwand zur Fehlerkorrektur ist abhängig von der Projektgröße. Allgemein sind bei reifen Prozessen weniger als 33% der Fehler zu erwarten, die bei unreifen Prozessen entstehen. Bei einem beispielhaften Projektumfang von 200 Funktionen beträgt die Anzahl der erwarteten Fehler bei reifen Prozessen im Projekt 10, bei unreifen Prozessen 32 Fehler.

Unter Berücksichtigung, dass die Fehleranzahl bis zu 66% sinken kann und die Fehler in reifen Prozessen früher erkannt werden, vergrößert sich der Vorteil der Einführung von CMMI noch einmal.

Das folgende Beispiel verdeutlicht diesen Vorteil. In Tabelle 4.2 ist eine prozentuale Verteilung von Fehlern und Zeitpunkten der Fehlerentdeckung im Projekt dargestellt, die auf den Ergebnissen von Untersuchungen des Unternehmens "Larsen & Toubro" beruht (siehe Kapitel 4.7 "Ergebnisqualität am Indikator Fehleranzahl").

Reifegrad	Fehlerquote in %	Entdeckte Fehler in % Phase 2	Entdeckte Fehler in % Phase 3	Entdeckte Fehler in % Phase 4	Entdeckte Fehler in % Phase 5
1	100	10	15	35	40
3	50	40	25	20	15
5	33	70	20	10	0

Tab.4.2: Fehleranzahl und Entdeckung im Projekt

Bei der von Boehm angenommenen exponentiellen Kostensteigerung bei später entdeckten Fehlern, ergibt sich für die Fehlerkosten bei Reifegrad 1 ein viermal höherer Wert als bei Reifegrad 3 (vgl. Boehm, Software Engineering Economics, S.40). Die Fehlerkosten errechnen sich aus der Fehlergesamtzahl multipliziert mit den gewichteten Zeitpunkten der Fehlerentdeckung in Verbindung mit den entstehenden Personalkosten für die Organisation. Für die Projektphase 2 ist der Faktor 4, für die dritte Phase 10, für die vierte Phase 20 und für die letzte Phase ist der Faktor mit 50 zu beziffern (vgl. Boehm, Software Engineering Economics, S.40f).

Beim Vergleich der Fehlerkosten von Reifegrad 3 mit Reifegrad 5 beträgt der Wert der Fehlerkosten beim Reifegrad 5 nur noch ein Drittel. Der Wechsel von Reifegrad 1 bis hin zu Reifegrad 5 hat folglich einen hohen Einfluss auf die Fehlerkosten. Der verursachte Aufwand den Fehler nach sich ziehen, ist auf Reifegrad 1 demnach um mehr als das zwölffache höher für Organisationen im Vergleich zu den verursachten Fehlerkosten bei Reifegrad 5. Der Effekt der exponentiellen Kostensteigerung wirkt sich folglich deutlich auf die gesamten Fehlerkosten aus. Ein Drittel der Senkung der Fehlerkosten kann durch die Fehlerreduktion erzielt werden, der Wert vervierfacht sich durch die Umlagerung der Fehlerentdeckungszeitpunkte in die früheren Projektphasen. Das bedeutet, dass die frühzeitige Entdeckung von Fehlern den Aufwand auf 25% reduzieren kann. Insgesamt wird der Fehleraufwand auf 8,3% reduziert.

Der Aufwand eines Fehlers setzt sich aus den Aufwänden für die Fehleranalyse, der Fehlerdokumentation, der Fehlerüberwachung und dem Problemmanagement, der Fehlerdokumentation, den Besprechungen der Fehler im Entwicklungsteam und dem Nachtest der Fehlerbehebung zur Überprüfung der Fehlerbehebung zusammen (vgl. Masing, Handbuch Qualitätsmanagement, S.842ff.).

Die Fehlerkosten ergeben sich aus der Fehlergesamtzahl, dem resultierenden zeitlichen Aufwand eines Fehlers, dem Faktor für den reifegradabhängigen Aufwand und den damit verbundenen Kosten für den Personaleinsatz (vgl. Masing, handbuch Qualitätsmanagement, S.95ff.). Es wird angenommen, dass die Brutto-Gehaltskosten und der Aufwand je Fehler in einer Organisation konstant sind. Die Fehlerkosten sind abhängig von den Variablen Gesamtfehler, also dem Projektumfang und dem Faktor für die Aufwandsvergrößerung durch den Reifegrad, welcher die Entdeckungszeitpunkte der Fehler berücksichtigt.

Es gilt:

Kosten der Fehler = Faktor für Reifegrad x Gesamtfehleranzahl x Aufwand je Fehler x

Brutto-Gehaltskosten

 $Gesamtfehleranzahl = Fehlerquote \times Projektumfang$ 

Beispiel für Fehlerkosten eines reifen und eines unreifen Projektes mit jeweils 200 Funktionen und einer Fehlerquote von unreifen Projekten von 0,16 und bei reifen Projekten von 0,05:

1 x 32 Gesamtfehler x *Aufwand je Fehler* x *Brutto-Gehaltskosten je Stunde*=
Fehlerkosten unreifer Projekte

0,25 x 10 Gesamtfehler x *Aufwand je Fehler* x *Brutto-Gehaltskosten je Stunde*=
Fehlerkosten reifer Projekte

Es ergibt sich mit den Konstanten "Aufwand je Fehler" und "Brutto-Gehaltskosten", dass die Fehlerkosten unreifer Projekte im Beispiel um den Faktor 12,8-mal höher, als die Fehlerkosten von reifen Projekten sind. Es lassen sich die Aufwandskosten zur Fehlerkorrektur um ca. 92% reduzieren, betragen also lediglich noch 8% der ursprünglichen Kosten.

Den gesparten Fehlerkosten, resultierend aus der Differenz der Fehlerkosten für reife Projekte und unreifer Projekten, sind die Aufwände für die Erhöhung der Projektreife gegenüberzustellen. Es gilt:

Vorteil durch CMMI = Fehlerkosten unreifer Projekte – Fehlerkosten reifer Projekte – Aufwände zur Erreichung der Projektreife

Somit steht ein Grundgerüst für die Bestimmung des Vorteils durch CMMI-konforme Prozesse. Jedoch können bei der Bestimmung weitere Punkte für die Organisation interessant sein. Beispielsweise blieb der zeitliche Abstand zwischen der getätigten Investition zur Prozessverbesserung und dem Zeitpunkt der Amortisierung bislang unberücksichtigt. Eine Erweiterung des Grundgerüsts ist daher für die jeweilige Organisation möglich.

### 4.10 Nutzenermittlung mit Hilfe des ROI

Der Fokus der Betrachtung zur Überprüfung des Nutzens der Verbesserung kann unterschiedlich abgegrenzt werden. Die Abgrenzung kann anhand des Organisationslevels, Projektlevels oder Prozesslevels erfolgen. Diese Abgrenzung ändert jedoch den ROI nicht. Der Betrachtungszeitraum zur Bestimmung des endgültigen ROI kann mehrere Jahre nach Projektende betragen, da der Nutzen erst verzögert eintreten kann (vgl. Behrens, Makroökonomie, S.424f.). Regelmäßige Bestimmungen von zwischenzeitlichen Werten jedoch möglich.

Für den ROI sind zunächst die angefallenen Kosten zu bestimmen. Bei einer Schätzung des ROI vor der Maßnahmenumsetzung müssen diese Werte aus dem Projektplan entnommen werden. Bei der Erhebung der Daten ist darauf zu achten, dass:

- Daten konsistent über die Zeit sind, damit ein Vergleich der Kosten und des Nutzens möglich ist
- Definitionen für die Daten in klarer und detaillierter Form vorhanden sind
- Stakeholder ein Verständnis für inkrementelle Kosten und den Nutzen besitzen
- Kosten und Nutzen ein finanzieller Wert zugewiesen wird

Mögliche Kostenquellen bei der Einführung von reifen Prozessen sind die Interviews und Meetings für die Prozessdefinition und –dokumentation. Hinzu kommen die Trainingszeiten für die Mitarbeiter, die an den Schulungen teilnehmen müssen. Die Implementierung des erarbeiteten Prozesses ist eine weitere Kostenquelle bei der Verbesserung von Prozessen. Wenn der Prozess in der Organisation neu eingeführt wird, können externe Berater beim Institutionalisieren des Prozesses unterstützend eingreifen. Diese Unterstützung kostet die Organisation ebenfalls Geld. Zur

Überwachung der neuen Prozesse ist möglicherweise zusätzliches Personal notwendig. Diese Personalkosten und die anfallenden Aufwendungen durch die Zusatzbelastungen der Projektmitarbeiter durch Assessments sind ebenfalls zu berücksichtigen. Auch die interne Kommunikation mit den Beteiligten und den Verantwortlichen für die Prozessdurchführung führt zu Kosten für die Organisation. Diese lassen sich als Gehaltskosten multipliziert mit der jeweils benötigten Zeit quantifizieren. Weitere feste Kosten fallen für das Training an. Dazu sind Schulungsunterlagen, Räume und Experten zu organisieren. Für die Einführung von organisationsweiten Tools fallen Anschaffungskosten an. Zu den bisher genannten direkten Kosten fallen auch indirekte Kosten an. Ein Beispiel für indirekte Kosten ist der Produktivitätsverlust des Projektteams während der Umstellung auf die neuen Prozesse.

Der Nutzen der Einführung ist an verschiedenen Faktoren zu erkennen. Zunächst durch die Reduktion von Fehlern. Durch die Reduzierung der Fehler sind weniger Nachbesserungen notwendig und die Produktionskosten sinken. Die Organisation ist in der Lage das Produkt günstiger herzustellen und hat dadurch einen Wettbewerbsvorteil. Verstärkt wird der Effekt durch geringere Supportkosten für das Produkt, da es weniger Fehler hat. Für die Mitarbeiter verläuft die Entwicklung stressfreier und die Organisation spart Überstunden der Projektmitglieder.

Zudem tritt der Nutzen durch eine Verbesserung der Qualität ein. Das Produkt kann Funktionen höherer Qualität oder mehr Funktionen gleichbleibender Qualität erhalten, wenn die Entwicklungsarbeit erleichtert wird. Die Einhaltung der Prozesse bringt der Organisation mehrere Vorteile. Die Prozesse und die Prozessergebnisse werden vergleichbar. Zudem erhöht sich die Flexibilität des Einsatzes von Mitarbeitern in Projekten, wenn die Projekte in Standardprozessen ablaufen. Die Einhaltung von Prozessen gewährleistet eine Projektdurchführung entsprechend der Projektpläne.

Indirekt senken Prozessverbesserungen und die Erhöhung der Prozessreife in der Organisation auch die Schulungskosten der Mitarbeiter. Durch die geringere Belastung führen diese Prozessverbesserungen zu steigender Mitarbeiterzufriedenheit. Durch die Erhöhung der Produktqualität und die Möglichkeit das Produkt funktionaler zu gestalten, steigt die Kundenzufriedenheit und es ist mit steigenden Erlösen zu rechnen, wenn dadurch die Marktanteile der Organisation steigen.

Eine Verringerung der entstehenden Kosten der Produktion ist durch die geringere Anzahl an Nachbesserungen wegen geringer Qualität zu erzielen. Vermiedene Nachbesserungen nach der Auslieferung eines Produktes sind von höherem Nutzen als ein festgestellter Fehler vor der Auslieferung. Eine schlechte Projektlaufzeit verursacht Kosten, die durch eine Prozessverbesserung verringert werden können. Daher ist die

Laufzeitverbesserung ebenfalls dem Nutzen der Prozessverbesserung anzurechnen. Durch die fehlende Vorhersagbarkeit von Zeitplänen entstehen der Organisation weitere Kosten. Die Planungen können nicht effizient gestaltet werden, wenn die Zeitplanungen zu ungenau sind. Die Einführung reifer Prozesse ermöglicht eine genauere Vorhersagbarkeit von Zeitplänen. Die Genauigkeit nimmt mit der Anzahl an Prozessdurchführungen zu, da aus gesammelten Erfahrungen weitere Erkenntnisse hinzugewonnen werden können.

Die Messung von nicht-finanziellem Nutzen für laufende Vorgänge ist wichtig. Diese Messungen haben zwar keinen direkten Einfluss auf die ROI-Bestimmung, helfen jedoch dabei den Fokus auf weitere Indikatoren für den Nutzenwert der Verbesserung zu richten.

Als Hilfe für Abschätzungen der Kosten und Nutzen der Prozessverbesserung sind Richtwerte aus der Industrie zu nutzen. Beispiele solcher Richtwerte sind:

- Softwareorganisationen geben 3% bis 5% für Prozessverbesserungen aus
- 65% Produktivitätssteigerung durch die Verringerung der Kosten, die durch schlechte Qualität bei Organisationen mit Reifegrad 1 entstehen
- 40% Produktivitätssteigerung bei Organisationen mit Reifegrad 3

Die Kosten schlechter Qualität beeinflussen die Produktkosten. Die Qualitätskosten sind die Summe aus den Kosten zum Erreichen einer bestimmten Qualität und den Kosten resultierend aus schlechter Qualität (vgl. Juran, Juran's Quality Handbook, S. 398ff.). Die Kosten zum Erreichen eines Qualitätslevels bestehen aus der Summe der Kosten zur Vermeidung von Qualitätsmängeln und den Kosten zur Qualitätsermittlung. Schlechte Qualität verursacht Kosten durch Fehler innerhalb der Organisation und Fehler, die außerhalb der Organisation aufgedeckt werden.

Die Nutzung von Richtwerten zum Vergleich unterstützt beim Aufbau einer ROI-Schätzung. Neben Richtwerten sind Simulationen weitere zuverlässigen Möglichkeiten, um Abschätzungen zu treffen. Simulationsmodelle für Entwicklungsprozesse fokussieren sich auf die Dynamik von Entwicklung und Erhaltung der Prozesse. Die Modellierung und die Simulation der entscheidenden Funktionen der Entwicklungsprozesse erleichtern Versuchsdurchführungen, um auf "was-wenn" Fragen zu antworten und Sensitivitätsanalysen durchzuführen (vgl. Vahrenkamp, Produktionsmanagement, S.45f.). Die Modellierung aktueller

Entwicklungsprozesse und die Simulation der Verbesserung der Prozesse unterstützen die Abschätzungen der Kosten und Vorteile der Prozessverbesserung.

Der Detaillierungsgrad der Daten für eine ROI-Analyse ist abhängig von der Größe des Aufwands. Ein hoher Aufwand für CMMI in großen Organisationen verlangt im Gegensatz zu einer kleinen Einzelprojektlösung eine höhere Detaillierung der Daten zur Analyse. Das Verständnis für die Datendetaillierung ist notwendig, um eine zuverlässige ROI-Analyse durchzuführen. Erste Ergebnisse sind Führungskräften und weiteren Verantwortlichen vorzustellen, um die Detaillierungstiefe zu überprüfen.

Der Nutzen einer Prozessverbesserung kann in unterschiedlichen Ausprägungen auftreten. Die Einteilung kann in die vier Hauptnutzenkategorien geschehen (vgl. Stahlknecht/Hasenkamp, Einführung in die Wirtschaftsinformatik, S.254f). Diese Kategorien sind:

- a) Produktivität
- b) Operationeller Nutzen
- c) Strategischer Nutzen
- d) Externer Nutzen
- a) Eine erhöhte Produktivität kann durch verschiedene Maßnahmen erreicht werden. Beispiele für diese Maßnahmen sind die Automatisierung und die Beschleunigung von Arbeitsabläufen, eine Veränderung in der Aufbau- und Ablauforganisation, die Reduzierung des Aufwands für Planerstellung und –pflege, eine Zusammenfassung der Daten in einem Datenbestand und ein durchgängiger Datenfluss für die gesamte Organisation.
- b) Der operationelle Nutzen wird durch die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Organisation oder der Organisationseinheit erzielt. Maßnahmen, die operationellen Nutzen bringen, sind die Erhöhung der Qualität, die Verbesserung der Aktualität von Daten und Plänen, die bessere Verknüpfung von Informationen innerhalb der Organisation, eine zeitige Bereitstellung von Informationen, eine höhere Benutzerfreundlichkeit zur Informationsbesorgung, eine Erstellung von Statistiken, eine flexible Informationsbeschaffung und die Beschleunigung der Auskunftserteilung.
- c) Zum strategischen Nutzen zählt vor allem die Realisierung technologisch bedingter Änderungen. Dazu zählen die Vereinigung und Vereinheitlichung von Datenbeständen und Datenverarbeitungsanwendungen, die Optimierung von Geschäftsprozessen, die

Schaffung qualifizierter Arbeitsplätze zur Erhöhung der Motivation der Mitarbeiter und Identifikation mit der Organisation, die Erfüllung politischer Auflagen und Zielsetzungen, wie den Umweltschutz, Schaffung einer effizienten Verwaltung und die Eröffnung neuer Geschäftsfelder für die Organisation.

d) Der externe Nutzen gegenüber Dritten tritt für angeschlossene Organisationen ein, die nicht direkt an der Prozessverbesserung beteiligt sind. Ebenfalls können Kunden der Organisation von der Prozessverbesserung profitieren. Diese Vorteile können durch neue Informationsbereitstellungen, schnellere Bearbeitungsvorgänge und auch durch eine höhere Qualität der Ergebnisse eintreten.

Die genannten Punkte können von der Organisation ebenfalls berücksichtigt werden und zu einer Erweiterung des Modells führen. Neben den genannten Nutzenarten ist es durch die Einführung von CMMI-konformen Prozessen möglich, die Organisation effektiv und effizient zu gestalten (vgl. Chrissis, CMMI, S.109).

### 4.11 Zusammenfassung und Modellbeschreibung

In diesem Kapitel wurde auf Grundlage eines allgemeinen Vorgehens zur Bestimmung des Verhältnisses von Kosten und Nutzen ein Vorgehensmodell erarbeitet, welches eine Organisation dabei unterstützt den erwarteten Nutzen einer Prozessverbesserung zu bestimmen. Es wurde festgestellt, dass zunächst der Betrachtungsrahmen festzulegen ist. Es sind die Prozessgebiete von CMMI zu wählen, die für die jeweilige Organisation gewünscht sind, um die Prozessreife in diesem Bereich zu erhöhen und so beispielsweise die Fehlerquote in den einzelnen Projekten zu reduzieren.

Es wurde beschrieben, dass bei der Einführung von CMMI zur Projektlaufzeit eine vorübergehende Verzögerung des Projektfortschritts zu berücksichtigen ist. Die Einordnung des Projektes in eine Matrix wurde zur Festlegung ob die Einführung von reifen Prozessen ein geeignetes Mittel ist, beschrieben.

Die Einführung reifer Prozesse von Projektbeginn an wurde als besonders vorteilhaft ermittelt, da hier Aufwand zur Prozessumstellung entfällt. Ebenfalls wurde festgestellt, dass die wiederholte Anwendbarkeit der Prozesse den Vorteil der Prozessentwicklung erhöht. Weiterhin können Kosten für Schulungen bei der Nutzung von reifen Prozessen wegfallen, wenn diese Prozesse den Mitarbeitern aus vergangenen Projekten bereits bekannt sind.

Es wurde anhand der Untersuchung von Projekten in einem Unternehmen der Aufwand zur Projektlaufzeit zur Einhaltung der Anforderungen von CMMI ermittelt. Demgegenüber wurde der Nutzen gestellt, der durch die Fehlervermeidung in Entwicklungsprojekten entsteht. Aus Studien wurden Ergebnisse vorgestellt, die einen Zusammenhang zwischen der Fehleranzahl und dem Reifegrad belegten. Ebenfalls wurde dort eine Verlagerung der Fehler zu Projektbeginn gefunden. Auf dieser Grundlage wurde die Fehlerquote als Kennzahl für Projekte vorgestellt. Es ist gelungen einen Zusammenhang zwischen der Fehlerquote und der Prozessreife in dem untersuchten Unternehmen herzustellen. Dazu wurde über der Fehleranzahl und dem Projektumfang die Fehlerquote bestimmt. Die Projekte wurden hinsichtlich ihrer Projektreife untersucht und die Ergebnisse dann den Fehlerquoten gegenübergestellt. Desweiteren wurden die Ergebnisse aus den Larsen & Toubro - Studien einbezogen, sowie die Beobachtungen der Fehlerentdeckungszeitpunkte von Boehm. Es wurden beispielhaft Projekte eines Unternehmens hinsichtlich des Aufwands durch die Erfüllung der Anforderungen von CMMI untersucht. Durch die Bestimmung der Projekten unterschiedlicher Fehlerquoten in den Prozessreife Einsparungspotenzial ermittelt werden. Der Vorteil durch CMMI drückt sich in diesem Fall in der Ersparnis durch Reduzierung der Fehlerkorrekturkosten aus, die durch die Erhöhung der Prozessreife entsteht.

Es wurde darauf hingewiesen, dass die genaue Ermittlung zum Kosten-Nutzen-Verhältnis abhängig von den jeweiligen Gesichtspunkten ist, welche die Organisation in die Betrachtung einbringen möchte. Beispielsweise kann die Zeitspanne von der Investition in die Verbesserungsmaßnahme bis zur Amortisierung in den Projekten einen Einfluss auf die Berechnung haben.

Desweiteren kann die Erfahrung der Projektmitarbeiter einen Einfluss auf den Nutzen eines CMMI-konformen Vorgehens eine Rolle spielen, sowie auch die Anzahl der Projekte, in denen die entwickelten Prozesse genutzt werden können. Werden viele Projekte durchgeführt, dann lohnt sich die Verbesserung über die Zeit durch die Anwendung der Prozesse in vielen Projekten. So kann auch der initiale Aufwand zur Erreichung einer Prozessreife amortisiert werden. Zu berücksichtigen ist hier ebenfalls die Zeitspanne zwischen der getätigten Investition für die Prozessverbesserungsmaßnahme und der Amortisierung dieser Investition.

Auf Grundlage der im Rahmen der Diplomarbeit geführten Interviews mit CMMI-Verantwortlichen aus verschiedenen Projekten wurde für das Unternehmen ein gesamter initialer Aufwand von 200 bis 400 Arbeitstagen ermittelt. Die weitere Erhöhung der Prozessreife, beispielsweise von Reifegrad 3 auf Reifegrad 4, wurde mit jeweils 100 Arbeitstagen angegeben. Dieser Aufwand verteilt sich über die Projekte und muss durch diese auch amortisiert werden.

Desweiteren wurde bereits darauf eingegangen, inwieweit die Einführung von CMMI die Effizienz in den Projekten erhöhen kann (siehe Kapitel 2.4 Effizienzsteigerung in Projekten durch die Anwendung von CMMI). Es wurde dort beleuchtet, wie CMMI als Unterstützung zur effektiven Ausrichtung der Organisation dient. Es wurde festgestellt, dass CMMI ein Mittel ist, um die Grundlage zur effizienten Gestaltung der Organisationsprozesse zu bilden. So kann CMMI in Verbindung mit weiteren Modellen, wie beispielsweise ITIL, noch einen zusätzlichen Kollektivnutzen herbeiführen. Im Rahmen der Diplomarbeit wurde dieser Teil jedoch nicht berücksichtigt, da dies den Umfang einer Diplomarbeit deutlich überschritten hätte.

Zur Veranschaulichung wird das erarbeitete Modell grafisch dargestellt. Das Modell und die Arbeitsabläufe werden in Form einer ereignisgesteuerten Prozesskette(EPK) abgebildet (weiterführende Literatur: Brugger, IT-Projekte strukturiert durchführen, S.332f.).



Abb. 4.9: Gesamt-EPK des Vorgehensmodells zur Nutzenpotenzialbestimmung

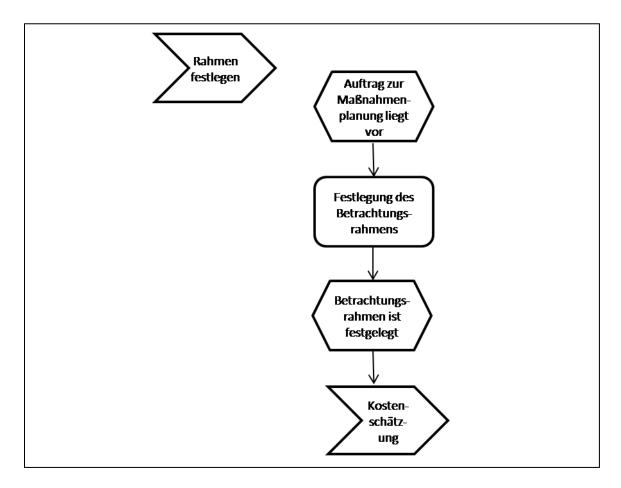


Abb. 4.10: Festlegung des Betrachtungsrahmens

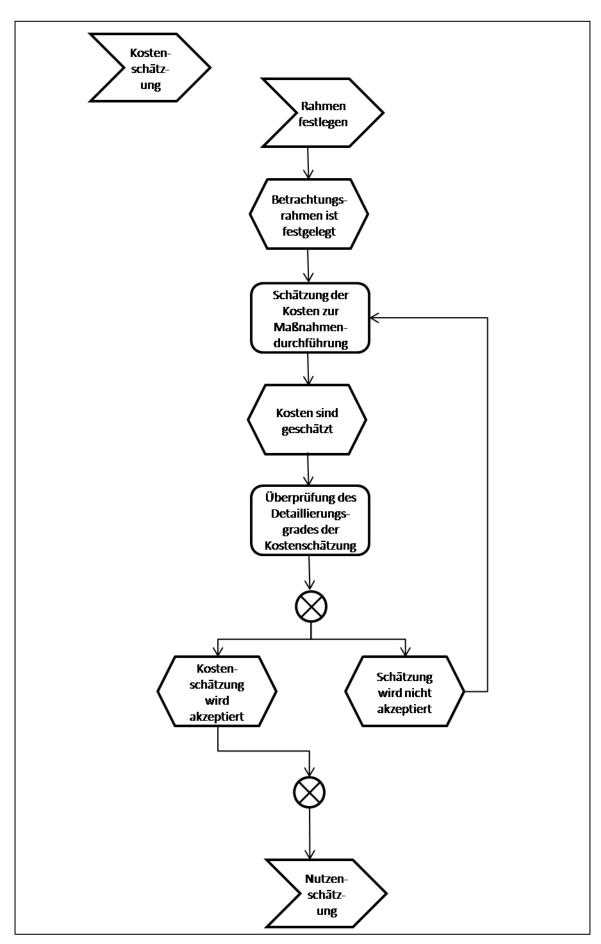


Abb. 4.11: Kostenschätzung

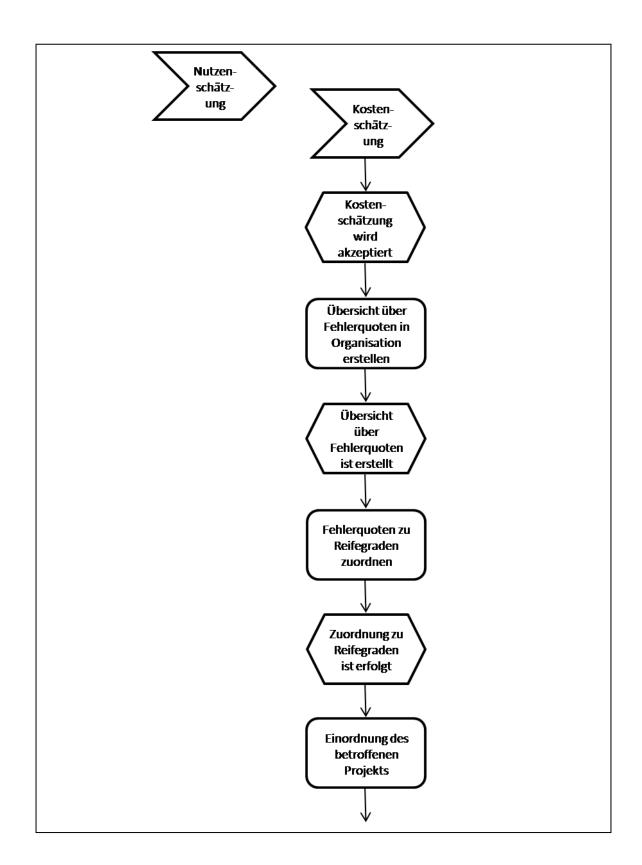


Abb. 4.12:Nutzenschätzung 1von 3

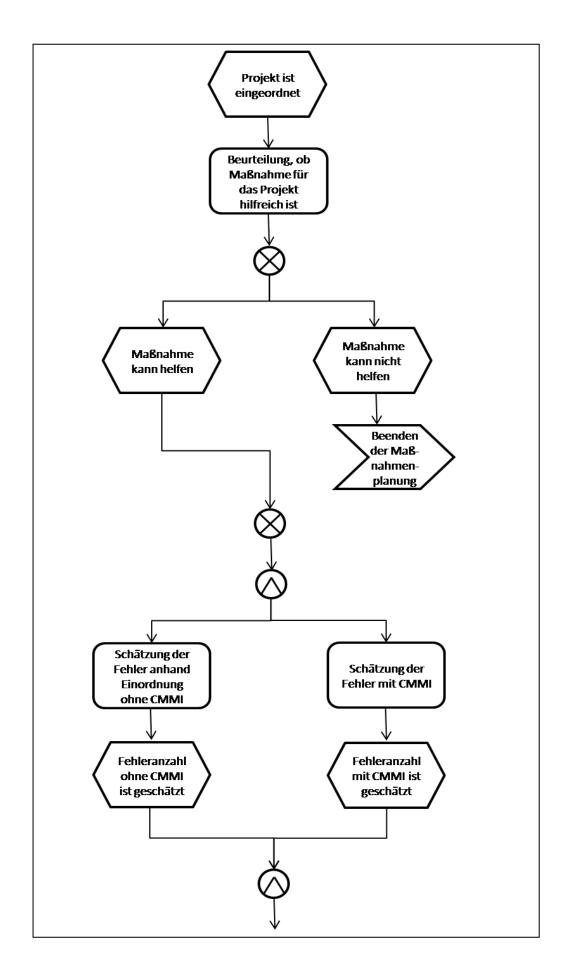


Abb. 4.13 Nutzenschätzung 2 von 3

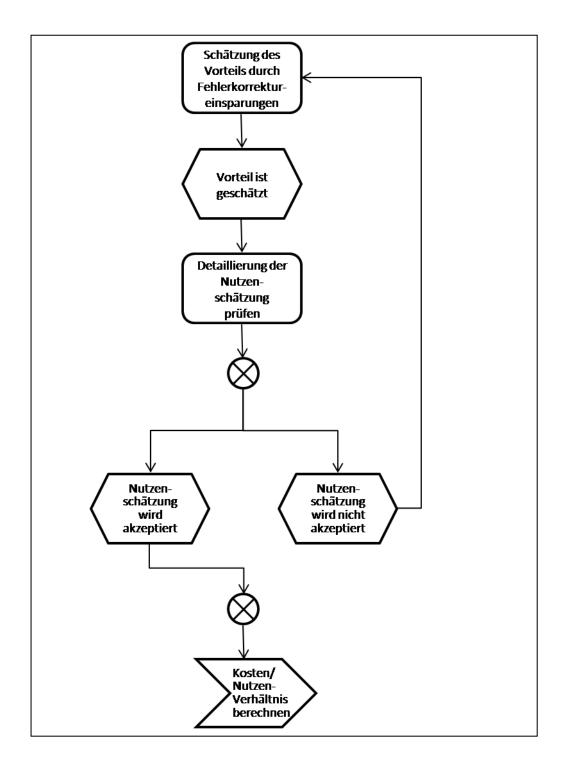


Abb. 4.14: Nutzenschätzung 3 von 3

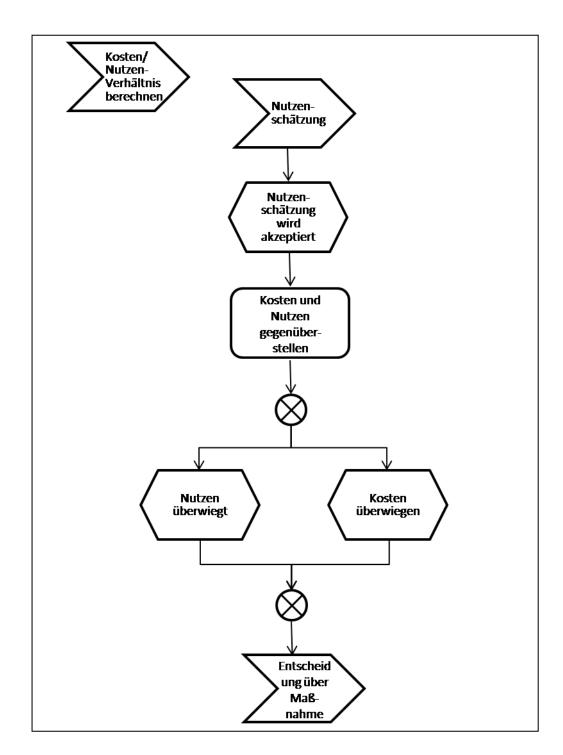


Abb. 4.15: Bestimmen des Verhältnisses

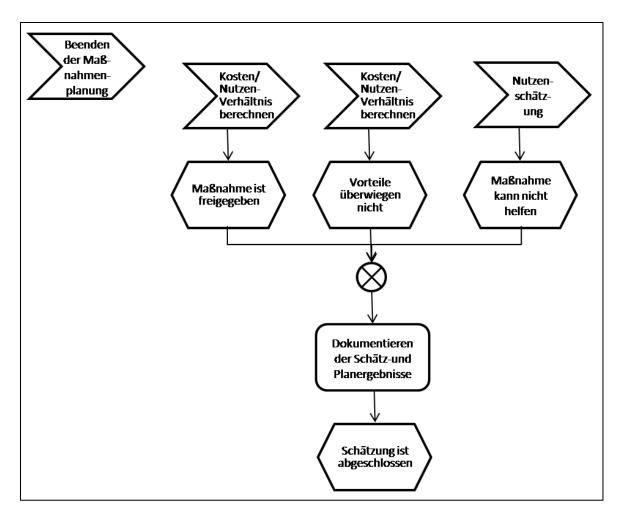


Abb. 4.16: Beenden der Schätzung

98

5 Evaluierung

Im Abschnitt der Evaluierung wird das in der Diplomarbeit entwickelte Modell mit

Projektdaten aus verschiedenen Projekten eines Unternehmens überprüft. Anschließend

wird das folgende Fallbeispiel bewertet und eine Beurteilung der Ergebnisse gegeben.

5.1 Modellanwendung

Das Modell soll in einer Fallstudie angewendet werden. Dafür werden Projekte

herangezogen, die aufgrund der vorhandenen Daten geeignet sind.

Folgende Annahmen aus der Organisation sind vorhanden: 76,00€ Brutto-Gehaltskosten

je Stunde und 24 Stunden für die Fehlerbehebung eines Fehlers. Die Aufwände für die

Fehlerbehebung entstehen aus der Fehleranalyse, der Fehlerdokumentation, der

Fehlerüberwachung, dem Fehlerreporting, der Durchsprache der Fehler im

Entwicklungsteam und dem Nachtest nach der Fehlerbehebung. Weiterhin wird

angenommen, dass die ermittelte Fehlerquote in der Organisation für reife Projekte 0,05 und für unreife Projekte 0,16 beträgt. Die Fehlerzeitpunkte ließen sich in der

Organisation nicht komplett rekonstruieren, daher werden die Fehlerzeitpunkte nicht

berücksichtigt. Der Faktor für den Fehlerzeitpunkt wird darum als konstant

angenommen.

Es gilt somit:

*Fehlerkosten* = *Gesamtfehler x 24h x 76,00€* 

Projekt	Projektumfang in Funktionen	Prozess- reife	Erwartete Fehlerquote	Erwartete Fehleranzahl	Erwartete Fehlerkosten	Kosten bei reifen Prozessen	Einsparungs- potenzial
1	200	reif	0,05	10	18.240,00€	18.240,00€	0,00€
2	300	mittlere Reife	0,1	30	54.720,00€	27.360,00€	27.360,00€
3	350	unreif	0,16	56	102.144,00€	31.920,00€	70.224,00€
4	500	unreif	0,16	80	145.920,00€	45.600,00€	100.320,00€

Tab.5.1: Ermittlung des Einsparungspotenzials an Fehlerkorrekturkosten (ohne Faktor)

Im nächsten Schritt ist dem Einsparungspotenzial der nötige Aufwand für CMMI gegenüberzustellen. Der CMMI-Aufwand ist zu Projektbeginn einzuplanen und die Entscheidung über die Einführung zu treffen.

Die Kosten für die Einführung von CMMI variieren abhängig von den Projektgegebenheiten. Einflussfaktoren sind der Projektumfang und die vorhandene Prozessreife im Projekt. In der Untersuchung liegen die Gesamtkosten für die Einführung zwischen 122 Arbeitsstunden und 420 Arbeitsstunden. Der Median-Gesamtwert beträgt 169 Arbeitsstunden. Um in der Nutzenpotenzialschätzung einen repräsentativen Wert zu erhalten, wird der Aufwand daher mit 169 Arbeitsstunden angenommen. In der Organisation bedeutet dies Aufwandskosten in Höhe von ca. 12.844,00€ je Projekt. Der Median der Aufwandshöhe aller Projekte entspricht etwa 220 Tagen.

Die Einsparungspotenziale durch die Fehlerreduktion übersteigen diese Kosten bei den Projekten 2, 3 und 4 im Beispiel der Tabelle 5.1. Daher ist die Einführung von CMMI für die Projekte 2, 3 und 4 als lohnenswert für die Organisation zu betrachten. Das Projekt 1 besitzt bereits eine hohe Projektreife. Die Arbeitsweise ist CMMI-konform und die Fehlerquote auf einem niedrigen Niveau. Es kann davon ausgegangen werden, dass CMMI bereits im Projekt eingeplant wurde. Desweiteren ist der Projektumfang eher gering, so dass der Effekt von CMMI ohnehin geringer ausfällt.

In der Tabelle 5.2 werden die Ergebnisse des Einsparungspotenzials und die Vorteile von CMMI abgebildet:

Projekt	2	3	4
Einsparungspotenzial	27.360,00€	70.224,00€	100.320,00€
Aufwand für CMMI	12.844,00€	12.844,00€	12.844,00€
Vorteil durch CMMI	14.516,00€	57.380,00€	87.476,00€

Tab.5.2: Vorteile durch CMMI in den Projekten

Der Vorteil von CMMI steigt proportional zum Projektumfang. Der Aufwand für die Einführung von CMMI ist nahezu konstant, kann jedoch durch spezifische Projektgegebenheiten variieren. Einflussfaktoren sind neben dem Projektumfang auch die Vorkenntnisse der Projektmitglieder im Umgang mit CMMI-Anforderungen sowie dem Schwierigkeitsgrad des Projektes, welcher sich auch auf das Risiko auswirkt (vgl. Junginger, Wertorientierte Steuerung von Risiken im Informationsmanagement, S.161ff.).

### 5.2 Fazit der Modellanwendung

Die Ergebnisse des Modells zeigen die Vorteile eines Vorgehens in CMMI-konformen Prozessen. Die angenommenen Daten beruhen auf einer Analyse von Projekten der Organisation. Da die vorhandenen Daten lediglich begrenzt vorhanden waren, kann eine Anpassung der Fehlerquoten und des Faktors für die Aufwandserhöhung notwendig sein.

Das Einsparungspotenzial von CMMI steigt mit dem Umfang der Projekte. Große und umfangreiche Projekte sind demnach besonders geeignet, da sie das größte Potenzial zur Aufwandsreduzierung an Fehlerkorrekturen bieten. Der angenommene konstante Aufwand kann zwischen Organisationen differieren und kann bei Bedarf auch Stufenweise an den Projektumfang angepasst werden, wenn zur Orientierung ausreichend Projekte vorhanden sind. Wie in Kapitel 4.5 erläutert, hängt der Aufwand zur Prozessverbesserung von der Organisationsreife ab. Organisationen, die sich bereits länger auf hohem Reifegrad befinden, haben bereits geschulte Projektmitglieder und Projektleiter. Der Aufwand für das Training verringert sich in einem solchen Fall oder fällt gegebenenfalls ganz weg. Denn eine organisationsinterne Abstimmung bezüglich des neuen Prozesses ist deutlich weniger aufwendig, wenn das Vorgehen in der Organisation bereits institutionalisiert ist.

Für die untersuchte Organisation haben sich die ermittelten Werte als repräsentativ herausgestellt. Ebenso entsprechen sie Beobachtungen von CMMI-Experten außerhalb des untersuchten Unternehmens. Das Modell hat somit in diesem Versuch seine Anwendbarkeit bewiesen und ist als gültig zu betrachten.

## 6 Schlussbetrachtung

Das folgende Kapitel nimmt sich einer Schlussbetrachtung der Arbeit an. Die Arbeit wird einer kritischen Würdigung unterzogen und die Erfüllung der Aufgabenstellung beurteilt. Abschließend wird ein kurzer Ausblick zum Themengebiet der Prozessverbesserung und insbesondere der Prozessverbesserung mit Hilfe des Reifegradmodells CMMI gegeben.

#### **6.1 Zusammenfassung der Arbeit**

Das Ziel der Arbeit Erstellung eines Vorgehensmodells war die Nutzenpotenzialbestimmung von Prozessverbesserungen in Projekten am Beispiel der Einführung von CMMI. Dazu wurde zunächst das Reifegradmodell CMMI vorgestellt. Es wurde auf die Probleme bei der Einführung von CMMI eingegangen und die Probleme der Bestimmung des Nutzens werden allgemein beschrieben. Anhand von Projektdaten und bekannten Verbesserungsergebnissen wurde eine mögliche Kennzahl gesucht, um die Prozessreife zu überprüfen. Es konnte ein Zusammenhang zwischen der Prozessreife und der Fehlerquote in den untersuchten Projekten aufgezeigt werden. Ein Vorgehen zur Schätzung der Fehlerquote in den Projekten wurde entwickelt und gezeigt, wie dieser Wert in Kosten und Nutzen übertragbar ist. Die Diplomarbeit hat standardisiertes deutlich gemacht, dass ein formales Vorgehen Nutzenpotenzialbestimmung von Prozessverbesserungsprojekten grundsätzlich möglich ist. Die Komplexität von CMMI wurde dargestellt und in der vorliegenden Arbeit als Grundlage genutzt, um einen einheitlichen Prozessverbesserungsweg als Grundlage der betrachteten Projekte zu haben. Es wurde ein Vorgehen entwickelt, welches bereits bei Organisationen mit niedrigem Reifegrad anwendbar ist. Ein formales Vorgehen wurde entwickelt und als EPK veranschaulicht. Die Evaluierung konnte nicht nur die Anwendbarkeit des Vorgehensmodells nachweisen, sondern hat ebenfalls gezeigt, dass eine Anpassung an organisationsspezifische Gegebenheiten möglich ist. Die geschätzten Ergebnisse der Modellanwendung spiegelten die Beobachtungen der jeweiligen Projektverantwortlichen wider.

## 6.2 Kritische Würdigung

Das Modell wurde auf Grundlage der vorhandenen Daten in der Organisation erstellt. Dadurch ist die Anwendung einfach gehalten, liefert jedoch keine komplette Betrachtung aller Aspekte von CMMI. Organisationen mit einem niedrigen Reifegrad besitzen keine breite Datengrundlage. Es fehlen Daten zur Ermittlung des Nutzens, beispielsweise durch die Einführung von Risikomanagement. Der Aufbau des Modells

berücksichtigt diesen Aspekt und betrachtet lediglich den Qualitätsaspekt während der Produkterstellung.

Bei zukünftiger Erweiterung der Datengrundlage sind die Faktoren im Modell an die Ergebnisse anzupassen. Die Fehlerquote unreifer Projekte kann dann deutlich höher sein. Der Faktor Aufwand für den Reifegrad kann angepasst werden, wenn sich die Zeitpunkte des Fehlereintritts anders verlagern als in der Studie von Larsen & Toubro (siehe Kapitel 4.7: "Ergebnisqualität am Indikator Fehleranzahl") abgeleitet wurde.

Eine ganzheitliche Betrachtung aller Gesichtspunkte von CMMI ist sehr umfangreich, da CMMI ein sehr komplexes Modell ist. So ist es möglich, dass zum Prozessgebiet Risikomanagement eine individuelle Bestimmung des Nutzens durch die Verbesserung des Risikomanagements durchgeführt wurde. Jedoch trägt auch die Verbesserung des Risikomanagements zu einer Reduzierung der Fehleranzahl in Projekten bei (vgl. Romeike, Erfolgsfaktor Risiko-Management, S.330ff.). Es können also Nachweise für den Nutzen einzelner Prozessgebiete vorhanden sein, jedoch ist das hier entwickelte Vorgehensmodell allgemein auf alle Prozessgebiete anwendbar.

Die Erhebung der kompletten Daten ist erst ab einem höheren Reifegrad möglich, da erst hier Daten erhoben und dokumentiert werden. Eine Analyse der Daten ist möglich, wenn die Daten ausreichend vorhanden sind, um repräsentative Ergebnisse zu ermitteln.

Die Arbeit bietet die Grundlage, ein Nutzenpotenzial von Prozessverbesserungen mit CMMI zu schätzen und das bereits zu einem frühen Zeitpunkt der Einführung von CMMI. Die Genauigkeit der Modellergebnisse steigt mit der Anpassung durch aktualisierte Daten aus der jeweiligen Organisation.

Eine Vereinfachung des Modells ist aufgrund niedriger Reife einzelner Projektdaten möglich, indem der Bestimmungszeitpunkt zunächst nicht einbezogen wird. Hat die Organisation einen höheren Reifegrad erreicht, kann das Modell um diesen und weitere organisationsspezifische Punkte erweitert werden.

### **6.3 Fazit und Ausblick**

Aus den Ergebnissen der vorliegenden Diplomarbeit folgernd, ist festzuhalten, dass CMMI-Konformität für Organisationen wirtschaftlich sein kann. Schließlich beruht CMMI auf einer Sammlung von sogenannten "best practices" (vgl. Wallmüller, SPI, S.40f.). Zusätzlich bietet CMMI einen Weg zur Umsetzung der Prozessverbesserungen an und kann als Leitfaden für Organisationen dienen. Durch die hohe Komplexität an Prozessgebieten und die verschiedenen Ausprägungen von CMMI ist es ein geeignetes

Mittel zur Prozessverbesserung. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die Kosten zur Prozessverbesserung stets den Gegebenheiten innerhalb der Organisation angemessen gegenüberstehen. Das erarbeitete Modell unterstützt die Verantwortlichen bei dieser Abschätzung.

Die Ergebnisse der Modellanwendung weisen zwar die Gültigkeit für den betrachteten Projekttyp nach, jedoch ist eine Prüfung der Gültigkeit für weitere Projekttypen notwendig, um eine Allgemeingültigkeit zu bestätigen. Dabei ist zu beachten, dass Schätzungen für Nutzenpotenziale der Prozessverbesserungen in Projekten stets eine Basis vergleichbarer Projekttypen benötigen.

Im Jahr 2010 wird nach Angaben der SEI eine neue Version von CMMI veröffentlicht (vgl. Liggesmeyer, Software-Qualität, S.21). In der neuen Version 1.3 ist vorhergesehen, einen verstärkten Fokus auf höhere Reifegrade zu legen, die Zahl der effektiv ausgerichteten generischen Praktiken soll zunehmen, die Effizienz bei der Reifegradbestimmung soll erhöht werden und es soll zu einer Konsolidierung der unterschiedlichen Konstellationen von CMMI kommen (vgl. Konrad, CMMI 1.3, S.3). Es werden Beispiele für den jeweiligen Fokus gegeben. So soll die Ausrichtung auf höhere Reifegrade dadurch erreicht werden, dass es genauere Spezifikationen der Prozessgebiete gibt, die weniger statisch, vereinfacht und trotzdem klarer werden sollen. Weitere Themengebiete wie SixSigma, mit dem sich CMMI bereits ergänzend einsetzen lässt (weiterführende Literatur:. Sivity, CMMI and Six Sigma), wie auch Agile Methoden (vgl. van Bon, Frameworks für das IT-Management, S.86) oder ein konkreter Wegweiser für CMMI standen ebenfalls zur Debatte und könnten Einfluss auf CMMI 1.3 gefunden haben (vgl. Konrad, CMMI 1.3, S.23).

Die Weiterentwicklung von CMMI zeigt, dass das Thema aktuell ist und es auch weiterhin bleibt. Die Entwicklung und Einführung von Standardprozessen führt zu einer Erhöhung der Qualität des Produktes, was sich bereits zur Projektlaufzeit in der Fehlerreduzierung zeigt.

Weiterhin hat die Diplomarbeit gezeigt, dass das Sammeln von Daten für Organisationen bereits frühzeitig wichtig ist. Spätestens dann, wenn es Überlegungen zu Prozessverbesserungen gibt. Zu diesem Zeitpunkt ist es für die Organisationen günstig, mit der Beobachtung der bisherigen, unreifen Projekte zu beginnen und entsprechende Daten zu sammeln. Eine Einschätzung über die Vorteilhaftigkeit wird dadurch wesentlich vereinfacht, da die Datengrundlage zur Schätzung deutlich breiter ist und die Schätzungen daher an Genauigkeit gewinnen wird (vgl. Franz, Empirische Wirtschaftsforschung, S121f.).

#### Literaturverzeichnis

- Abts, D.; Mülder, W. (2009): Masterkurs Wirtschaftsinformatik Kompakt, praxisnah, verständlich 12 Lern- und Arbeitsmodule. 1. Aufl., Wiesbaden.
- Balzert, H. (2008): Lehrbuch der Softwaretechnik Softwaremanagement. 2. Aufl., Heidelberg.
- Barth, T.; Barth, D. (2008): Controlling. 2. Aufl., München.
- Becker, J.; Kugeler M.; Rosemann, M. (2005): Prozessmanagement. Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung, Berlin.
- Behrens, C.-U. (2004): Makroökonomie, Wirtschaftspolitik. 2. Aufl., München.
- Bernhard, M. G.; Arenz, T. (2003): Strategisches IT-Management Organisation, Prozesse, Referenzmodelle. 1. Aufl., Düsseldorf.
- Boehm, B. W (1981): Software engineering economics. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Bon, J. van (2008): Continual service improvement basierend auf Itil V3 Ein Management Guide. 1. Aufl., Zaltbommel.
- Brugger, R. (2009): IT-Projekte strukturiert realisieren Situationen analysieren, Lösungen konzipieren - Vorgehen systematisieren, Sachverhalte visualisieren -UML und EPKs nutzen. 2. Aufl., Wiesbaden.
- Buchsein, R. (2007): IT-Management mit ITIL® V3 Strategien, Kennzahlen, Umsetzung. 1. Aufl., Wiesbaden.
- Burger, A.; Buchhart, A. (2002): Risiko-Controlling. München.
- Bush, M.; Dunaway, D. K. (2005): CMMI assessments Motivating positive change. Upper Saddle River, NJ.
- Chrissis, M. Beth; Konrad, M.Shrum, S. (2009): CMMI Richtlinien für Prozess-Integration und Produkt-Verbesserung. München.
- Cianfrani, C. A.; Tsiakals, J. J.; West, J. E. (2009): ISO 9001: 2008 Explained. 3. Aufl., Milwaukee.
- Curtis, B.; Hefley, W. E.; Miller, S. A. (2010): People CMM A framework for human capital management. 2. Aufl., Upper Saddle River NJ.
- Dahlhaus, C. (2009): Investitions-Controlling in dezentralen Unternehmen Anreizsysteme als Instrument zur Verhaltenssteuerung im Investitionsprozess. 1. Aufl., Wiesbaden.
- Deutsches Institut für Normung (2000): DIN ISO 9000:2000. Berlin.
- Dixius, D. (1998): Simultane Projektorganisation Ein Leitfaden für die Projektarbeit im Simultaneous Engineering. Berlin.
- Drucker, P. F (2007): The effective executive. 2. Aufl., Amsterdam.
- Ebert, G. (2008): Kosten- und Leistungsrechnung Mit einem ausführlichen Fallbeispiel. 10. Aufl., Wiesbaden.
- Fink, C. Andrea (2003): Prozessorientierte Unternehmensplanung Analyse, Konzeption und Praxisbeispiele. 1. Aufl., Wiesbaden.
- Foegen, M.; Solbach, M.Raak, C. (2008): Der Weg zur professionellen IT Eine praktische Anleitung für das Management von Veränderungen mit CMMI, ITIL oder SPICE, Berlin.

- Franz, W. (2003): Empirische Wirtschaftsforschung Methoden und Anwendungen; Wirtschaftswissenschaftliches Seminar Ottobeuren. Tübingen.
- Gausemeier, J.; Plass, C.; Wenzelmann, C. (2009): Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung - Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. München, Wien.
- Geiger, W.; Kotte, W. (2005): Handbuch Qualität Grundlagen und Elemente des Qualitätsmanagements: Systeme Perspektiven. 4. Aufl., Wiesbaden.
- Gibson, D.L.; Goldenson, D. R.; Kost, K. (18.08.2006): Performance Results of CMMI-Based Process Improvement. http://www.sei.cmu.edu/reports/06tr004.pdf. 17.01.2010.
- Grasl, O.; Rohr, J.; Grasl, T. (2004): Prozessorientiertes Projektmanagement Modelle, Methoden und Werkzeuge zur Steuerung von IT-Projekten. München.
- Hebertinger, M. (2002): Wertsteigerungsmaße Eine kritische Analyse. Frankfurt am Main.
- Hoffmann, D. W (2008): Software-Qualität. Berlin.
- Höhn, R.; Höppner, S.; Rausch, A. (2008): Das V-Modell XT Anwendungen, Werkzeuge, Standards. Berlin.
- Hörmann, K. (2006): SPICE in der Praxis Interpretationshilfe für Anwender und Assessoren; basierend auf ISO/IEC 15504 (Stand 2006). 1. Aufl., Heidelberg.
- Johannsen, W.; Goeken, M.; Just, D.; Tami, F. (2007): Referenzmodelle für IT-Governance Strategische Effektivität und Effizienz mit COBIT, ITIL & Co. 1. Aufl., Heidelberg.
- Johnson, J. (2008): CHAOS Report 2007 and My Life is Failure. Boston.
- Jung, H. (2003): Controlling. München.
- Junginger, M. (2005): Wertorientierte Steuerung von Risiken im Informationsmanagement. 1. Aufl., Wiesbaden.
- Juran, J. M (1999): Juran's quality handbook. 5. Aufl., New York, NY.
- Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P. (2008): Qualitätsmanagement von A bis Z Erläuterungen moderner Begriffe des Qualitätsmanagements. 6. Aufl., München.
- Karer, A. (2007): Optimale Prozessorganisation im IT-Management Ein Prozessreferenzmodell für die Praxis. Berlin.
- Kneuper, R. (2007): CMMI Verbesserung von Software- und Systementwicklungsprozessen mit Capability Maturity Model Integration (CMMI-DEV). 3. Aufl., Heidelberg.
- Konrad, M.; Young, R.; Hayes, Will (2009): CMMI Version 1.3. 29.01.2010.
- Kulpa, M. K.; Johnson, K. A. (2008): Interpreting the CMMI A process improvement approach. 2. Aufl., Boca Raton, Fla.
- Kütz, M.; Berend, M. (2009): Kennzahlen in der IT Werkzeuge für Controlling und Management. 3. Aufl., Heidelberg.
- Larsen & Toubro Studie in Etzkorn, J. (2009): Processes & SPICE. International SPICE Days 2009. Stuttgart.
- Liggesmeyer, P. (2009): Software-Qualität Testen, Analysieren und Verifizieren von Software. 2. Aufl., Heidelberg.

- Loewenfeld, F. von (2006): Brand Communities Erfolgsfaktoren und ökonomische Relevanz von Markengemeinschaften. 1. Aufl., Wiesbaden.
- Lother, M. (2007): From software measurement to e-measurement A functional size measurement oriented approach for software management. 1. Aufl., Aachen.
- Masing, W.; Pfeifer, T.; Schmitt, R. (2007): Handbuch Qualitätsmanagement. 5. Aufl., München.
- Meinhold, M.; Matul, C. (2003): Qualitätsmanagement aus der Sicht von Sozialarbeit und Ökonomie. 1. Aufl., Baden-Baden.
- Müller, K.-R. (2005): Handbuch Unternehmenssicherheit Umfassendes Sicherheits-, Kontinuitäts- und Risikomanagement mit System. 1. Aufl., Wiesbaden.
- Müller, M. (2007): Automotive SPICE in der Praxis Interpretationshilfe für Anwender und Assessoren. 1. Aufl., Heidelberg.
- Portisch, W. (1997): Überwachung und Berichterstattung des Aufsichtsrats im Stakeholder-Agency-Modell. Frankfurt am Main.
- Rausch, A. (2008): Controlling von innerbetrieblichen Kommunikationsprozessen Effektivitäts- und Effizienzmessung von Face-to-Face-Meetings. 1. Aufl., Wiesbaden.
- Rautenstrauch, C.; Schulze, T. (2003): Informatik für Wirtschaftswissenschaftler und Wirtschaftsinformatiker Mit 40 Tabellen. Berlin.
- Reschke, D. F.; Michel, R. M. (2000): Effizienz-Steigerung durch Moderation Projektmanagement und Sanierungsprojekte professionell durchführen; mit Tabellen und Checklisten. 2. Aufl., Heidelberg.
- Rezagholi, M. (2004): Prozess- und Technologiemanagement in der Softwareentwicklung Ein Metrik basierter Ansatz zur Bewertung von Prozessen und Technologien. München.
- Richter-von Hagen, C.; Stucky, W. (2004): Business-Process- und Workflow-Management - Prozessverbesserung durch Prozess-Management. Stuttgart.
- Rohrschneider, U. (2006): Risikomanagement in Projekten [die häufigsten Fallen und Gefahren die besten Sofortmaßnahmen]. Freiburg im Breisgau.
- Romeike, F. (2003): Erfolgsfaktor Risiko-Management Chance für Industrie und Handel; Methoden, Beispiele, Checklisten. 1. Aufl., Wiesbaden.
- Schareck, C. B (2005): Wertorientierung im Versicherungsvertrieb. Karlsruhe.
- Schierenbeck, H.; Lister, M. (2002): Value Controlling Grundlagen wertorientierter Unternehmensführung. 2. Aufl., München.
- Schmelzer, H. J.; Sesselmann, W. (2003): Geschäftsprozessmanagement in der Praxis Kunden zufrieden stellen, Produktivität steigern, Wert erhöhen; Neu: Six Sigma in Geschäftsprozessen, komplettes Praxisbeispiel. 3. Aufl., München.
- Schmied, J. (2008): Mit CMMI Prozesse verbessern! Umsetzungsstrategien am Beispiel Requirements Engineering. 1. Aufl., Heidelberg.
- Schott, E.; Campana, C. (2005): Strategisches Projektmanagement. Berlin.
- Siviy, J. M; Penn, M. L.; Stoddard, R. W (2008): CMMI and Six Sigma Partners in process improvement. Upper Saddle River, NJ.

- Skrzipek, M. (2005): Shareholder Value versus Stakeholder Value Ein Vergleich des US-amerikanischen Raums mit Österreich. 1. Aufl., Wiesbaden.
- Stahlknecht, P.; Hasenkamp, U. (2005): Einführung in die Wirtschaftsinformatik. Berlin.
- Tarnowski, Michael (2006): IT-Republik: Softwareentwicklungsprozesse verbessern mit CMMI aber wie?. S&S Verlag, http://it-republik.de/business-technology/artikel/Softwareentwicklungsprozesse-verbessern-mit-CMMI-%96-aber-wie-1039.html 17.01.2010
- Tiemeyer, E.; Bachmann, W. (2009): Handbuch IT-Management Konzepte, Methoden, Lösungen und Arbeitshilfen für die Praxis. 3. Aufl., München.
- Vahrenkamp, R.; Siepermann, C. (2008): Produktionsmanagement. 6. Aufl., München.
- Versteegen, G.; Hindel, B. (2005): Prozessübergreifendes Projektmanagement Grundlagen erfolgreicher Projekte. Berlin.
- Walden, Dave(2002): A Business Case for CMMI-Based Process Improvement. http://www.dtic.mil/ndia/2002cmmi/walden2a3.pdf. 28.01.2010.
- Wallentowitz, H.; Reif, K. (2006): Handbuch Kraftfahrzeugelektronik. Berlin.
- Wallmüller, E. (2001): Software-Qualitätsmanagement in der Praxis Software-Qualität durch Führung und Verbesserung von Software-Prozessen. 2. Aufl., München.
- Wallmüller, E. (2007): SPI Software Process Improvement mit CMMI, PSP/TSP und ISO 15504. München.
- Wolke, T. (2008): Risikomanagement. 2. Aufl., München.

# Abschließende Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig, ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Magdeburg, den 03. Februar 2010